



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**GRAÇA MARIEL SOARES HAICKEL**

**MICROBIOLOGIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE  
(CTS):  
UM OLHAR SOBRE OS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS**

**SÃO LUÍS – MA  
2022**

**GRAÇA MARIEL SOARES HAICKEL**

**MICROBIOLOGIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS):  
UM OLHAR SOBRE OS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa.

**SÃO LUÍS – MA**

**2022**

**GRAÇA MARIEL SOARES HAICKEL**

**MICROBIOLOGIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS):  
UM OLHAR SOBRE OS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa** (Orientador)  
Universidade Federal do Maranhão

---

**Profa. Dra. Hivana Patricia Melo Barbosa Dall'Agnol** (coorientadora)  
Universidade Federal do Maranhão

---

**Profa. Ma. Karla Jeane Coqueiro Bezerra**  
Universidade Federal do Maranhão

---

**Profa. Vanessa Ribeiro**  
Universidade Federal do Maranhão

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Soares Haickel, Graça Mariel.

MICROBIOLOGIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E  
SOCIEDADE CTS : UM OLHAR SOBRE OS LIVROS DIDÁTICOS DE  
CIÊNCIAS / Graça Mariel Soares Haickel. - 2022.

33 f.

Coorientador(a): Hivana Dall'Agnol.

Orientador(a): Carlos Erick Brito.

Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do  
Maranhão, São Luís, MA, 2022.

1. CTS. 2. Ensino de Ciências. 3. Livros didáticos.  
4. Microbiologia. I. Brito, Carlos Erick. II.  
Dall'Agnol, Hivana. III. Título.

*“O que um cientista faz? Nós olhamos pra cima e nos perguntamos ‘O que será isso? Deixe-me descobrir, deixe-me cutucar, deixe-me revirar isso’. E é o que as crianças fazem! Estão revirando pedras, puxando as pétalas das rosas... estão explorando seu ambiente através da experimentação. (...) E o que nós, adultos, fazemos? Nós evitamos. Nós evitamos as profundezas da curiosidade de se revelarem mesmo em nossas próprias casas. Passamos um ano ensinando as crianças a andarem e falarem e o resto de suas vidas mandando-as ficarem quietas. Que tipo de ambiente é esse?. (...) O objetivo não é tornar todas as pessoas cientistas. O que importa é que todos possam ter um letramento científico e manter esta curiosidade ao longo de suas vidas. As pessoas acham que o letramento científico é saber recitar fatos científicos, e não é isso, é uma parte, mas não é o principal. O principal é: como você vê o mundo? Como o mundo se revela através de suas lentes? Se você possui letramento científico, o mundo é bem diferente para você. Não é só um monte de coisas misteriosas acontecendo, existem muitas coisas que podemos compreender. E essa compreensão te empodera.”.*

*(Neil DeGrasse Tyson)*

*Dedico este trabalho a Ana Gissele Soares. Te amo, mãe!*

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe Gissele Soares, por ter sempre apoiado meus estudos e acreditado em mim. Você é a minha inspiração como ser humano, um coração amoroso sempre aberto para acolher.

Ao meu irmão Benjamim Soares por todo o companheirismo e incentivo, os lanches da madrugada e as risadas diárias.

À minha tia Verissa Einstein, que sempre me motivou com seu pensamento prático e seu senso de humor, sua determinação e sua carreira científica.

A Maria Luísa, querida Lulu, com muito carinho e felicidade por sua vitória na luta contra o câncer.

Aos amigos que conheci na UFMA e desde então tornaram minha vida mais linda: Mayra Caroline, Luca Rafael, Hugo Silva. Obrigada pelo apoio!

A Ronivon Martins, que esteve comigo em todos os momentos desde que nos conhecemos no IFMA em 2014, tuas palavras de incentivo sempre me deram forças!

À minhas irmãs de coração Adélia Coelho e Flora Lua!

Ao amigo André Lucas, pelo apoio durante toda a graduação: nos sofrimentos em véspera de prova, nas reuniões do PET, cafezinho no Seu Ivaldo, nos Campus 311 lotados e filas do RU...

A Maxi Moyano por estar comigo durante o processo de escrita deste trabalho, acreditando em mim até quando eu duvidava de mim mesma.

Aos orientadores Carlos Erick Brito e Hivana Dal'Agnoll, que me ajudaram muito durante meu percurso. Didáticos, criativos, inteligentíssimos e compreensivos, espero ser no futuro uma professora como vocês.

Aos grupos de pesquisa DiCEA e GB3, onde acompanhei trabalhos e pesquisadores incríveis, que me acolheram e ensinaram muito.



## SUMÁRIO

<b>Introdução</b>	<b>11</b>
<b>Percurso Metodológico</b>	<b>13</b>
<b>Resultados e Discussão</b>	<b>15</b>
<b>Categorias Emergentes Identificadas:</b>	<b>15</b>
<b>Aspectos CTS</b>	<b>16</b>
<b>Enfoques em Microbiologia</b>	<b>21</b>
<b>Para além do pragmatismo: uma microbiologia integrada</b>	<b>27</b>
<b>Conclusão</b>	<b>28</b>
<b>Referências</b>	<b>29</b>

## **MICROBIOLOGIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS): UM OLHAR SOBRE OS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS**

**Resumo:** A Microbiologia é uma área repleta de potencialidades, importante para as tomadas de decisões cotidianas e exercício da cidadania. Espera-se que uma boa abordagem da Microbiologia vá além de uma educação bancária, integrando também aspectos do movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS). A presente pesquisa buscou detectar os principais enfoques dados à Microbiologia e a presença das abordagens CTS associadas à área em uma coleção de livros de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental através da Análise Textual Discursiva. Os principais enfoques identificados foram agrupados nas categorias de Biotecnologia; Fundamentos em Taxonomia e Metabolismo; Ecologia; Evolução; Impactos Ambientais; Pesquisadores e o Processo de Pesquisa; e Enfermidades e Riscos à Saúde. Foi constatado que mais da metade das referências à área encontram-se relacionadas à Enfermidades e Riscos à Saúde, o que acaba suprimindo as demais potencialidades da Microbiologia, relacionando os microrganismos apenas a seus malefícios. A biodiversidade microbiológica também é pouco explorada, visto que alguns grupos são mencionados apenas como agentes patológicos, enquanto outros sequer são citados. A coleção de livros apresentou duas propostas de experimento, porém ambas demandam microscópio, material ainda inacessível para muitas escolas. Observou-se também que a coleção apresentou variados aspectos CTS, alinhados a propósitos educacionais de desenvolvimento de percepções e desenvolvimento de questionamentos.

**Palavras-chave:** Livros didáticos; Microbiologia; CTS; Ensino de Ciências.

## **MICROBIOLOGÍA Y EDUCACIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (CTS): UNA OBSERVACIÓN SOBRE LOS LIBROS DIDÁCTICOS DE CIENCIAS**

**Resumen:** La microbiología es un campo lleno de potencial, importante para la toma de decisiones cotidianas y el ejercicio de la ciudadanía. Se espera que un buen enfoque de la Microbiología vaya más allá de una formación bancaria, integrando también aspectos del movimiento ciencia-tecnología-sociedad (CTS). La presente investigación pretendía detectar los principales enfoques dados a la Microbiología y la presencia de los enfoques

CTS asociados al área en una colección de libros de texto de Ciencias para los últimos cursos de Primaria a través de un Análisis Textual del Discurso. Los principales enfoques identificados se agruparon en las categorías de Biotecnología; Fundamentos de taxonomía y metabolismo; Ecología; Evolución; Impactos medioambientales; Los investigadores y el proceso de investigación; y Enfermedades y riesgos para la salud. Se constató que más de la mitad de las referencias al área están relacionadas con Enfermedades y Riesgos para la Salud, lo que acaba suprimiendo las demás potencialidades de la Microbiología, relacionando los microorganismos sólo con su daño. La biodiversidad microbiológica también está poco explorada, ya que algunos grupos sólo se mencionan como agentes patológicos, mientras que otros ni siquiera se mencionan. La colección de libros presentaba dos propuestas de experimentos, pero ambos requieren un microscopio, que sigue siendo un material inaccesible para las escuelas. También se observó que la colección presentaba varios aspectos CTS, alineados con los propósitos educativos de desarrollar percepciones y cuestionamientos.

**Palabras claves:** Libros didácticos; Microbiología; CTS; Enseñanza de las ciencias.

**MICROBIOLOGY AND EDUCATION IN SCIENCE,  
TECHNOLOGY AND SOCIETY (STS):  
AN OBSERVATION INTO SCIENCE TEXTBOOKS**

**Abstract:** Microbiology is an area full of potential, important for the everyday decision-making and the exercise of citizenship. It is expected that a good approach to Microbiology goes beyond memorizing, also integrating aspects of the science-technology-society (STS) movement. This research sought to detect the main approaches given to Microbiology and the presence of STS approaches associated with the area in a collection of Science books from the final years of Elementary School through Textual Discursive Analysis. The main focuses identified were grouped into the categories: Biotechnology; Fundamentals in Taxonomy and Metabolism; Ecology; Evolution; Environmental impacts; Researchers and the Research Process; and Diseases and Health Risks. It was found that more than half of the references to the area are related to Diseases and Health Risks, which ends up suppressing the other potentialities of Microbiology, relating microorganisms only to their harm. Microbiological biodiversity is also little explored, where some groups are mentioned only as pathological agents, while others are not even mentioned. The book collection presented two experimental proposals, but both require a microscope, material that still inaccessible to most schools. It was also observed that the collection presented

various STS aspects, aligned with educational purposes of developing perceptions and developing questions.

**Keywords:** Didactic books; Microbiology; STS; Science teaching;

## INTRODUÇÃO

A Microbiologia é o ramo da Biologia dedicado ao estudo de seres microscópicos, bem como suas relações com o planeta e com a sociedade humana (CASSANTI *et al.*, 2007). Ainda que invisíveis, os microrganismos são praticamente onipresentes: na água, ar, solo, em alimentos, produtos e até dentro de nossos corpos, eles compõem os alicerces de nossa saúde e do equilíbrio ambiental.

Há ainda uma relação histórica entre microrganismos e sociedade, uma vez que estes contribuíram significativamente para a ascensão da civilização, qualidade e longevidade humana, participando, desde a Antiguidade, em processos de produção de alimentos e manutenção da qualidade do solo, e posteriormente, na produção de fármacos, fornecimento de água potável e tratamento de resíduos.

Não faltam exemplos de decisões diárias que podem ser consideradas microbiologicamente relevantes em nossas vidas: a seleção de cosméticos e materiais de limpeza, os métodos de armazenamento e consumo de alimentos ou o uso de remédios e regularização de vacinas. O conhecimento acerca da microbiota humana pode ainda influenciar as percepções acerca de nossos próprios corpos e promover um autocuidado que vai além da prevenção de doenças, reforçando hábitos como a ingestão de fibras, hidratação e cautela com o abuso de germicidas.

Nossa interação com os microrganismos também será um fator-chave na construção coletiva do futuro: entre as promessas do século XXI e as grandes mudanças na estrutura socioeconômica global, observa-se que a Microbiologia destaca-se em planejamentos acerca da 4ª Revolução Industrial (4IR) e na execução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com destaque para a produção de energia, recuperação de recursos naturais, engenharia química, produção em larga escala de alimentos, biorrestauração, biopreservação do patrimônio cultural, edição gênica e demais biotecnologias que podem representar meios de enfrentar desigualdades sociais e combater a pobreza (TIMMIS *et al.*, 2019).

Logo, é importante que a sociedade esteja a par destas mudanças e possibilidades, para que participe ativamente em todos os níveis da cadeia de decisão, uma vez que todos os indivíduos desenvolvem práticas microbiologicamente relevantes e são partes

interessadas nas políticas que afetam a saúde do planeta. Hoje, observamos que o conhecimento microbiológico encontra-se bastante restrito a profissionais da área, que, por sua vez, são frequentemente ignorados e silenciados, o que já ocasionou a ocorrência do desenvolvimento de problemas evitáveis, que atualmente rumam para o desastre global, como por exemplo: o retorno de doenças erradicadas, a crise da resistência antibiótica, a crise dos gases de efeito estufa e do solo, o aumento das alergias (TIMMIS *et al.* 2019), ou mesmo, mais recentemente, a negligência com que foi tratada a pandemia de COVID 19, em seu início, pelo poder público no Brasil.

Por estas razões, há um movimento crescente que reforça a necessidade da Microbiologia como um componente integral de nossa base de conhecimento individual e coletiva, e, por tratar de temas altamente complexos e multifacetados, os conhecimentos em Microbiologia devem ser gradual e solidamente construídos, iniciados na etapa da Educação Básica. Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os conteúdos de Microbiologia estão previstos para área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, a serem incluídos nos eixos temáticos de Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Embora termos como “microbiologia” ou “microrganismos” microrganismos só apareçam de maneira explícita no currículo do 4º ano do Ensino Fundamental, onde tem a sua seção própria, espera-se que o leque de temas relacionados à área seja desenvolvido transversalmente durante todos os anos, de maneira espiral (BRASIL, 2017).

Ainda assim, pesquisas como as de Antunes (2012) e de Medeiros (2018) revelam uma série de obstáculos na abordagem destas temáticas em sala de aula, como a complexidade dos temas e o nível de abstração exigido, uma vez que os microrganismos e seus componentes não podem ser observados a olho nu, além da falta de recursos nas escolas, o que, por vezes, inviabiliza a realização de aulas práticas e experimentações. Outros fatores somam-se a estes, como a aprendizagem de tópicos que dependem de muita memorização, o uso do vocabulário específico da área, ou ainda a atitude negativa dos alunos diante dos conteúdos, relatando tédio e desinteresse (FIRMASHAH *et al.*, 2020).

Cassanti *et al.* (2007) e Freire (2014), ao aplicarem questionários em escolas com a pergunta “Você sabe o que é Microbiologia?”, constataram que mais da metade dos alunos afirmavam não saber ou não ter certeza. Ferreira (2010) chegou ao mesmo resultado aplicando a pergunta para o Ensino Médio, o que pode sugerir um déficit na aprendizagem da área durante o Ensino Fundamental. Cassanti *et al.* (2007) enfatizam que as dificuldades no desenvolvimento de estratégias de ensino-aprendizagem para os estudantes, aliado ao cronograma corrido e demais desafios enfrentados no ensino público brasileiro, acabam

fazendo com que a Microbiologia seja frequentemente negligenciada pelos docentes. Neto e Diniz (2016), em sua pesquisa-ação acerca do ensino-aprendizagem de Microbiologia, concluem que ainda há uma compreensão limitada e fragmentada do papel dos microrganismos no cotidiano e na sociedade, e que os alunos pouco sabem sobre eles fora do contexto das doenças.

Ademais, um ensino bancário, fragmentado e focado na memorização não será suficiente. É necessário utilizar os conhecimentos científicos e tecnológicos integrados a contextos sócio-históricos, que estimulem o pensamento crítico e a autonomia, para que o aluno possa relacionar o aprendizado escolar à sua realidade e prepare-se para viver em um cenário globalizado, sabendo buscar e filtrar informações, conectá-las com outras áreas e aplicá-las em suas tomadas de decisão individuais e coletivas. Esta demanda social por um ensino contextualizado reflete o crescimento do movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS), surgido na década de 1970, que busca discutir acerca da natureza do conhecimento científico e refletir criticamente sobre as relações entre estes tópicos. Dessa forma, um currículo que integre a Microbiologia à abordagem CTS associará conteúdos científicos e tecnológicos a seus aspectos históricos, políticos, éticos e socioeconômicos, além de seu objetivo em desenvolver no educando a capacidade de tomada de decisão acerca de temas práticos de importância social e a resolução de problemas (SANTOS *et al.*, 2007).

Para analisar a presença das abordagens CTS e os principais enfoques da Microbiologia na Educação Básica, os Livros Didáticos (LD) apresentam-se como documentos valiosos, dignos de uma investigação qualitativa, uma vez que, além de continuarem sendo um dos principais recursos pedagógicos nas escolas brasileiras e ferramenta norteadora nas sequências de conteúdos para os docentes (CORTEZ; NETO, 2020), são também um reflexo das concepções pedagógicas de seu tempo, reunindo os conhecimentos e técnicas considerados fundamentais para a sociedade em que estão inseridos, dentro de diretrizes fornecidas pelos programas e currículos escolares. (BITTENCOURT, 1993).

Assim, o objetivo desta pesquisa é detectar os principais enfoques dados à Microbiologia e a presença das abordagens CTS associados à área em uma coleção de livros de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental.

## **PERCURSO METODOLÓGICO**

A pesquisa foi guiada pela Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2007), uma metodologia de análise qualitativa com o intuito de formar novas

compreensões sobre fenômenos e discursos através de desmontagem de textos, estabelecimento de relações entre eles e a captação de um novo emergente (SOUZA; GALIAZZI, 2018).

O *corpus* de análise foi a coleção de livros Teláris de Ciências (2018) dos anos finais do ensino fundamental, da editora Ática. A coleção é amplamente utilizada no Brasil, havendo sido recomendada pelo Guia do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), 2018, tendo obtido a maior tiragem impressa entre os livros dos Anos Finais do Ensino Fundamental nos anos de 2018 e 2019 e a terceira maior tiragem em 2020 de acordo com os dados estatísticos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Os livros analisados se encontravam integralmente disponíveis em formato digital no portal *e-docente*. Nesta pesquisa foram analisados o livro do aluno e do professor do 6º ao 9º ano.

Na primeira etapa da pesquisa, os textos foram examinados em detalhes e fragmentados em Unidades de Análise referentes ao fenômeno investigado, a Microbiologia. Palavras ligadas ao tema, como “vírus”, “bactérias”, “microalgas”, etc, foram utilizadas como marcadores de identificação para as unidades dentro dos contextos em que estavam inseridas (parágrafos, atividades, infográficos, entre outros). Para facilitar a posterior organização em categorias, as unidades foram enumeradas de acordo com o livro em que foram encontradas e sua ordem de aparição.

Na segunda etapa, foram estabelecidas relações entre as unidades identificadas, combinando-as, dando origem a um sistema de categorias emergentes, organizadas por aproximação de sentidos. Estas categorias permitiram um vislumbre dos enfoques da microbiologia retratados, e a posterior análise dos parâmetros CTS em cada uma delas. Para a identificação das abordagens CTS aplicadas às categorias emergentes foi utilizado como base o artigo de Strider e Kawamura (2017), que mapeou as formas em que as temáticas CTS geralmente apresentam-se no contexto das pesquisas em educação brasileira, relacionando-as aos eixos de Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social, em diferentes camadas de profundidade, passando pelo desenvolvimento de percepções, desenvolvimento de questionamentos e desenvolvimento de compromisso social.

Estes movimentos de fragmentação, reorganização, descrição e análise do material, bem como os diálogos entre o *corpus* e os referenciais teóricos caminham para emergência de novas compreensões a serem escritas, criticadas e analisadas, permitindo

maior liberdade na criação de argumentos e ideias autorais a serem expressas na produção final de um *metatexto* a ser apresentado na Discussão.

Vale ressaltar que a discussão aqui realizada não pretende julgar ou qualificar a coleção de livros da editora, uma vez que a análise se atém apenas aos conteúdos relacionados à Microbiologia e que o livro didático não representa a integridade do conteúdo que o aluno terá acesso, e sim configura-se como um dos recursos a ser utilizado pelo professor em sala de aula. A presente discussão tem o objetivo de, a partir de pontos observados durante a análise, debater temáticas que dizem respeito ao ensino da Microbiologia e a concepções sobre a área, baseando-se também em outras pesquisas e debates acadêmicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Optou-se por apresentar os resultados obtidos (quantidade de Unidades, Categorias Emergentes e Critérios CTS detectados) de maneira integrada com as discussões, a fim de transitar pelas análises com mais fluidez.

### Categorias Emergentes Identificadas:

Tabela 1: Resultados da etapa de Categorização

<b>Categoria</b> <b>(nº de Unidades)</b>	<b>Descrição da Categoria</b>
<b>Biotecnologia</b> (25)	Utilização de microrganismos em processos de síntese/fabricação, manipulação ou modificação de produtos, tecnologias e procedimentos, de potencial valor econômico e tecnológico.  Inclui os tópicos vacinas (2); alimentos (5); tratamento de água (4); biocombustíveis (2); Medicamentos (9); Manipulação genética (3)
<b>Fundamentos em Taxonomia e Metabolismo</b> (43)	Definição e caracterização dos grupos de microrganismos (taxonomia), bem como conhecimentos básicos em anatomia e ciclos de vida microbiológicos com seus processos físicos e químicos.  Envolve os tópicos Reinos e domínios de microrganismos (12); Tipos de Plâncton (7); Reprodução (8); Estruturas celulares (8); Obtenção de Energia (8)
<b>Ecologia</b> (46)	Relações ecológicas envolvendo microrganismos e outros seres vivos ou fatores abióticos.  Envolve tópicos como solo e formação de recursos minerais (7); - associações com plantas e animais (7); decomposição (12); ciclos biogeoquímicos (5); cadeia alimentar/ fluxo de energia (9); microbiotas e



	microbiomas (6)
<b>Enfermidades e Riscos à Saúde</b> (193)	<p>Microorganismos associados a parasitismo, doenças, infecções e contaminações, bem como informações acerca de sintomas, contágios, prevenções e tratamento.</p> <p>Envolve os tópicos Risco potencial, higiene e descontaminação (62); Doenças virais (79); Doenças bacterianas (22); Doenças de protozoários (16); Doenças fúngicas (12); Doenças em vegetais (2)</p>
<b>Evolução</b> (18)	<p>Microbiologia associada a temáticas vinculadas ao processo evolutivo e seus mecanismos.</p> <p>Envolve os tópicos origem da vida (5); evolução da vida (6); seleção natural (5); surgimento da vida em outros planetas (2)</p>
<b>Pesquisadores e o Processo de Pesquisa</b> (31)	<p>Cientistas que desenvolveram pesquisas na área da Microbiologia, bem como experimentos, descobertas e demais etapas de construção do conhecimento científico.</p> <p>Envolve os tópicos microscópio (7); antibióticos (2); vacinas (3); pasteurização (6); pesquisa no Brasil (8); HIV (2);</p>
<b>Impactos Ambientais</b> (12)	<p>A influência de microrganismos em problemas ambientais e os impactos sofridos em comunidades microbianas.</p> <p>Envolve tópicos como queimadas (4), Poluição (6) e mudanças climáticas (2)</p>

Fonte: Autoria própria

### Aspectos CTS

Observou-se que a coleção apresentou variados aspectos CTS, embora boa parte deles apareça apenas no livro do professor. Trabalhos realizados por Dattein e Araújo (2019) ou Souza *et al.* (2021) já haviam relatado a forte presença da CTS na Base Nacional Curricular Comum - BNCC (2018), e, de fato, durante a análise dos livros foi constatado que, frequentemente, os textos complementares, problematizações e contextualizações apresentadas vinham acompanhadas de Orientações Didáticas indicando a inserção dos temas em diretrizes BNCC, evidenciando a importância deste guia no processo de elaboração dos livros.

A maior parte das abordagens, de acordo com as categorias de Strieder e Kawamura (2017), podem ser inseridas nos propósitos educacionais de *(i) desenvolvimento de*

*percepções entre o conhecimento científico/escolar e o conhecimento do aluno*, que visa facilitar a aprendizagem dos conteúdos através da contextualização, aproximando-os às vivências do aluno e à temas em pauta na mídia e na sociedade; e de (ii) *questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania*, que, para além de identificar temas tecnológicos e científicos e seu papel na realidade, busca discuti-los através de situações-problema e construção de posicionamentos (ainda que em temas não controversos), como no uso responsável de tecnologias, impactos gerados pela exploração de recursos, a não neutralidade da ciência, etc.

O propósito educacional menos detectado foi o de (iii) *compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos*, que consiste em uma linha de pensamento freiriana que almeja a transformação de mundo através de ações de intervenção, o que muitas vezes envolve também o questionamento do currículo, do fazer ciência, do modelo de desenvolvimento contemporâneo e da própria escola. Talvez este aspecto tenha sido, de certa forma, negligenciado por ser encarado como complexo e desafiador mediante a faixa etária dos alunos do Ensino Fundamental.

Na categoria de Biotecnologia observou-se um enfoque na compreensão de questões técnicas a partir da descrição do funcionamento ou síntese de seus produtos. Alguns aspectos CTS podem ser identificados no tópico “Transgênicos”, onde há uma exposição de seus malefícios e benefícios, instigando o aluno a tomar um posicionamento, ou em “Produção de Alimentos” em que é apontada a presença da ciência no cotidiano do aluno.

Em Fundamentos de Taxonomia e Metabolismo há, em geral, apenas a explicitação dos processos físico-químicos que envolvem os grupos de microrganismos. Quando o livro aborda “Reinos e Domínios”, há a menção de que as classificações científicas não são estáticas e evoluem em paralelo com o desenvolvimento tecnológico, sendo reformuladas à medida que se expande o conhecimento.

Em Ecologia, o conhecimento científico é utilizado para explicitar processos do mundo natural e intervenções humanas. No tópico “Formação de Recursos Minerais”, ao discorrer sobre os usos do calcário e do petróleo, é apontada a presença dos produtos da ciência na sociedade e no cotidiano. No caso do petróleo, são citadas também algumas relações positivas e negativas entre aparato e sociedade, como seus usos em diferentes setores, a produção de dejetos, conflitos sociais, etc.

Na categoria de Evolução, no que diz respeito à Microbiologia, não foram identificadas discussões de aspectos CTS. Cabe dizer, porém, que o capítulo do livro

acerca do processo evolutivo (Darwinismo) considera que a condução das investigações científicas envolve também fatores humanos e um contexto histórico, além de trazer um box acerca das insuficiências da ciência, implicando que esta não conduz necessariamente ao bem estar humano e que as decisões morais que as envolvem pertencem à esfera da ética.

Em Impactos Ambientais, a menor das categorias, com apenas 12 unidades, os conteúdos estão centrados em explicitações objetivas de processos e nos malefícios destes impactos para as comunidades naturais. Há uma exposição de pontos positivos e negativos associados ao uso dos plásticos no tópico Poluição, o que pode levar o aluno a questionar decisões individuais (consumo). Ao abordar Mudanças Climáticas, em especial, os microrganismos permanecem bastante ocultos, não sendo sequer citados mesmo quando estão relacionados com alguns dos temas em questão, como na síntese do metano no trato digestivo de ruminantes ou na morte das microalgas no processo de branqueamento dos corais.

Uma das categorias que mais apresentou aspectos CTS, provavelmente por seu maior tamanho (193 unidades), foi a de Enfermidades e Riscos à Saúde, na qual foram abordadas as relações entre a ocorrência de doenças com fatores sociais, impactos ambientais, vulnerabilidade econômica, escolaridade, além de estigmas como o preconceito e a homofobia. Em alguns casos, como o do HIV, para além dos sintomas, prevenção e tratamento, apresentou-se também um panorama acerca de sua origem, evolução e proliferação do vírus.

Ao discorrer sobre a pesquisa científica na área da saúde, o livro traz parágrafos sobre a importância do investimento público, uma vez que o investimento privado é direcionado ao lucro e nem sempre condiz com as necessidades da população. Há textos que reforçam esta informação, como no capítulo da Sífilis, onde, apesar do baixo custo e fácil cura, a indústria farmacêutica é desestimulada a produzir o medicamento, aumentando os índices da doença. Estas reflexões são características de uma abordagem CTS, uma vez que questionam as relações entre as investigações científicas e seus produtos.

Uma categoria que se destacou durante a análise CTS foi a de Pesquisadores e Processo de Pesquisa. No tópico “Vacinas”, por exemplo, além da definição, síntese e funcionamento destas, é ressaltado que são um empreendimento humano, que necessitam de investimentos e meios de produção, sofrendo influência de elementos como a visibilidade na mídia e a dependência de recursos tecnológicos para seu aperfeiçoamento e distribuição. Em outra unidade, ao tratar da varíola, há um pequeno panorama histórico da

doença, com menção à Revolta da Vacina e a recomendação de um texto complementar da revista *Ciência Hoje das Crianças* para o aluno. A matéria em questão narra os conflitos econômicos e sociais que levaram à eclosão do conflito e suas consequências, além de uma análise sobre fins e meios que a ciência se utiliza para chegar até a população. Ao final da unidade, o livro traz trechos de matérias contemporâneas, retratando o movimento antivacinas e as *fake news*.

Há também o caso do tópico de Antibióticos, onde o livro traz um box acerca da descoberta da penicilina por Alexander Fleming. O texto menciona brevemente a influência do contexto histórico, implicando que na época da guerra houve descobertas científicas “boas” e “ruins”, mencionando o tempo e o aparato tecnológico que foram necessários entre a descoberta científica e a produção industrial da penicilina. As Orientações Didáticas recomendam ao professor um artigo que deixa claro a participação de outros cientistas no aperfeiçoamento e produção da penicilina, além de explorar melhor o contexto histórico e econômico. No livro do aluno, porém, é sugerido um outro texto, com linguagem e estrutura simples, que foca apenas em Fleming e traz uma visão pontual do desenvolvimento científico, sem contextualização, apresentando a tecnologia desenvolvida como imediata à descoberta. Podemos questionar esta restrição do conteúdo completo para o aluno, limitando a oportunidade que ele teria de aprofundar seus estudos e explorar de maneira mais autônoma o material didático ainda que o professor não tivesse tempo ou optasse por não trabalhar os temas de maneira completa.

Para o aluno, compreender os processos de construção do conhecimento científico pode ser tão importante quanto apreender as informações referentes aos conteúdos escolares. Tomemos um exemplo de como um tema microbiológico foi a principal pauta social, direcionando os rumos do comportamento social, política e economia: a pandemia de Covid-19. Nem todos os obstáculos enfrentados na pandemia foram gerados pela falta de conhecimento acerca da definição, estrutura ou formas de contágio de um vírus pela população geral. Observou-se que muitos problemas foram gerados por um forte negacionismo associado a teorias da conspiração, como ideias de que os vírus eram criados em laboratório ou que as vacinas eram um golpe da indústria farmacêutica, que apontam uma falta de conhecimento acerca dos processos de produção científica e tecnológica e do perfil da comunidade acadêmica, bem como falta de conhecimento em temas como evolução, mutação e genética, básicas na área microbiológica. Estes problemas ultrapassaram questões teóricas da área, atingindo também uma série de debates

socioculturais, como a exclusão social no acesso à saúde, o discurso pseudocientífico para legitimar a xenofobia, a intolerância, extremismos políticos, etc.

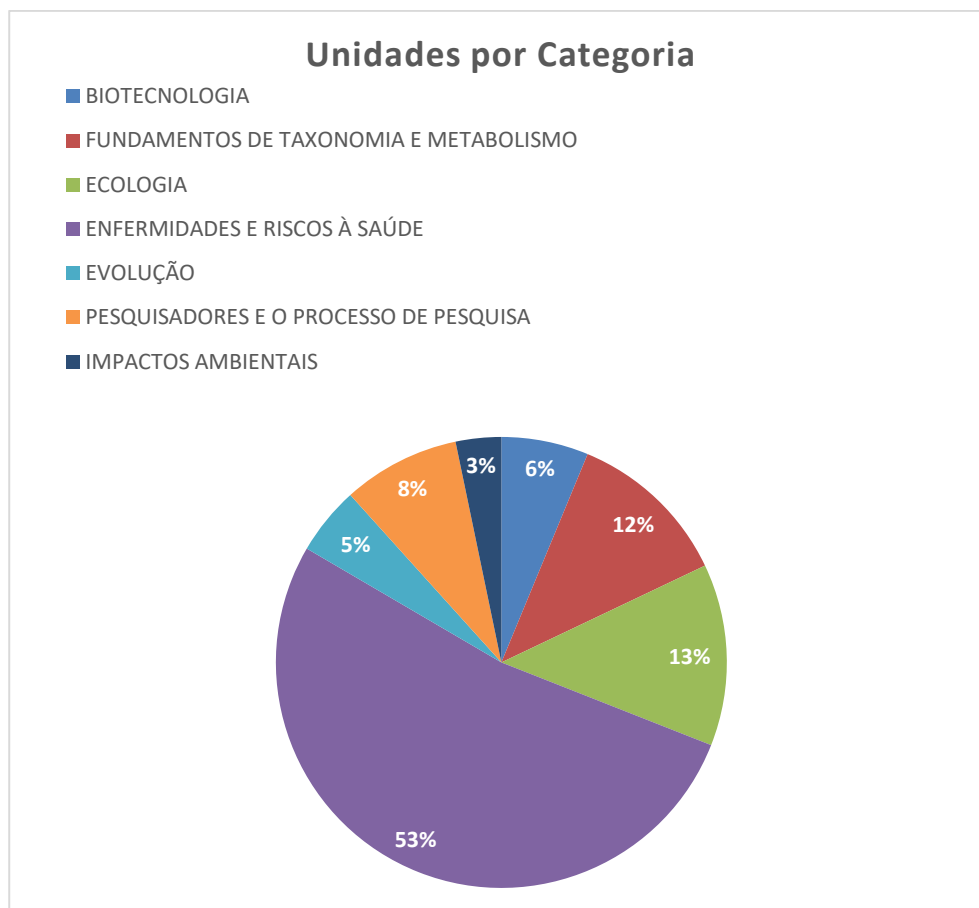
No sentido de combater estas situações, o livro traz também uma abordagem interessante:

- 3 ▶ É preciso muito cuidado com notícias sobre supostas curas de doenças como a aids. Nas revistas científicas, um pesquisador só pode publicar resultados que passaram por testes rigorosos, mas nos meios de comunicação não especializados nem sempre há essa exigência. Pesquisem na internet, em revistas e jornais matérias recentes sobre a cura da aids. Avaliem a notícia, levantem dúvidas e compartilhem com a comunidade escolar suas conclusões sobre a reportagem. Não se esqueçam de apresentar a notícia original. Procurem responder às seguintes questões:
- a) Em qual veículo de comunicação a notícia foi publicada? Em *sites* de jornais e revistas ou em blogues e páginas informais da internet?
  - b) A notícia cita como fonte um trabalho publicado em uma revista científica? Caso não, questionem por que isso não ocorreu.
  - c) A matéria apresenta depoimentos de especialistas na área? Em caso afirmativo, destaquem os principais pontos desses depoimentos.
  - d) O que está escrito na manchete corresponde ao conteúdo da matéria ou há um exagero na chamada?
  - e) A matéria especifica alguma previsão de quando a cura ou tratamento estarão disponíveis ao público? O tratamento é apenas experimental (ou seja, ainda não foram feitos estudos suficientes para comprovar sua eficácia) ou já foi testado por instituições de pesquisa reconhecidas?

Fonte: Livro 8º ano Teláris Ciências, p. 113. Unidade 3.c

Este tipo de atividade torna-se essencial na realidade que vivemos, uma vez que o problema não é mais a falta de acesso à informação, e sim o excesso de informação e a falta de orientação para conseguir filtrá-la, especialmente em temas como saúde, medicações, etc.

## Enfoques em Microbiologia



Fonte: autoria própria

Ao conferir o gráfico de Resultados, percebemos a predominância da categoria de Enfermidades e Riscos à Saúde, que sozinha soma mais unidades que todas as outras juntas (53%). É compreensível que haja um grande destaque para esta categoria, uma vez que ela contém conhecimentos essenciais para a educação em saúde dos estudantes e porque muitos conteúdos ligados a enfermidades estão previstos na grade curricular, especialmente no 7º e 8º ano. Porém, quando esta categoria passa a ser esmagadora em relação às outras, pode haver um reforço à ideia de que todos os microrganismos, ou sua grande maioria, são maléficos para a espécie humana, concepção também reforçada por décadas de cobertura da mídia e campanhas publicitárias.

Esta super exploração dos microrganismos associados majoritariamente a doenças já havia sido observado em trabalhos como o de Neto e Diniz (2016) e o de Oliveira *et al.* (2016), que constataram que as doenças eram o principal enfoque da microbiologia quando trabalhada em sala de aula, gerando concepções como as vistas em trabalhos como o de

Freire (2014) onde, em um questionário aplicado em classe, 84% dos alunos responderam que acreditavam que *todas* as bactérias existentes causavam doenças, ou o de Faria (2019), em que a maioria dos alunos do ensino fundamental declarava que os microrganismos *não* poderiam trazer benefícios a outros seres vivos. Estas concepções podem haver piorado num contexto de pós-pandemia de Covid-19, uma vez que a cobertura da mídia se voltou quase completamente para a prevenção dos microrganismos patogênicos.

Embora a coleção possua orientações didáticas aos professores para que estes realcem que nem todos os microrganismos são patogênicos, para os alunos esta associação muitas vezes é construída de maneira sutil, na forma e na proporcionalidade com que os conteúdos são apresentados. Por exemplo, enquanto há diversos capítulos dedicados a doenças, não há uma única menção ou representação de microrganismos em capítulos destinados aos sistemas do corpo humano, como o digestivo, à pele ou ao sistema reprodutor feminino, pois sabemos que os microrganismos são um componente integrante e essencial, considerados por muitos como um “órgão esquecido” (APPANNA, 2017), participando de processos vitais como a obtenção de energia, a digestão e síntese de vitaminas, o desenvolvimento dos sistemas imunológico e neuronal, entre muitos outros (RIBEIRO, 2020). Apesar disso, os termos *microbioma* ou *microbiota*, conceitos de suma importância para compreender a presença e importância destes organismos no ambiente e suas associações com seres vivos, não aparecem em nenhum momento no livro do estudante.

Por vezes, os microrganismos são retratados como perigosos, quando na verdade são benéficos:

O risco de desnutrição na infância aumenta depois que a criança para de tomar leite materno. Por isso, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) recomenda que as crianças sejam alimentadas exclusivamente com leite materno até os 6 meses de vida. Esse alimento contém todos os nutrientes e calorias necessários, além de ser isento de bactérias e fornecer anticorpos que protegem o bebê contra infecções. Veja a figura 5.28.

Fonte: livro didático Teláris Ciências do 7º ano, p. 128 - Unidade 2.37

Neste trecho, observa-se que a palavra “bactérias” se apresenta quase como sinônimo de patologia, e, conseqüentemente, a ausência delas é um indicativo de saúde. Esta informação é ainda reforçada posteriormente na resposta de uma atividade do mesmo livro (pág. 134) e em outro texto no livro do 8º ano (pág. 54), mesmo trazendo em si dois erros conceituais. O primeiro é que o leite materno não é isento de bactérias, na verdade, estima-se que a cada 800mL de leite podem existir de 10 mil a 1 milhão delas, e o segundo

é que esta presença, longe de apresentar ameaça, é um dos fatores que torna o leite materno tão importante: estes microrganismos provenientes da mãe irão colonizar o intestino da criança, regulando seu sistema imune, ajudando na digestão e prevenindo problemas futuros como asma, alergias e disbioses (MOOSAVI *et al.*, 2017).

Esta visão generalizada de que microrganismos são vilões promove comportamentos associados à germafobia, como o uso excessivo de desinfetantes e antibióticos e a evitação do que é considerado “sujo” por não estar completamente esterilizado, como espaços naturais, o solo, plantas ou animais, reduzindo o contato das pessoas com uma variedade de microrganismos benéficos (ROBINSON *et al.*, 2021). Estas atitudes de higiene excessiva podem ter contribuído para a atual explosão de disfunções imunológicas, eczema e até distúrbios neurológicos, além de rumar para uma crise de resistência antibiótica a partir da seleção cada vez maior de bactérias resistentes por produtos de limpeza (TIMMIS *et al.*, 2019).

Um outro aspecto negativo do foco em doenças em detrimento de outras áreas é a eventual fragmentação do conhecimento, limitando a diversidade na abordagem dos grupos, subestimando sua complexidade e suas potencialidades, temas muito importantes para uma compreensão mais completa da Microbiologia. Robinson *et al.* (2021), em sua pesquisa, percebeu que pessoas capazes de identificar grupos menos retratados na mídia (como algas, protozoários, arqueias...) exibiam também concepções e atitudes mais positivas em relação aos microrganismos em geral, uma vez que este conhecimento fornece uma base mais completa de noções da dinâmica microbiológica e indicam um maior grau de letramento em Microbiologia.

Já em relação aos vírus, a mesma pesquisa relatou uma situação diferente: pessoas que associavam o grupo com os demais microrganismos exibiam mais concepções e atitudes negativas, provavelmente devido à sua grande exposição como ameaça durante a pandemia de Covid-19, intensificando também comportamentos associados à germafobia. Esta mesma visão unidirecional pôde ser observada na definição de vírus apresentada nos livros analisados:

**Vírus.** Agentes infecciosos que não têm estrutura celular.  
Causam várias doenças na espécie humana e em outros seres vivos.



De fato, vírus são parasitas obrigatórios, porém, sua grande maioria não parasita humanos: estima-se que haja mais vírus na Terra do que estrelas em todo o universo, e apenas 1% deles podem representar alguma ameaça para nossa espécie (BBC, 2020). Os vírus são muito importantes para o equilíbrio ambiental, participando de ciclos biogeoquímicos e regulando dinâmicas de populações (MEDEIROS *et al.*, 2022). Os vírus também exerceram papéis cruciais no processo de evolução das espécies, não apenas a partir da seleção, mas também tendo influenciado a composição dos genomas através de mutações e inserções: os chamados vírus fósseis ou vírus endógenos, que são regiões no genoma de eucariotos de origem viral (ASWAD; KATZOURAKIS; 2012). Acredita-se que aproximadamente 8% do genoma humano compreende retrovírus em diferentes fases de fossilização, estando diretamente associados com a origem da placenta, desenvolvimento do embrião e proteção dos tecidos do feto; estudos têm apontado que os primeiros sistemas neuronal e imunológico podem ter consistido de viroides e RNAs semelhantes a viroides (ARNETH, 2021). A virologia também é uma área importante para o desenvolvimento de tecnologias como vacinas, biofármacos, imunoterapias, terapias gênicas, biopesticidas e engenharia genética (SILVA *et al.*, 2021).

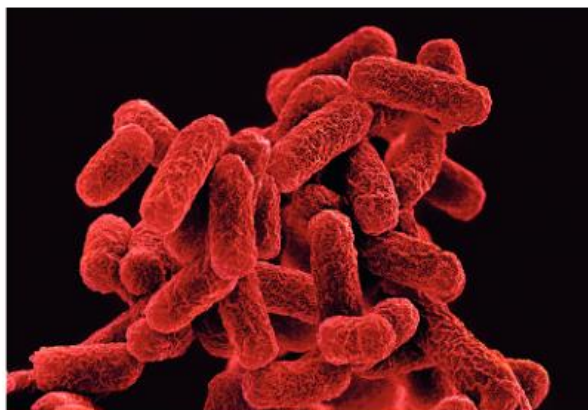
Nos livros analisados, os vírus aparecem em 91 unidades na categoria “Enfermidades e Riscos à Saúde” e em 9 unidades na categoria “Pesquisas e Pesquisadores”, ainda relacionados à patologias. Fora destes contextos, porém, há apenas 3 menções ao grupo: duas em “Biotecnologia”, sendo uma em formato de atividade, sem muita contextualização e a outra em um infográfico sobre a síntese de soros; e uma menção em “Evolução”, em que aparecem como fatores mutagênicos ao lado da radiação e de produtos químicos. Não há nenhuma menção em Ecologia, Impactos Ambientais ou Taxonomia e Metabolismo (salvo a definição acima). Isto pode não apenas restringir as informações que os alunos terão, mas também reduzir o interesse que poderia despertar em alguns, a partir da sub-representação de sua diversidade biológica.

Batista *et al.* (2010) chegou a um resultado semelhante em sua análise do tema virologia em livros didáticos em diferentes editoras, constando que nenhum deles abordou o aspecto da biotecnologia relacionada aos vírus, e, ao final, defendem a necessidade desta relação para que os estudantes entendam melhor sua importância e se sintam mais motivados a adentrar o conteúdo. Henrique (2018), ao avaliar três livros didáticos, verificou que dois deles não abordavam aspectos positivos dos vírus. Stam e Martins (2020), ao analisar 10 livros, afirmam os vírus foram grupo de microrganismos mais negligenciado, e um dos livros analisados nem sequer traziam a temática da virologia.

A falta da exploração da diversidade microbiológica no material didático não se restringe ao grupo viral. Na coleção analisada, enquanto o reino Animalia possui 6 páginas em sua apresentação e o reino Plantae 2, os três reinos de microrganismos compartilham a mesma página, com apenas um parágrafo para cada:

## Reino Monera

Neste reino estão as bactérias. Veja a figura 3.7. Os organismos desse reino são unicelulares e não apresentam um núcleo celular organizado: o material genético não está envolto por uma membrana, mas disperso no citoplasma. Muitas bactérias são decompositoras, participando da reciclagem de compostos na natureza; algumas são parasitas e causam doenças em outros seres vivos. Vamos conhecer doenças causadas por bactérias no capítulo 6.



3.7 Bactérias em imagem obtida em microscópio eletrônico e colorida artificialmente. Cada bactéria tem cerca de 3 micrometros de comprimento, o que equivale a 0,0003 cm.

Fonte: Livro didático Teláris Ciências, 7º ano. p. 61. Unidade 2.15

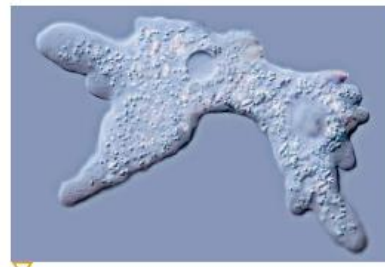
Estas restrições fornecem pouca noção da verdadeira riqueza do mundo microbiano, trazendo à tona apenas os nichos que já foram explorados anteriormente: parasitismo e decomposição. Não há dados que forneçam uma dimensão da variedade de grupos dentro do reino (subgrupos importantes como as cianobactérias ou o domínio *Archaea* não são citados); não há menções ou demonstrações acerca da variabilidade morfológica, metabólica, ecológica ou à variedade de ambientes que estes organismos podem ocupar, o que pode corroborar com a visão de que todos os microrganismos são simples e iguais. Novamente é ressaltado seu potencial patológico em detrimento do fato que a grande maioria das bactérias é indiferente aos humanos.

No que diz respeito a propostas de atividades práticas, a coleção analisada apresenta dois experimentos, ambos no livro do 7º ano, na unidade de Doenças Transmissíveis. Um deles é o cultivo de mofo em uma laranja, em um pão e em um pires, para assimilar as condições em que o fungo cresce e observar suas estruturas no microscópio. O outro propõe que os alunos deixem uma folha de alface imersa em água em um vidro de conserva em um lugar iluminado, para depois de alguns dias observar uma gota do material preparado no microscópio:

- a) Desenhe o que você observou.
- b) Observe as fotos abaixo. Algum microrganismo que você observou é parecido com os que estão nas fotos? Em caso afirmativo, pesquise algumas características desses organismos e redija um relatório a ser entregue ao professor. As imagens são vistas ao microscópio óptico.



6.38 Paramecio ao microscópio óptico (aumento de cerca de 140 vezes).



6.39 Ameba (aumento de cerca de 240 vezes).

- c) Considerando os resultados obtidos, por que é importante higienizar frutas, legumes e verduras antes de consumi-las?

Fonte: Livro didático Teláris Ciências, 7º ano. p. 169. Unidade 2.124

Podemos observar que ambos os experimentos demandam o uso do microscópio, que é um equipamento ainda inacessível para a maioria das escolas, especialmente para as públicas. Visando contornar este obstáculo, trabalhos como Cassanti (2007) ou Silva *et al.* (2017) propõem uma série de práticas com materiais baratos e acessíveis, como cultivar colônias em ágar caseiros ou mesmo construir seu próprio microscópio improvisado, a partir de lentes de plástico acopladas na câmera de um celular.

Ademais, as duas práticas vêm ao final da unidade com o objetivo de consolidar o conteúdo trabalhado, voltadas para a área da saúde, reforçando as ideias de cuidados com higiene e dos riscos representados pelos microrganismos. Estes temas são muito importantes, porém, no restrito espaço destinado às práticas em Microbiologia, seria interessante também instigar o espírito investigativo dos estudantes para diferentes aspectos, como chamando atenção para a variedade de seres diferentes podem habitar os microespaços de nosso cotidiano e o quanto ainda pode ser descoberto acerca deles. Sobre este tema, há apenas uma menção na coleção de livros, quando é trabalhada a descoberta do microscópio:

(três milésimos de milímetro) de comprimento. Leeuwenhoek disse uma vez que “Tudo o que descobrimos até agora é insignificante se comparado ao que podemos encontrar no grande tesouro da natureza”. E ele não estava exagerando: os seres microscópicos constituem provavelmente mais de 90% de todos os indivíduos do planeta!

Fonte: Livro didático Teláris Ciências, 6º ano. p. 107 – Unidade 1.30

Não podemos esquecer que, além dos aspectos práticos e teóricos, na educação há também o fator humano: a fascinação que o mundo microbiológico, vasto, diferente, e em grande parte desconhecido, proporciona aos que começam a explorá-lo. Afinal, quem não

se surpreende ao saber que centenas de seres vivos podem habitar uma simples gota d'água? Quem não se admira ao deparar-se com a beleza das microalgas bioluminescentes, com a resistência dos tardígrados, ou ao saber que nosso próprio corpo é um planeta rico em micro habitantes, e que nossos microrganismos, ao mesmo tempo, dependem de nós e nos permitem viver? Certamente, se devidamente trabalhados, os micromundos com seus mistérios, diversidade e complexidade, podem ser uma grande fonte de encantamento para as crianças e adolescentes, que tem na curiosidade uma de suas maiores potências.

### **Para além do pragmatismo: uma microbiologia integrada**

A Microbiologia pode ir muito além de suas abordagens em “doenças” e “aplicações para o ser humano”, uma vez que compõe um vasto universo, rico em interações, diversidade, particularidades e dinâmicas próprias, enriquecendo o que conhecemos e podemos vir a conhecer sobre o mosaico da vida e da evolução biológica. A exploração da Microbiologia pode expandir nossa percepção de mundo ao exercitar a abstração e reconhecer que a realidade é bem mais complexa do que está ao alcance de nossos sentidos.

Ao contrário de uma concepção tradicionalmente antropocêntrica e utilitarista, que tem promovido uma relação predatória com o ambiente e nos encaminhado a um colapso climático, a Microbiologia nos recorda que há nonilhões de seres em todas as superfícies da Terra que completam seus ciclos indiferentes à humanidade, que aqui estiveram milhões de anos antes sequer do primeiro ser multicelular e continuariam prósperas mesmo após a extinção da raça humana. Ao compreender que os microrganismos não são “menos evoluídos” que nós, temos a oportunidade de dissociar a evolução à superioridade ou à complexidade estrutural, e perceber que existem muitos nichos e estratégias diferentes de adaptação para a vida. Pode-se também trabalhar a ideia de que tantos seres minúsculos, no conjunto de suas ações, geram consequências massivas para toda a biosfera através de suas dinâmicas silenciosas, alicerces da vida como a conhecemos.

Além disto, a Microbiologia configura-se como uma área vasta, que pode transbordar para outras matérias com grande potencial para a interdisciplinaridade, a ser trabalhada junto ao ensino de História (epidemias, revoltas, descobertas que mudaram o rumo da economia e expectativa de vida como a fermentação e os antibióticos...), à Matemática (escalas e unidades de tamanho, estatísticas aplicadas à reprodução de microrganismos ou à epidemiologia, leitura de tabelas, gráficos, etc), à Filosofia (bioética,

questionamentos de natureza teórica relacionados à origem da vida, à definição de ser vivo...), à Arte (arte microbiana, fotografia microbiológica, obras de desenho/pintura de artistas como Ernst Haeckel, música, quadrinhos...), dentre muitos outros.

O artigo de Timmies *et al.* (2019), intitulado “A necessidade urgente da Alfabetização em Microbiologia na Sociedade”, assinado por mais de 30 cientistas de diferentes nacionalidades, defende que a Microbiologia deve ser aderida como uma disciplina na educação básica, uma vez que consideram seus conteúdos tão vitais quanto as demais matérias da atual grade curricular. Ainda que em nosso contexto, na prática, a área não chegue a ocupar seu próprio lugar entre as disciplinas clássicas, é inegável a importância de dedicar mais espaço para abranger seus conteúdos de maneira mais completa e integrada ao longo da educação básica.

Após a reforma do Ensino Médio, de 2017, que tem sido apontada por diversos educadores e pesquisadores como responsável por uma fragmentação e diminuição dos conteúdos curriculares, distribuindo-as em itinerários formativos a serem ofertadas (ou não) pelas instituições (COSTA; SILVA, 2019), torna-se ainda mais importante reforçar conteúdos microbiológicos ao longo do Ensino Fundamental. Apenas construindo de maneira gradativa a familiaridade com as dinâmicas e conceitos microbiológicos será possível a superação dos obstáculos em seu ensino.

## **CONCLUSÃO**

Os principais enfoques da Microbiologia identificados foram agrupados nas categorias emergentes de Biotecnologia; Fundamentos em Taxonomia e Metabolismo; Ecologia; Enfermidades e Riscos à Saúde; Evolução; Impactos Ambientais; e Pesquisadores e o Processo de Pesquisa.

Foi constatado que mais da metade das referências à área encontram-se relacionadas à Enfermidades e Riscos à Saúde, o que, além de suprimir suas demais potencialidades, reforçando uma ideia já muito difundida pela mídia de que os microrganismos estão apenas associados a malefícios e doenças, pode promover comportamentos associados à germafobia, danosos para a saúde humana e equilíbrio ambiental. Foi constatada também a pouca exploração da biodiversidade microbiológica: há apenas um breve parágrafo sobre cada reino microbiano; alguns grupos, como os vírus, são mencionados apenas como agentes patológicos, enquanto outros, como as algas ou cianobactérias sequer são citados; com poucas informações acerca da variabilidade ecológica, morfológica ou taxonômica que pode se manifestar, sem trabalhar termos como microbiota ou microbiomas. A coleção

de livros apresentou também duas propostas de experimento, porém ambas demandam microscópio, material ainda inacessível para a maioria das escolas, especialmente as públicas.

As categorias analisadas apresentaram variados aspectos CTS, enquadrando-se aos propósitos educacionais de *desenvolvimento de percepções entre o conhecimento científico/escolar e o conhecimento do aluno*, apontando a presença dos conteúdos no cotidiano do aluno e relacionando-os com temas em pauta na mídia e na sociedade; e de *questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania*, buscando discutir pautas científicas através de situações-problema, auxiliando o aluno a tomar um posicionamento e influenciar suas atitudes individuais. O propósito educacional menos detectado foi o de *compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos*, que envolve planos de ação coletivos e o questionamento do modelo de desenvolvimento contemporâneo em CT. Talvez este aspecto tenha sido negligenciado por ser encarado como mais complexo e desafiador para a faixa etária do 6º ao 9º ano.

Fica cada vez mais clara a importância de fortalecer as bases em Microbiologia no Ensino Fundamental, integrada a outros conteúdos, dialogando com a tecnologia e sociedade, instigando questionamentos, pensamentos críticos e a busca de informações seguras, voltadas para a vivência em uma sociedade globalizada, complexa e interrelacionada.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, C. H.; PILEGGI, M.; PAZDA, A. K. *Por que a visão científica da microbiologia não tem o mesmo foco na percepção da microbiologia no ensino médio?* In.: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência E Tecnologia, 3., 2012. Anais... Ponta Grossa, 2012.

APPANNA, V. D. (2017). *Human Microbes - The Power Within*. Singapore, Springer Nature. 2017

ARNETH, Borros. *Leftovers of viruses in human physiology*. Brain Structure and Function. 2021.

ASWAD, A; KATZOURAKIS, A. *Paleovirology and virally derived immunity*. Trends in Ecology and Evolution. Nov, 2012

BITTENCOURT, C. M. F; *Livro Didático e Conhecimento Histórico: uma história do saber escolar*. São Paulo, 1993.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular da educação infantil e ensino fundamental*. Brasília: MEC, 2017.

CASSANTI, A. C.; CASSANTI, A. C.; ARAÚJO, E. E.; URSI, S. *Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores*. Colégio Dante Alighieri. São Paulo: 2007.

COSTA, M. O.; SILVA, L. A; *Educação e democracia: Base Nacional Comum Curricular e novo ensino médio sob a ótica de entidades acadêmicas da área educacional*. Revista Brasileira de Educação. v. 24 e240047, 2019.

DATTEIN, R. W; ARAÚJO, M. C. P. *O enfoque CTSA Na BNCC em Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. Salão do Conhecimento, Unjuí. 2019.

FARIA, N. C. F.; *Proposta de Sequência Didática investigativa sobre o tema Microbiologia para Estudantes do 7º Ano do Ensino Fundamental*. Belo Horizonte, 2019

FERREIRA, A. F.; *A Importância da Microbiologia na Escola: Uma Abordagem no Ensino Médio*. Rio de Janeiro, 2010.

FIRMANSHAH, M. I. ; JAMALUDDIN, J.;HADIPRAYITNO G. *Learning difficulties in comprehending virus and bacteria material for senior high schools*. JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia). 2020

FREIRE, R. S.; *Microbiologia no Ensino Fundamental: uma prática para enxergar o invisível*. Medianeira, 2014.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO – FNDE. *Dados Estatísticos*. Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/dados-estatisticos>>. Acesso em: 2 de novembro de 2022.

HENRIQUE, Victor Hugo de Oliveira. *Abordagem dos Conteúdos Microbiológicos em Livros Didáticos do Ensino Médio*. Revista Científica Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas da Eduvale. Jun, 2018.

LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN, A.; CLOUGH, M.P. *Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice*. Handbook of research on science education, 393-441. 2007.

MEDEIROS, K. S. C.. *Microbiologia em livros didáticos de ciências e biologia: abordagem CTS e aplicabilidade do conhecimento*. 2018. 54 f. Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, 2018.

MOOSSAVI, S., et al. *The Prebiotic and Probiotic Properties of Human Milk: Implications for Infant Immune Development and Pediatric Asthma*. *Frontiers in Pediatrics*, 2018; 6: 197, Jul, 2017.

MORAES, R.; GALLIAZZI, M. do C. *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Unijuí, 2007.

NETO, Luiz Sodré. DINIZ, Jhousymere Almeida. Pesquisa-Ação sobre ensino-aprendizagem de microbiologia no Ensino Médio. *Ensino, Saúde e Ambiente*. V9 (2), pp. 12-23, 2016.

OLIVEIRA, N. F.; AZEVEDO, M. N.; NETO, L. S.; Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*. 2016.

ROBINSON, J. M; CAMERON, R.; JORGENSEN, A. Germaphobia! Does Our Relationship With and Knowledge of Biodiversity Affect Our Attitudes Toward Microbes? *Frontiers in Psychology*. Jun, 2021.

SANTOS, W. L. P. *Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma Perspectiva Crítica*. *Ciência & Ensino*, vol. 1, n. esp., nov. 2007.

SANTOS, J.C.; ALVES, L.F.A.; CORRÊA, J.J.; SILVA, E.R.L. Análise comparativa do conteúdo Filo Mollusca em livro didático e apostilas do Ensino Médio de Cascavel, Paraná. *Ciência & Educação*, 13(3): 311-322. 2007.

SILVA, J. P. P.; FREITAS, W. L. S.; ALMEIDA, B. M.; ARAÚJO, M. S.; *Mundo da virologia”: estratégia didática no ensino de Microbiologia*. *Revista Insignare Scientia*. 2021.

SOUZA, J. R. T; et al. *Possibilidade de abordagem sobre saberes e questões associadas a educação CTS e a sua interface com a área de Ciências da Natureza da BNCC*. XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC. 2021.

SOUZA, R. S.; GALIAZZI, M. do C. *O jogo da compreensão na análise textual discursiva em pesquisas na educação em ciências: revisitando quebra-cabeças e mosaicos*. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 799-814, 2018

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D; *Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros*. Alexandria. 2017.

TIMMIS, K. et al. *The urgent need for microbiology literacy in Society*. *Environmental Microbiology* 21(5), 1513–1528. (2019). Disponível em: <



<https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1462-2920.14611>> Acesso em 14 de maio, 2021.