

Microbiologia em livros didáticos de Ciências e Biologia: Abordagem CTS e aplicabilidade do conhecimento

RESUMO

A pesquisa analisou conteúdos relativos à Microbiologia contemplados em Livros Didáticos (LD) de Ciências e Biologia considerando a importância deste recurso na Educação Básica e a necessidade de se explorar os conhecimentos da área abordada sob a perspectiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A pesquisa foi desenvolvida a partir da seleção do assunto de Microbiologia em LD, seguida pelo estabelecimento de critérios para análise qualitativa das obras, baseando-se no Guia Nacional do Livro Didático do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) e na confecção de uma tabela de pontuação atribuída aos critérios analisados. Percebeu-se que a maioria dos livros abordou a Microbiologia de forma moderada ou satisfatória, apesar de um dos LD de Ciências não fazer qualquer referência ao tema.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Microbiologia. Ensino de Ciências e Biologia. Educação em Ciências.

Luiz Sodré Neto

luizsodre@ufcg.edu.br
[0000-0002-9342-5934](tel:0000-0002-9342-5934)

Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, Paraíba, Brasil.

Karla Samantha Cavalcanti de Medeiros

ssamantha_karla@hotmail.com
[0000-0002-4005-0323](tel:0000-0002-4005-0323)

Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, Paraíba, Brasil.

Rayssa Nayara Venâncio Bezerra

rayssabezerrav@gmail.com
[0000-0002-2554-5117](tel:0000-0002-2554-5117)

Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, Paraíba, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências e de Ciências da Natureza e suas Tecnologias com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) deve contribuir para nortear os estudantes numa perspectiva de participação efetiva no processo de ensino-aprendizagem, mais precisamente no que diz respeito à necessidade de entender a aproximação entre os conhecimentos científicos e as suas influências diretas ou indiretas em todos os setores da sociedade.

No contexto escolar atual, o Livro Didático (LD) ainda figura como uma ferramenta imprescindível. Por vezes, ele é o único recurso disponível para professores e estudantes e, por isso, alguns estudos ressaltam a sua importância na organização curricular. Diante de sua relevância, o LD deve ser objeto de constantes pesquisas para sua atualização (SILVA; OLIVEIRA, 2013). Concomitantemente, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), com as suas atualizações, além de garantir o padrão de qualidade do material didático, objetiva também apoiar a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Tratando-se da contextualização, interdisciplinaridade e abordagem CTS em livros didáticos, visto que estes aspectos constituem uma das principais ferramentas para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem das ciências, é importante a investigação destes quesitos para saber se os LD utilizados na Educação Básica estão contribuindo de maneira positiva ou negativa (PEIXE *et al.*, 2017). Além disso, estudos sobre o desenvolvimento de Unidades Didáticas, sobre o uso adequado do manual do professor e sobre a autonomia do professor em relação à utilização do LD e de outros materiais didáticos tornam-se igualmente prementes. As pesquisas em Ensino com este viés podem contribuir para o trabalho dos professores em sala de aula e para o entendimento da Ciência disseminada no cotidiano das pessoas.

Particularmente, o ensino de Microbiologia na Educação Básica é considerado um desafio em função de diversos entraves que restringem a aplicabilidade do conhecimento e conseqüentemente a aprendizagem de professores e estudantes. Dentre os principais entraves, o nível elevado de abstração exigido dos estudantes e a falta de contextualização e interdisciplinaridade são elementos que influenciam negativamente e precisam ser evidenciados para que esta e outras subáreas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias sejam melhor trabalhadas nas aulas e expressas no material didático.

A interdisciplinaridade aparece nesse contexto como uma perspectiva de trabalho pedagógico que promove o diálogo entre as diversas áreas do conhecimento e seus conteúdos, de modo a fortalecer, qualificar e contextualizar o processo de aprendizagem dos discentes em seus respectivos níveis de ensino (FORTUNATO; CONFORTIN; SILVA, 2013). Logo, ela também passa a ser uma abordagem necessária em LD, a fim de potencializar o processo de ensino-aprendizagem e de auxiliar no desenvolvimento de competências para a resolução de problemas.

Nessa perspectiva, ainda que por um lado a Microbiologia seja considerada complexa, por outro contempla uma série de conceitos, também complexos, mas que permitem aplicação direta nas questões sociais, tais como a ação dos microrganismos na decomposição, na indústria de alimentos e fármacos, na biorremediação, no tratamento de águas e esgotos, no funcionamento dos

diversos seres vivos e ecossistemas, dentre outras considerações. Muito embora estas abordagens possibilitem contextualização e interdisciplinaridade, há prevalência de concepções alternativas, muitas vezes associadas ao fato de as pessoas comumente relacionarem os microrganismos exclusivamente às doenças infecciosas (AZEVEDO; SODRÉ-NETO, 2014; OLIVEIRA; AZEVEDO; SODRÉ-NETO, 2016).

A falta de contextualização nas aulas pode ser o fator determinante para a tamanha representatividade de ideias equivocadas sobre a Microbiologia (SODRÉ-NETO; COSTA, 2016). A aplicabilidade dos conceitos parece não estar presente nas aulas ou serem desarticuladas dos conteúdos específicos da área, mesmo estando bem expressas em alguns LD. Logo, as situações do dia-dia, como a presença de microrganismos em todos os ecossistemas, inclusive viabilizando a existência de animais e plantas, por exemplo, a partir das transformações da matéria em termos de produção primária e decomposição, e de relações harmônicas como simbioses, deveriam predominar no início das aulas como estímulo ao interesse e ao consequente diálogo desejado para que se busque aprendizagem a partir da construção do conhecimento.

Considerando a importância do LD como fonte de informação mais comum na Educação Básica e a predominância de concepções alternativas ou falta de conhecimento sobre a Microbiologia aplicada, frequentemente evidenciadas em pesquisas em Ensino de Ciências e Biologia, o objetivo deste trabalho foi analisar como os conteúdos estão sendo contemplados em LD de Ciências e Biologia, a fim de identificar, sobretudo, se as obras didáticas abordam os conceitos de Microbiologia sob uma perspectiva CTS em que permeiem aspectos de contextualização, de interdisciplinaridade e, conseqüentemente, de aplicabilidade de conhecimentos.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida seguindo três etapas consecutivas: primeiramente foram selecionados os LD de Ciências e Biologia usados em escolas municipais, estaduais e privadas dos estados do RN e da PB; em seguida, foram estabelecidos os critérios para análise qualitativa das obras, baseando-se no Guia Nacional do Livro Didático do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015 (BRASIL, 2014); e, por último, foi atribuída uma pontuação para os critérios analisados em outra tabela. Todos os critérios estabelecidos foram direcionados à análise da Microbiologia presente nos LD.

2.1 A seleção de livros didáticos

A escolha dos LD foi feita utilizando-se as coleções disponíveis nas escolas-alvo, das quais foram selecionadas as edições de 2010 e 2015 publicadas para Ensino Fundamental e Ensino Médio. Para cada obra selecionada foi atribuído um código iniciado com a letra C para representar os LD de Ciências e com a letra B para os LD de Biologia, seguidos de números consecutivos de acordo com a ordem aleatória de análise. Como exemplo, o primeiro LD de Ciências analisado recebeu o código C1, assim como o primeiro LD de Biologia analisado recebeu o código B1. Um total de oito LD de Ciências (Ensino Fundamental II) e de nove LD de Biologia

(Ensino Médio) foram analisados e seguem identificados e organizados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Relação de livros de Ciências utilizados no Ensino Fundamental II selecionados para análise

Código	Obra	Autor	Editora	Ano de Edição
C1	Investigar e conhecer- 6ºAno	LOPES, S.	Saraiva	2015
C2	Investigar e conhecer- 7ºAno	LOPES, S.	Saraiva	2015
C3	Investigar e conhece- 8ºAno	LOPES, S.	Saraiva	2015
C4	Investigar e conhecer- 9º Ano	LOPES, S.	Saraiva	2015
C5	Companhia das ciências- 6º Ano	USBERCO, J. <i>et al.</i>	Saraiva	2015
C6	Companhia das ciências- 7º Ano	USBERCO, J. <i>et al.</i>	Saraiva	2015
C7	Companhia das ciências- 8º Ano	USBERCO, J. <i>et al.</i>	Saraiva	2015
C8	Companhia das ciências- 9º Ano	USBERCO, J. <i>et al.</i>	Saraiva	2015

Fonte: Dados organizados pelos autores (2023).

Tabela 2 – Relação de livros de biologia utilizados no Ensino Médio selecionados para análise

Código	Obra	Autor	Editora	Ano de Edição
B1	BIO- Edição especial (Volume I)	LOPES, S.; ROSSO, S.	Saraiva	2015
B2	BIO- Edição especial (Volume II)	LOPES, S.; ROSSO, S.	Saraiva	2015
B3	BIO- Edição especial (Volume III)	LOPES, S.; ROSSO, S.	Saraiva	2015
B4	Biologia- Diálogos com a vida (Parte 1)	FAVARETTO, J. A.	FTD	2015
B5	Biologia- Diálogos com a vida (Parte 2)	FAVARETTO, J. A.	FTD	2015
B6	Biologia- Diálogos com a vida (Parte 3)	FAVARETTO, J. A.	FTD	2015
B7	Biologia (Ser protagonista 1)	SANTOS; AGUILAR; OLIVEIRA	SM	2010
B8	Biologia (Ser protagonista 2)	SANTOS; AGUILAR; OLIVEIRA	SM	2010

B9	Biologia (Ser protagonista 3)	SANTOS; AGUILAR; OLIVEIRA	SM	2010
----	----------------------------------	---------------------------------	----	------

Fonte: Dados organizados pelos autores (2023).

2.2 Os critérios para análise

A análise dos livros foi conduzida com enfoque nos conteúdos referentes à Microbiologia, na qual o principal objetivo consistiu em avaliar a forma com que este tema está inserido em LD de Ciências e Biologia utilizados no Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

No que diz respeito aos critérios avaliativos, optou-se por utilizar uma lista adaptada a partir dos critérios aplicados pelo Programa Nacional do Livro Didático 2015 (BRASIL, 2014), dividida em três dimensões (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise de temas de microbiologia em LD de Ciências e Biologia (Guia PNLD 2015) segundo dimensões formativas

Dimensões analisadas em livros didáticos Biologia e Ciências PNLD 2015	Critérios em análise
Dimensão I CONTEXTUALIZAÇÃO E INTERDISCIPLINARIDADE (Conceitos, definições e interações cotidianas)	Saúde humana (interferências positivas e negativas); Importância da microbiologia; Recursos visuais (imagens autoexplicativas e coerentes com o texto).
Dimensão II APLICABILIDADE DO ENSINO (Dinâmica, experimentos, e procedimentos laboratoriais)	Aproximação dos conceitos e práticas ligadas a microbiologia; Proposição de questões experimentais.
Dimensão III EMANCIPAÇÃO E CRITICIDADE (Abordagem CTS)	Uso de textos complementares.

Fonte: Adaptado de Brasil (2014).

A dimensão I de análise objetivou observar, sobretudo, se o livro didático apresenta contextualização da temática de microbiologia quanto a saúde humana e importância dos microrganismos, além de identificar a forma de inserção dos recursos visuais nas obras, com ênfase na observação de imagens em cada livro didático, com o intuito de analisar quais são as que apresentam uma aproximação do cotidiano e também com a contextualização.

A dimensão II teve como finalidade observar se o livro didático discorre sobre a aplicabilidade do ensino no que diz respeito à aproximação dos conteúdos da microbiologia voltados para a proposição das questões e conseqüentemente a práticas integrativas, ressaltando as práticas laboratoriais.

A dimensão III pretendeu analisar a emancipação e criticidade com enfoque na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. A proposta foi analisar se o livro

didático dispõe de textos complementares que favorecem a leitura e o entendimento de forma satisfatória.

2.3 O método de avaliação dos critérios

Para avaliação de cada critério estabelecido nas dimensões de análise dos LD foram atribuídos valores em escala numérica, conforme a Tabela 4. Cada livro foi analisado minuciosa e individualmente, fazendo-se as devidas atribuições de valor a cada critério de análise e, eventualmente, listando observações relevantes de cada obra.

Tabela 4 – Valores atribuídos em escala numérica para análise de critérios de LD de Ciências e Biologia

Valores	Considerações em cada valor
4	A obra contempla satisfatoriamente o quesito
3	A obra contempla moderadamente o quesito
2	A obra contempla insatisfatoriamente o quesito
1	A obra não contempla ao quesito

Fonte: Os autores (2023).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se constantemente uma preocupação com a qualidade do ensino e isso envolve tanto os aspectos da prática docente quanto as questões relacionadas ao material didático disponível. A qualidade do material tem sido investigada com frequência, em pesquisas como esta, preocupando-se com os conteúdos apresentados em termos de sequências didáticas e também de modalidades alternativas para abordagem. Frequentemente, a experimentação, por exemplo, é interpretada como uma prática complementar ou confirmativa de uma teoria aparentemente consolidada. Esta ideia, discutida na análise da dimensão II deste trabalho, interfere na contextualização dos temas (Dimensão I) e, conseqüentemente, na abordagem CTS também em textos complementares presentes nos LD (Dimensão III).

Na presente pesquisa, as dimensões propostas seguem na sequência dos subtópicos abaixo com as respectivas análises e discussões dos resultados.

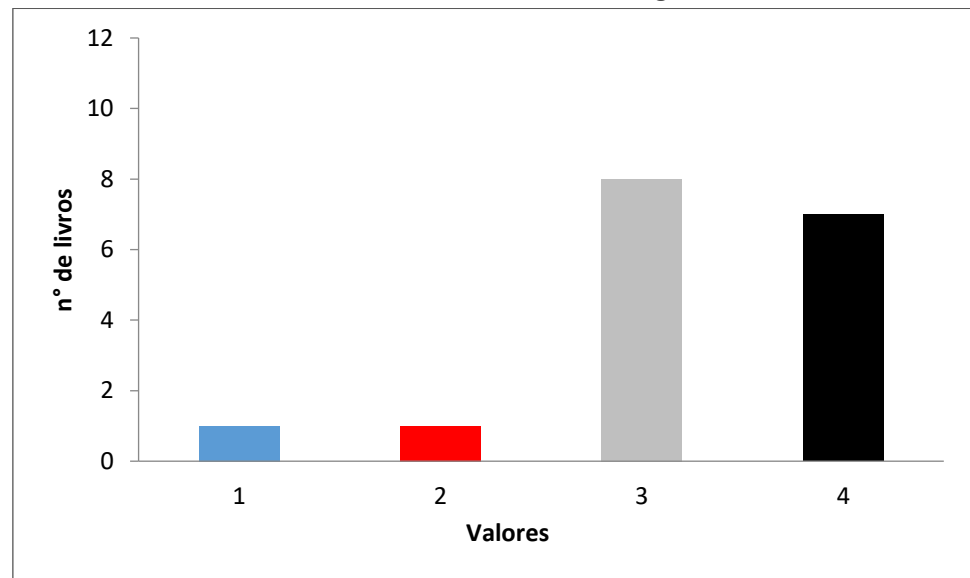
3.1 Dimensão I - Contextualização e interdisciplinaridade (Conceitos, definições e interações cotidianas)

A dimensão I foi direcionada à saúde humana e à importância da microbiologia, de forma contextualizada e interdisciplinar. Também abrangeu os recursos visuais, considerando que esses são fundamentais no processo de ensino aprendizagem de Ciências e Biologia.

Saúde humana

No que diz respeito à abordagem de saúde humana relacionada à Microbiologia, oito LD foram classificados com o valor 3 (C1, C5, C7, B1, B2, B4, B7 e B9), referente à contemplação moderada do quesito, e sete LD com o valor 4 (C2, C3, C6, B3, B5, B6 e B8) por contemplarem satisfatoriamente (Figura 1).

Figura 1 – Número de LD classificados com cada valor quanto ao critério de saúde humana relacionada à microbiologia.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Observou-se que entre os livros classificados com o valor 3, o conteúdo foi explanado, sem informações muito detalhadas. No livro C1, no capítulo que tem como título “*A poluição do solo*”, o autor menciona alguns riscos que o descarte incorreto do lixo pode trazer a saúde humana. Além disso, aborda sobre algumas doenças causadas por microrganismos. Ainda falando sobre saúde, o capítulo intitulado “*Água e os seres vivos*” aborda sobre alguns microrganismos presentes em poças de água. Nos livros C5, C7 e B1, B2, B4, B7 e B9 os autores apresentaram a decomposição por bactérias e fungos, as possíveis doenças causadas por veiculação hídrica.

É relevante contemplar os aspectos da Microbiologia associados à saúde humana, embora seja proporcionalmente relevante a evidência das consequências das atividades microbianas positivas para os diversos seres e ambientes. Bernardi *et al.* (2019), em uma investigação sobre as concepções prévias de estudantes das séries iniciais sobre microrganismos, mostram que esses seres são vistos majoritariamente na perspectiva de causadores de doenças em seres humanos e, portanto, simplista em relação a complexidade das contribuições dos microrganismos em vários outros segmentos.

Os livros para os quais foram atribuídos o valor 4 se caracterizam por possuir uma abordagem sobre saúde humana voltada para a microbiologia de forma satisfatória, pois, a relação entre microrganismos e saúde humana foi descrita em diferentes momentos ao longo dos capítulos, abrangendo desde as doenças que podem ser causadas por esses seres, descrição das formas de veiculação, prevenção e tratamento, até o uso de microrganismos na produção de alguns

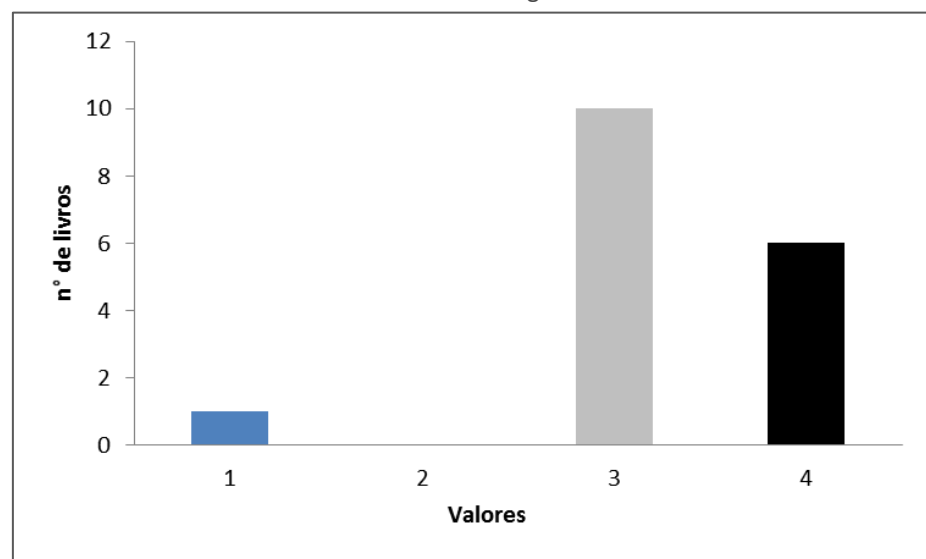
fármacos importantes como o caso na penicilina. Dentre os livros, o C2 destacou, além de doenças causadas por vírus e bactérias, os vírus utilizados no controle biológico e também a “*Variola e a descoberta da Vacina*”.

O C4 foi classificado com o valor 2 por abranger o tema de forma insatisfatória. Este faz alusão ao tema apenas ao citar a ação de microrganismos para auxiliar na digestão humana. E apenas o C8 foi classificado com o valor 1, uma vez que a obra não fez menção alguma à saúde humana envolvendo os conteúdos microbiológicos.

Importância da microbiologia

Quanto à importância da microbiologia, a maioria dos LD, dez das obras analisadas (C1, C2, C3, C4, C6, B1, B6, B7, B8 e B9), obteve o valor 3 (Figura 2). Apesar de estar presente, foi observado que a importância da microbiologia é apresentada de forma sucinta ao longo do livro ou há ênfase apenas na importância médica dos microrganismos, por meio da descrição das doenças causadas pelos mesmos.

Figura 2 – Número de LD categorizados em cada valor quanto ao critério de importância da microbiologia.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os livros C1, C2, C3, C4, C6, B8 e B9 apresentam algumas doenças causadas por microrganismos, em especial por vírus e bactérias. Em B1 e B7 os autores abordam princípios básicos relacionados à microbiologia como, por exemplo, as diferenças entre microrganismos eucariotos e procariotos, reprodução sexuada e assexuada, e também a utilização do microscópio.

Outra parcela significativa dos livros, seis deles (C5, C7, B2, B3, B4, B5), contemplam satisfatoriamente a importância dos conteúdos microbiológicos (Figura 2). Nestas obras, foi observada uma maior riqueza de detalhes no que diz respeito a importância da microbiologia, inclusive com inclusão dessa temática em conteúdos direta ou indiretamente associados.

O livro C5, mencionou a produção de alguns alimentos como coalhada e iogurte, promovendo contextualização, a fim de desconstruir a ideia de que os microrganismos são apenas agentes causadores de doenças. Na mesma direção, Brandão (2011) afirma que estes seres possuem um grande potencial econômico, com a produção de medicamentos e alimentos, além do seu emprego em técnicas de engenharia genética, possibilitando a fabricação de hormônios como a insulina, por exemplo. Adicionalmente, praticamente todos os seres vivos, incluindo os seres humanos, dependem de relações simbióticas estabelecidas com certas espécies de bactérias que contribuem tanto para a defesa do seu organismo, quanto para a produção de vitaminas e digestão dos alimentos.

O livro B2 aborda sobre os microrganismos a partir de uma indagação: “*Por que estudar os vírus, procariontes, protistas e fungos?*” Essa proposta busca contextualização e levanta o caráter investigativo do conhecimento em Ciências. Igualmente classificado, por abordagem satisfatória do quesito, o livro B3 apresenta bem a relação dos microrganismos com vacinas, organismos transgênicos, estrutura dos ecossistemas, fluxo de energia e ciclo da matéria. Os livros B4 e B5 também fazem referência à participação dos microrganismos, nas relações ecológicas, na economia e na biotecnologia. Marcelino e Marques (2017) enfatizam a importância de abordagem da biotecnologia, que se encontra presente no cotidiano, em diversos segmentos, e pode ajudar também as pessoas a adquirirem novos conhecimentos.

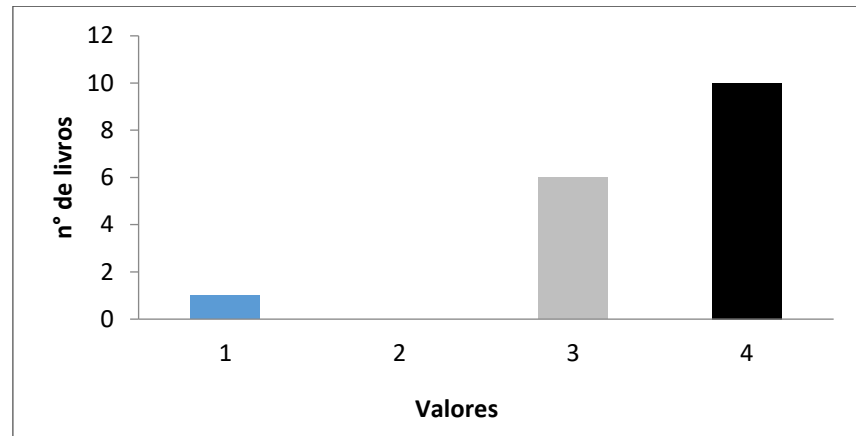
Ainda que os seis LD destacados tenham contemplado a importância da microbiologia de maneira satisfatória, a maioria deles ainda abrangeu de maneira moderada. Estes dados corroboram Azevedo e Sodré-neto (2014), Silva e Menolli Junior (2016) e Batista, Cunha e Cândido (2010), em seus estudos sobre bacteriologia, micologia e virologia em LD, respectivamente, nos quais, as importâncias dos referidos t picos em microbiologia foram contempladas em grande parte dos livros de maneira moderada, sem maiores aprofundamentos. Uma abordagem mais qualificada para essa temática, portanto,   necessária, tanto para desmistificar a impressão de que microrganismos são essencialmente causadores de doenças, quanto para melhorar os conhecimentos sobre as inúmeras consequências positivas da atividade microbiana.

Recursos Visuais

Os recursos visuais nos LD, quando aliados aos conceitos informados por meio da linguagem verbal, atuam como elementos essenciais na comunica o dos conhecimentos científicos (COUTINHO; SOARES, 2010), uma vez que podem auxiliar na consolida o das ideias a partir de imagens ou ilustra es, desde que sejam claras e com legendas e escalas adequadas.

No que diz respeito aos recursos visuais, um total de dez livros obteve classifica o com o valor 4 (C2, C6, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8 e B9) (Figura 3). Neles, os recursos foram contemplados e apresentaram aspectos de interdisciplinaridade e contextualiza o.

Figura 3 – Número de LD categorizados em cada valor quanto ao critério de recursos visuais.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os livros C2, C6, B2, B3, B4, B6, B7, B8 e B9 apresentaram imagens mais atualizadas, com as respectivas legendas explicativas, em termos de exploração de temas relacionados às ações cotidianas, como a presença de microrganismos naturalmente nos diversos ambientes, a ênfase na importância dos microrganismos fotossintetizantes e o uso de microrganismos na biotecnologia para a fabricação de medicamentos, alimentos e outros materiais de consumo humano.

Com atribuição do valor 3, seis livros (C1, C3, C4, C5, C7 e B1) apresentaram os recursos visuais com interpretação moderada e foram assim classificados por apresentarem, na maioria das vezes, imagens mais antigas e convencionais, como a da produção da insulina, de queijos, de iogurtes e bebidas por microrganismos, além das ilustrações com a presença de microrganismos nos ciclos da matéria, ressaltando também as relações simbióticas com plantas e com outros microrganismos para o bom funcionamento dos ecossistemas terrestres e aquáticos.

Mesmo possuindo legendas autoexplicativas em alguns casos, a atualização desses recursos visuais e de suas respectivas legendas é de suma importância porque pode ajudar no processo de aprendizagem. A maioria dos livros analisados apresentou uma quantidade significativa de imagens inseridas ao texto e, também por isto, nenhuma obra foi classificada com o valor 2.

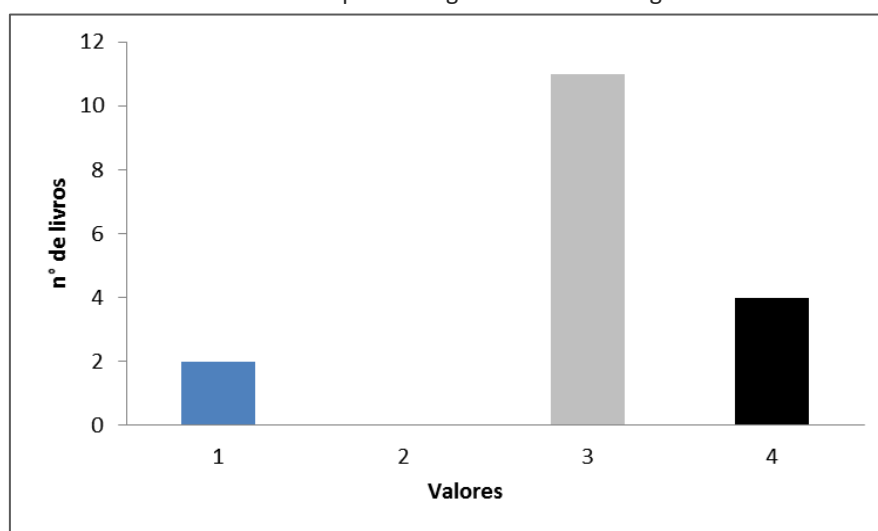
3.2 Dimensão II - Aplicabilidade do ensino (Dinâmica, experimentos e procedimentos laboratoriais)

A dimensão II interpretou a aproximação dos conceitos e práticas ligadas à microbiologia de forma a analisar a aplicabilidade do ensino nos LD. Além disso, também envolveu a análise da proposição de questões experimentais nos conteúdos que envolvem essa temática. A interpretação com ênfase nesses aspectos partiu do pressuposto de que a inclusão de práticas nos LD e, conseqüentemente, o incentivo a sua execução em sala de aula pode potencializar a aprendizagem em microbiologia.

Aproximação dos conceitos e práticas ligadas à microbiologia

Onze LD (C2, C3, C4, C5, C6, C7, B2, B3, B5, B6 e B7) foram classificados com o valor 3, quatro LD (B1, B4, B8 e B9) com o valor 4, e os outros dois LD (C1 e C8) com o valor 1 por não contemplarem este quesito (Figura 4).

Figura 4 – Número de LD categorizados em cada valor quanto a aproximação dos conceitos e práticas ligadas à microbiologia.

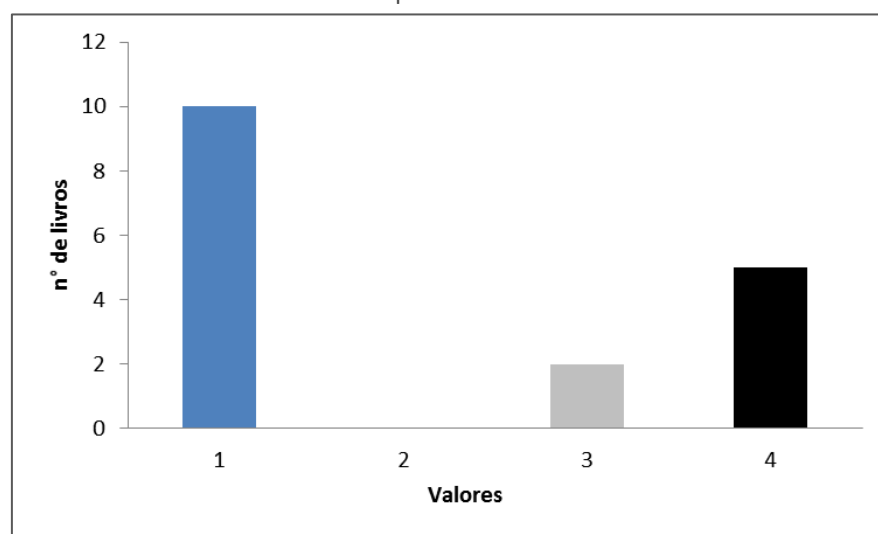


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Proposição de questões experimentais

A maioria dos LD (C1, C3, C4, C7, C8, B1, B2, B3, B4 e B6) não contemplou a proposição de questões experimentais voltadas para conteúdos microbiológicos, sendo classificados com valor 1 (Figura 5).

Figura 5 – Número de LD categorizados em cada valor quanto a proposição de questões experimentais.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os resultados descritos são semelhantes aos apresentados por Azevedo e Sodré-Neto (2014) em sua pesquisa sobre bacteriologia, na qual identificaram apenas um entre os onze livros analisados com proposta de atividade prática. Silva e Menolli Júnior (2016) descreveram que, em rela o às atividades experimentais sobre fungos, apenas três livros entre os oito analisados por eles ofereceram esse tipo de atividade.

No que diz respeito   importância dessas questões experimentais inseridas nos LD, os resultados são preocupantes e indicam a necessidade da inser o de mais e melhores abordagens experimentais. Deitos e Malacarne (2020) defendem que o professor, frente ao LD de Ciências em rela o a questões propostas para experimenta o, deve identificar conteúdos e concep es inapropriadas para que esses momentos subsidiem a aprendizagem plena. Isso inclui também a aten o em rela o   metodologia a ser seguida e   constru o de um espaço facilitador para constru o do conhecimento científico, de modo que os estudantes atuem diretamente. A experimenta o, segundo Oliveira e Soares (2010), apresenta várias contribui es para motivar e despertar a aten o dos estudantes, além de incentivar a tomada de decisões e auxiliar na compreensão da natureza da Ciência.

Cinco livros (C6, B5, B7, B8 e B9) contemplaram de forma satisfatória este quesito e foram classificados com o valor 4. O livro C6, aborda variadas questões experimentais, como no capítulo referente às bactérias, onde apresenta uma prática intitulada “*Existem bactérias no meu piercing*”, usando o mesmo tipo de estratégia para a abordagem sobre os vírus e sobre os protozoários na sequência. Percebeu-se, dessa forma, a preocupa o do autor em sugerir experimentos ao final de cada capítulo dos conteúdos referentes   Microbiologia.

Assim como o C6, os livros B5, B7, B8 e B9 desenvolveram os seus capítulos com temas da Microbiologia, estabelecendo rela es com o cotidiano por meio das propostas de experimentos para destacar a presença e a atividade microbianas desde a produ o de alimentos e de biocombustíveis até a coloniza o de ambientes.

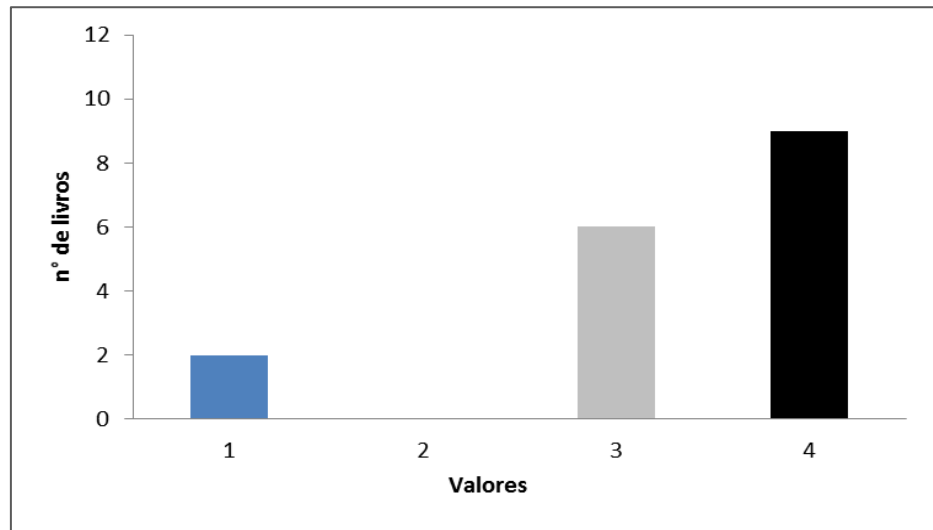
3.3 Dimensão III- Emancipa o e Crítica (Abordagem CTS)

A dimensão III serviu para análise sobre o uso de textos complementares dos LD de maneira a analisar suas contribui es na emancipa o e crítica dos estudantes. Além disso, também abordou sobre a forma de inclusão da abordagem CTS dos textos complementares com ênfase nos temas da microbiologia.

Uso de textos complementares

Quanto   análise da presença de textos complementares, nove obras didáticas (C2, C3, C6, B1, B2, B5, B7, B8 e B9) foram classificadas com o valor 4 (Figura 6).

Figura 6 – Número de LD categorizados em cada valor quanto ao uso de textos complementares.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

O livro C2 apresenta textos complementares em todos os capítulos, o que pode favorecer ainda mais a contextualização e o entendimento dos assuntos abordados. Além disso, apesar de ser um livro usado no Ensino Fundamental II, foi identificado mais de um texto complementar abordando o uso de vírus no controle biológico, uma das aplicações importantes desse tipo microrganismo. A importância dada pelo professor a esse tipo de leitura pode favorecer o entendimento da Ciência mais aproximada da realidade, evitando que os estudantes interpretem a ciência como algo isolado.

Os demais livros que tiveram abordagem satisfatória deste quesito também contribuem com textos que aproximam os microrganismos dos problemas reais, enfatizando as importâncias ecológicas e econômicas, além das importâncias médicas destes seres.

No livro B7, vale destacar, como um exemplo de textos que aparecem nesta obra, o título *“Microscópio contra o crime”* e o subtítulo *“Ciência, tecnologia e Sociedade”*. O autor ratifica a importância desse movimento (CTS) fundamental no processo de ensino-aprendizagem, concordando com Sodré-Neto e Costa (2016) em relação à indissociabilidade de C, T e S. Assim como no livro B7, ao final de cada capítulo do livro B8 o autor faz questão usar textos complementares contextualizados e também usa *“Ciência, Tecnologia e Sociedade”* como subtítulo.

No percurso de cada capítulo do livro B9 também aparecem os textos complementares buscando inserir o leitor no ambiente CTS. Para isto o autor usa títulos abordando biotecnologia, genética, transgênicos e vacinas, dentre outros temas que atraem atenção das pessoas.

Os seis livros classificados com o valor 3 (C1, C4, C5, C7, B4 e B6) foram assim classificados por apresentarem menos textos complementares com abordagem da Microbiologia ou com abordagem sucinta dos temas propostos.

Apesar de terem textos complementares, os livros C8 e B3 não apresentaram abordagem de assuntos relacionados à Microbiologia nestas leituras e por isto estão apresentados com valor 1.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Princípios de contextualização e interdisciplinaridade encontram-se presentes, de modo geral, nos LD de Ciências e Biologia analisados e o PNLD pode ter grande parte de contribuição para a permanência e qualidade destas abordagens. Por outro lado, a discussão evidencia a prevalência da ausência destes fatores em pesquisas em Ensino, talvez pelo fato de os profissionais não acompanharem as propostas de atividades ou leituras presentes nos LD, por motivos diversos, inclusive por falta de interesse em se manterem atualizados.

Do mesmo modo, quando se tratam de aproximações entre os conceitos e práticas da Microbiologia, embora estejam presentes na maioria dos LD, as próprias propostas de experimentação encontram-se ao final de cada capítulo ou unidade, como se este tipo de prática servisse apenas para consolidar determinada teoria. Torna-se fundamental, por esta constatação, ressaltar a função investigativa da prática experimental e alertar o professor para a sua responsabilidade em problematizar e criar situações de aprendizagem.

Quanto à proposta de material complementar, na perspectiva de CTS, grande parte dos LD avaliados também se mostrou eficiente, proporcionando uma facilidade maior em relação ao acesso às leituras que abordem assuntos específicos e suas possíveis aplicações.

Os dados aqui levantados e discutidos ressaltam que a Microbiologia, apesar de estar presente de forma moderada ou satisfatória, de acordo com a maior parte dos critérios analisados, na maioria dos LD, permanece com algumas limitações relacionadas ao ensino-aprendizagem baseado nos livros. Isto reforça não apenas a necessidade da continuidade de pesquisas sobre os LD utilizados na Educação Básica, especialmente quanto às Ciências da Natureza e suas Tecnologias, mas também a de estimular os professores para que eles façam o uso adequado do material didático, inclusive do manual do professor.

Sugere-se também que a análise dos manuais do professor seja tema para pesquisas futuras, já que este tipo de material apresenta construção específica, podendo embasar a prática docente com outras informações e sugestões de experimentação que não necessariamente aparecem nas obras destinadas aos alunos.

MICROBIOLOGY IN SCIENCE AND BIOLOGY TEXTBOOKS: STS APPROACH AND KNOWLEDGE APPLICATIONS

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze contents related to Microbiology included in textbooks of Sciences and Biology, considering the importance of these books in Basic Education and the need to explore the knowledge in a Science, Technology, and Society (STS) approach. Research was carried out from selection of the textbooks, followed by the establishment of criteria to the qualitative analysis, based on National Guide of the National Textbook Plan (PNLD/2015). Data were categorized in a scoring table. Most of textbooks approached Microbiology in a moderate or satisfactory way, although one of them make no reference to the subject.

KEYWORDS: Microbiology teaching. Science and Biology teaching. Science education.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, T. M.; SODRÉ-NETO, L. Bacteriologia na educação básica: como esse tema é abordado nos livros didáticos? **Acta Scientiae**, v. 16, n. 3, p. 631- 647, 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/993/1056>. Acesso em: 26 jun. 2023.
- BATISTA, M. V. A; CUNHA, M. M. S; CÂNDIDO, A. L. Análise do tema virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 1, p. 145-158, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/cFt9HQYRH3bXv7gFrXTyRxG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 jun. 2023.
- BRANDÃO, A. Bactérias, essas velhas, perigosas e benéficas conhecidas. **Pharmacia Brasileira**, Brasília, n. 83, p. 17-21, 2011. Disponível em: https://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/134/017a021_entrevista_carlos_albini.pdf. Acesso em: 26 jun. 2023.
- BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015: Biologia: Ensino Médio**. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014. 80p. Disponível em: https://www.fnde.gov.br/phocadownload/programas/Livro_Didatico_PNLD/Guia_s/PNLD_2015/pnld_2015_biologia.pdf. Acesso em: 04 mai. 2023.
- BERNARDI, G; LEONARDI, A. F; SILVEIRA, M. S; FERREIRA, S. A; GOLDSCHMID, A. I. Concepções prévias dos alunos dos anos iniciais sobre microrganismos. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n. 1, p. 55-69, 2019. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/974#:~:text=Os%20resultados%20foram%20submetidos%20%C3%A0,microbiologia%20um%20tema%20muito%20abstrato>. Acesso em: 04 mai. 2023.
- COUTINHO, F. A.; SOARES, A. G. Restrições cognitivas no livro didático de biologia: um estudo a partir do tema “ciclo do nitrogênio”. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 2, p. 137-150, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LNr9JPZMffmt5ZjjNv4t7Sc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 jun. 2023.
- DEITOS, G. M. P.; MALACARNE, V. Experimentação no ensino de ciências: um olhar para os livros didáticos do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/7596/pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.
- FAVARETTO, José Arnaldo. **Biologia – Diálogos com a Vida (Parte 1)**. Biologia, 1 ano, ensino médio. São Paulo: FTD, 2015.

FAVARETTO, José Arnaldo. *Biologia – Diálogos com a Vida (Parte 2)*. Biologia, 2 ano, ensino médio. São Paulo: FTD, 2015.

FAVARETTO, José Arnaldo. *Biologia – Diálogos com a Vida (Parte 3)*. Biologia, 3 ano, ensino médio. São Paulo: FTD, 2015.

FORTUNATO, R.; CONFORTIN, R.; SILVA, R. Interdisciplinaridade nas escolas de educação básica: da retórica à efetiva ação pedagógica. **Revista de Educação do Cogeime**, v. 22, n. 43, 2013. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-cogeime/index.php/COGEIME/article/view/119>. Acesso em: 26 jun. 2023.

LOPES, Sônia. **Investigar e Conhecer**: ciências da natureza, 6 ano, ensino fundamental II. São Paulo: Saraiva, 2015.

LOPES, Sônia. **Investigar e Conhecer**: ciências da natureza, 7 ano, ensino fundamental II. São Paulo: Saraiva, 2015.

LOPES, Sônia. **Investigar e Conhecer**: ciências da natureza, 8 ano, ensino fundamental II. São Paulo: Saraiva, 2015.

LOPES, Sônia. **Investigar e Conhecer**: ciências da natureza, 9 ano, ensino fundamental II. São Paulo: Saraiva, 2015.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. **BIO – Edição Especial (Volume I)**: biologia, 1 ano, ensino médio. São Paulo, Saraiva, 2015.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. **BIO – Edição Especial (Volume II)**: biologia, 2 ano, ensino médio. São Paulo, Saraiva, 2015.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. **BIO – Edição Especial (Volume III)**: biologia, 3 ano, ensino médio. São Paulo, Saraiva, 2015.

MARCELINO, L. V.; MARQUES, C. A. Abordagens educacionais das biotecnologias no ensino de ciências através de uma análise em periódicos da área. **Revista Investigação em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 61-77, 2017. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/374/pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

OLIVEIRA, Noé; SOARES, Marlon Herbert Flora Barbosa. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010. Brasília. **Resumos do ENEQ**. Brasília: Universidade de

Brasília, 2010. Tema: Experimentação no Ensino. Disponível em:
<http://www.sbj.org.br/eneg/xv/resumos/R1316-1.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

OLIVEIRA, N. F.; AZEVEDO, T. M.; SODRÉ-NETO, L. Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. **Revista brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 260-276, 2016. Disponível em:
<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2031/2967>. Acesso em: 03 jun. 2018.

PEIXE, P. D.; PINHEIRO, L. G.; ARAÚJO, M. F. F.; MOREIRA, S. A. Os temas DNA e Biotecnologia em livros didáticos de biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 1, p.177-191, 2017. Disponível em:
<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/2726/2283>. Acesso em: 04 mai. 2023.

SANTOS, Fernando Santiago dos; AGUILAR, João Batista Vicentin; OLIVEIRA, Maria Martha Argel de. **Ser Protagonista: Biologia 1:** ciências naturais, 1 ano, ensino médio. São Paulo: SM, 2010.

SANTOS, Fernando Santiago dos; AGUILAR, João Batista Vicentin; OLIVEIRA, Maria Martha Argel de. **Ser Protagonista: Biologia 2:** ciências naturais, 2 ano, ensino médio. São Paulo: SM, 2010.

SANTOS, Fernando Santiago dos; AGUILAR, João Batista Vicentin; OLIVEIRA, Maria Martha Argel de. **Ser Protagonista: Biologia 3:** ciências naturais, 3 ano, ensino médio. São Paulo: SM, 2010.

SILVA, A. C.; MENOLLI JUNIOR, N. Análise do conteúdo de fungos nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Revista Ciências e ideias**, v. 7, n. 3, p. 235-273, 2016. Disponível em:
<https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/619>. Acesso em: 03 jun. 2018.

SILVA, C. B. C.; OLIVEIRA, A. C. D. Como os livros didáticos de biologia abordam as diferentes formas de estimar a biodiversidade?. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p. 169-180, 2013. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/vKrcK4tthh9c6cTBGPxC8jw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 mai. 2023.

SODRÉ-NETO, L; COSTA, M. V. M. Genética microbiana na percepção de estudantes do Ensino Médio. **Acta Scientiae**, v. 18, n. 2, p. 470-480, 2016. Disponível em:

<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/viewFile/1714/1620>.

Acesso em: 03 jun. 2018.

USBERCO, J. *et al.* **Companhia das Ciências**: ciências, 6 ano, ensino fundamental II. São Paulo: Saraiva, 2015.

USBERCO, J. *et al.* **Companhia das Ciências**: ciências, 7 ano, ensino fundamental II. São Paulo: Saraiva, 2015.

USBERCO, J. *et al.* **Companhia das Ciências**: ciências, 8 ano, ensino fundamental II. São Paulo: Saraiva, 2015.

USBERCO, J. *et al.* **Companhia das Ciências**: ciências, 9 ano, ensino fundamental II. São Paulo: Saraiva, 2015.

Recebido: 05 ago. 2021.

Aprovado: 14 ago. 2023.

DOI: 10.3895/rbect.v16n1.14605

Como citar: SODRÉ NETO, L.; MEDEIROS, K. S. C.; BEZERRA, R. N. V. Microbiologia em livros didáticos de Ciências e Biologia: Abordagem CTS e aplicabilidade do conhecimento. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.16, p. 1-19, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/14605>>. Acesso em: XXX.

Correspondência: Luiz Sodré Neto - luizsodre@ufcg.edu.br

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

