UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FERRAMENTA FACTS PARA ANÁLISE DE ABORDAGEM CTSA EM MICOLOGIA PRESENTE EM LIVROS DIDÁTICOS

São Cristóvão
2025

Larissa Souza de Abreu

FERRAMENTA FACTS PARA ANÁLISE DE ABORDAGEM CTSA EM MICOLOGIA EM LIVROS DIDÁTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas na Universidade Federal de Sergipe.
Orientador: Clivio Pimentel Junior

São Cristóvão

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais que me ensinaram a ter prazer pelo estudo e por me tornarem a pessoa que reconheço quando olho no espelho. Crescendo no interior, e tendo uma mãe do interior, ela me ensinou a ter carinho pelo que é natural. Meu pai, por outro lado, sempre me motivou ao conhecimento intelectual.

Ao meu namorado Guilherme pelo seu amor tranquilo e por manter minha sanidade durante os períodos de construção do presente trabalho. Devo também a ele muito do que sou.

Pelo meu gato Gregório, pois gatos pretos dão sorte.

Pela disponibilidade do professor e orientador Clívio e pela paciência durante os últimos semestres, por ter permanecido na construção desse trabalho mesmo quando apresentei muitos desafios enquanto orientada.

Também sou muito grata pelo tempo ofertado pelos membros da banca avaliadora, pelo auxílio para tornar esse um trabalho de excelência.

Pela minha professora do ensino fundamental Adriana Anadir, que enquanto pessoa incrível que é me ensinou muito mais do que Biologia. E por fim, pela professora Sindiany Caduda que me apresentou muitos dos conceitos presentes nessa monografia.

RESUMO

Apesar de sua importância médica, econômica, tecnológica e de seu papel ecológico, os fungos tem sido negligenciados na educação básica. Segundo a literatura prévia, os livros didáticos exibem abordagens superficiais e descontextualizadas sobre o tema. Neste sentido, a abordagem CTSA pode ser uma alternativa para promover um ensino mais significativo de micologia, que estimule a análise crítica do papel e das aplicações desses organismos para a produção do bem estar social. Diante do quadro atual do ensino de micologia, feito de maneira descontextualizada do cotidiano do aluno, e da carência de trabalhos voltados a avaliação de livros didáticos sobre o eixo do estudo dos fungos, a seguinte monografia analisou de forma quali-quantitativa os dois livros didáticos propostos pelo PNLD 2021 — **d**ados mais recentes no FNDE — de maior tiragem utilizando a ferramenta em forma de rubrica FACTS. O instrumento foi desenvolvido para análise de materiais didáticos a partir dos valores da educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. A análise documental teve cunho interpretativo, baseado nas concepções da autora das contribuições dos livros didáticos para o ensino CTSA. A partir da pesquisa, verificou-se que os livros possuem uma abordagem centrada nas utilizações dos fungos na indústria e economia, deixando de lado as potencialidades dos fungos para promoção da tomada de decisão dos indivíduos frente a situações envolvendo esses organismos, em especial no que se refere a saúde e a sustentabilidade.

Palavras-chave: Ensino de micologia; Livro didático; Abordagem CTSA.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO..... 1
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 3
1.1. QUEM SÃO OS FUNGOS? ONDE SE ESCONDEM? O QUE COMEM? 3
1.2. DESAFIOS PARA O ENSINO DE MICOLOGIA 6
1.3. A ABORDAGEM CTSA - CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE 8
1.4. O LIVRO DIDÁTICO (LD) E O PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PNLD) 10
2. OBJETIVOS 12
3. METODOLOGIA 12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 16
4.1. Editora FTD, Multiversos: Ciências Da Natureza E Suas Tecnologias 16
4.1.1. Caracterização inicial da obra 16
4.1.2. Análise da coleção Multiverso segundo a ferramenta FACTS 16
4.1.3. Análise qualitativa da coleção Multiversos – editora FTD 18
4.2. Editora Moderna, Coleção Moderna Plus: Ciências Da Natureza E Suas Tecnologias 23
4.2.1. Caracterização inicial da obra 23
4.2.2. Análise da coleção Moderna Plus segundo a ferramenta FACTS 24
4.2.3. Análise qualitativa da coleção Moderna Plus – editora Moderna 25
CONCLUSÃO 30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 31

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

AC&T — Alfabetização científica e tecnológica

BNCC — Base Nacional Comum Curricular

C&T — Ciência e tecnologia

CTS — Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA — Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

FACTS — Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e Sociedade

FNDE — Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

LD — Livro Didático

PNLD — Programa Nacional do Livro Didático

Plifed — Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental

APRESENTAÇÃO — Por que falar de fungos afinal?

Pode-se dizer que tudo começou ainda na escola, com a minha querida professora Adriana Anadir mencionando os líquens, associações mutualísticas entre algas e fungos, organismos que serviam de indicadores de qualidade atmosférica. Diria que é a primeira memória positiva que tenho desses seres e que permaneceu comigo.

Por volta de 2018 encontrei muitas dúvidas sobre a graduação que faria, mas a impressão positiva deixada pela minha primeira educadora de biologia me empurrou na mesma direção que ela. Na época, conheci também pesquisas direcionadas a utilização de fungos do gênero *Psilocybe*, cogumelos psicodélicos que estavam sendo utilizados no tratamento de pacientes com depressão crônica. Me chamou a atenção. Eram organismos diferentes, se espalhavam pelo solo e brotavam nas suas mais diversas cores, desafiando a compreensão do que é o sexo (existem fungos com mais de 23.000 configurações sexuais) e a nossa noção do que é convencional. O que são esses organismos, que não são nem bicho, nem planta?

O incompreendido reino Fungi recebeu em 2023 seu muito merecido protagonismo pelo lançamento da série *The Last Of Us*, uma adaptação do jogo homônimo. A série apresenta uma infestação global de humanos por um fungo pertencente ao gênero *Cordyceps*, fungo este que existe e infecta cadáveres de artrópodes. Apesar de estarmos muito distantes dessa infecção trazida pela ficção, a série se inicia com um importante questionamento: o que acontece quando modificamos as condições climáticas do nosso planeta? Como isso afeta a nossa relação com outros organismos?

O trabalho apresentado a seguir é a contribuição que deixo como Trabalho de Conclusão de Curso. Diante da emergência planetária que enfrentamos, é imprescindível que reflitamos sobre as condições globais que estamos criando, que se promova a sensação de pertencimento a esse mundo que compartilhamos com plantas, protozoários, vírus, bactérias, animais e fungos, e que se compreenda e celebre as diferentes formas de vida, até as mais excluídas. Ademais, gostaria de deixar nos meus futuros alunos a mesma sensação de deslumbramento infantil diante da ciência que sentia e, ainda hoje, sinto.

INTRODUÇÃO

Presentes em nosso cotidiano, habitando o solo, as florestas, o mar, e até ecossistemas vulcânicos, os fungos formam o segundo maior grupo de organismos eucariotos, com cerca de 100.000 espécies catalogadas e com estimativas superiores a cinco milhões de espécies em nosso planeta. Existem em formas de vida simbióticas com organismos de outros reinos, parasíticas e saprófitas[1] (Blackwell, 2011; Tortora; Funke; Case, 2012; Mardigan et. al., 2016).

Realizam junto com outros organismos eucariotos, como as bactérias, a importante tarefa de decompor a matéria orgânica. Estão presentes na indústria como sintetizadores de antibióticos, vitaminas, moduladores de sistema imunológico, catalizadores de reações químicas. Associam-se com cerca de 4/5 de todas as plantas na forma de micorrizas, aumentando a absorção de nutrientes e auxiliando na produção de alimentos para o ser humano. Fazem parte da fabricação de comidas e bebidas, e servem de alimento, como o popular shitake (Tortotora; Funke, Case, 2012; Raven; Evert; Eichhorn, 1996).

Podem causar patologias humanas, como a candidíase, causada pelo fungo *Candida albicans* e a criptococose, provocada por leveduras do gênero *Cryptococcus*. São os principais organismos que atacam culturas agrícolas por sua capacidade de adaptação a condições muito diversas, como o fungo *Claviceps purpurea* que infecta o centeio, provocando sintomas nervosos em pessoas e animais que consumam o cereal contaminado (Raven, Evert, Eichhorn, 1996; Mardigan et. al., 2016).

Enquanto os fungos exercem atividades de importância ecológica, médica e econômica, ainda tem uma abordagem precária no ensino básico formal. Os escassos trabalhos voltados a qualidade do ensino de micologia têm considerado que a abordagem de fungos nos livros didáticos, que ainda são o principal instrumento de apoio dos educadores, carece de informações, é excessivamente conteudista e não realiza conexões entre o tema e o cotidiano dos alunos (Silva; Junior, 2017; Rosa; Mohr, 2010).

Além disso, vivemos em um contexto de emergência planetária, com a degradação do meio ambiente e a utilização desenfreada de recursos alterando a forma como nos relacionamos com outros seres vivos (Cachapuz et. al., 2005). Autores já evidenciam que mudanças nas condições climáticas podem favorecer a ocorrência de doenças fúngicas

[1] Segundo Tortorta, Funke e Case, saprófitos são organismos que se alimentam de matéria orgânica morta (2012).

superficiais e sistêmicas[2], afetando especialmente zonas tropicais e úmidas, como o Brasil (Silva et. al., 2023; Silva et. al., 2017). A mais recente pandemia de Covid-19 foi uma das manifestações de como a ação antrópica tem levado a aproximação de agentes infecciosos as civilizações humanas. Diversas hipóteses consideram a perda de habitat pela invasão humana e a intensificação do consumo de animais silvestres, como o pangolim, como responsáveis pelo aumento da ocorrência de zoonoses (Randolph et. al., 2020).

Isto posto, a escola segue sendo um espaço privilegiado para o fomento de uma educação ambiental crítica[3] promovendo a valorização das diferentes formas de vida, da preservação dos ecossistemas e da alfabetização científica e tecnológica (AC&T). A AC&T pode ser definida como a formação de indivíduos baseada na valorização de uma área de conhecimento para a autonomia diante de decisões envolvendo a ciência e tecnologia, promovendo a transformação social (Sasseron; Silva, 2021; Amaral; Rosa, 2021).

Nesse mesmo sentido, os estudos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente — CTSA — são uma corrente que objetiva a alfabetização científica através de uma abordagem interdisciplinar, que integre elementos das ciências humanas, estimulando o interesse pela ciência e a construção de uma postura crítica diante da não neutralidade da Ciência e Tecnologia (Bazzo et al, 2020; Aikenhead, 1987; Pimentel-Júnior, 2022). Esse tipo de abordagem pode promover um ensino que se opõe ao tradicional, mais contextualizado e significativo (Fernandes; Pires; Iglesias, 2018; Pimentel-Júnior, 2020), sendo uma alternativa aos problemas enfrentados no ensino de micologia supracitados.

Diante dessa perspectiva mais ampla, surge um questionamento: *como a abordagem de micologia nos livros didáticos utilizados no ensino da rede pública tem contribuído para com os valores dos estudos CTSA e consequentemente, para a alfabetização científica?*

Buscamos responder esse questionamento visando o enriquecimento do ensino nessa área e a contribuição à formação de sujeitos capazes de compreender os termos e processos relacionados a micologia e de tomar decisões baseadas na criticidade ao enfrentar situações cotidianas, individuais e coletivas que envolvam os fungos, seja ao descartar um legume que apresenta bolor ou ao escolher a utilização de fungos entomopatogênicos [4] que combatem pragas como um caminho alternativo ao uso de agrotóxicos.

---

[2] Micoses que podem afetar vários tecidos e órgãos (Tortora; Funke; Case, 2012)

[3] A educação ambiental crítica é uma das correntes da educação ambiental com caráter político, que busca romper com a alienação provocada pela hegemonia capitalista e promover a emancipação dos cidadãos (Sá; Romano; Toschi, 2015).

[4] São fungos que parasitam insetos (Cain et. al., 2015).

Ademais, os fungos também são parte essencial da ciclagem de nutrientes em nosso planeta, e a compreensão de suas características, seu ciclo de vida e seu papel ecológico é fundamental para entender o nosso planeta como um sistema autopoiético, nosso papel neste sistema e como nos relacionamos com esses seres.

Este trabalho está dividido em fundamentação teórica, buscando embasá-lo na literatura prévia, objetivos, o percurso metodológico escolhido para se atingir esses objetivos, resultados e discussão e por fim, conclusão.

As siglas CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) podem ser utilizadas como sinônimos ao longo do trabalho.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para fundamentar o presente trabalho, voltaremos o nosso olhar para a literatura prévia utilizando livros conceituados de microbiologia e botânica, como o Raven (1996) e Tortora (2016), o Google Acadêmico, a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, e o Repositório Institucional da Universidade Federal de Sergipe, buscando compreender melhor o tema de que trata o presente trabalho. Realizou-se uma busca textual nas bases supracitadas utilizando os seguintes termos: **ensino de ciências ou ensino de biologia**, **micologia ou fungo**. Foram utilizados os operadores booleanos “ou” para incluir tanto trabalhos de ensino de ciências quanto de biologia, e maximizar o alcance de trabalhos utilizando os sinônimos “micologia” e “fungo”.

1.1. QUEM SÃO OS FUNGOS? ONDE SE ESCONDEM? O QUE COMEM?

O ramo da biologia dedicado ao estudo dos fungos é chamado de **micologia**. Os fungos são organismos heterotróficos, pertencentes ao Reino Fungi. Fungos podem ser filamentosos ou ainda existir na forma de leveduras microscópicas. As células nesses organismos formam **hifas**, estruturas com formato de cordão (Cain et. al., 2015; Tortora; Funke; Case, 2016). A massa formada por um conjunto de hifas é chamada de **micélio**. As hifas podem ser vegetativas, quando estão relacionadas a obtenção de nutrientes e crescem no interior de um substrato, como uma árvore ou um fruto, ou reprodutivas, quando se projetam externamente ao substrato onde o fungo se desenvolve para propagar as estruturas reprodutivas, chamadas de **esporos** (Cain et. al., 2015; Tortora; Funke; Case, 2016). Os

cogumelos, representantes mais comuns desses organismos, são formados pelas hifas reprodutivas. As leveduras por outro lado não formam hifas, são unicelulares e se reproduzem através de brotamento. Um dos fungos mais importantes para a economia planetária é a levedura *Saccharomices cerevisae*, utilizada para fabricação do pão e na fermentação de bebidas (Raven; Evert; Eichhorn, 1996; Tortora; Funke; Case, 2016).

Os fungos obtêm sua fonte de carbono e nutrientes a partir da ação de enzimas extracelulares sobre o substrato que decompõem polissacarídeos e proteínas em substâncias mais simples que são posteriormente absorvidas. Essa característica de obtenção de nutrição é responsável pelo processo de ciclagem dos nutrientes, pois aqueles que não são absorvidos ficam disponíveis para serem integrados a outros seres vivos. Os fungos possuem enzimas capazes de catabolizar[5] substâncias complexas como a lignina, proteína que oferece rigidez as estruturas vegetais lenhosas, que outros decompositores, como as bactérias, não são capazes de quebrar (Mardigan et. al., 2016; Sheldrake, 2020).

Esses organismos são capazes de realizar fermentação, em especial as leveduras. A fermentação é o processo de obtenção de energia através de compostos de carbono, como a glicose, produzindo como subprodutos o gás carbônico, responsável pela maciez e textura dos pães e álcool etílico, indispensáveis na produção de bebidas alcoólicas (Raven; Evert; Eichhorn, 1996).

Quase todas as plantas existentes dependem de associações micorrízicas com espécies de fungos. Esses seres se associam as raízes aumentando a superfície de absorção de água e nutrientes. Essa associação mutualística foi responsável por permitir a transição das plantas para o ambiente terrestre, antes da evolução do sistema radicular das plantas. Sem essa relação, o planeta poderia ser muito diferente de como o conhecemos hoje (Raven; Evert; Eichhorn, 1996; Mardigan et. al., 2016; Sheldrake, 2020).

Em associação com algas verdes, esses organismos formam os líquens, os fungos evitam o ressecamento das algas, e os fotossintetizantes cedem parte dos produtos da fotossíntese. Os líquens podem colonizar ambientes hostis, como solos e pedras, oferecendo um ambiente adequado para a fixação de organismos mais exigentes. (Raven; Evert; Eichhorn, 1996; Tortora; Funke; Case, 2016).

Na forma de parasitas, podem causar prejuízos a plantas a animais. Entretanto, estima-se que apenas 30% desses organismos sejam classificados como patógenos (Cain et. al., 2015). Pode-se destacar o fungo *Fusarium sp.*, prejudicial a culturas de leguminosas como

[5] Reações de decomposição de substâncias complexas a substâncias simples, como por exemplo, a quebra da sacarose em glicose (Tortora; Funke; Case, 2012).

a soja e o milho (Júnior, 2021; Romagna; Junges; Michelon, 2018). Em humanos as infecções por fungos são mais comuns em pessoas imunocomprometidas e podem muitas vezes ser oportunistas, como a *Candida albicans*, que faz parte da microbiota de seres humanos e em situações de desequilíbrio podem crescer descontroladamente, causando lesões bucais e atacar a mucosa vaginal (Cain et. al., 2015; Tortora; Funke; Case, 2016). Essas infecções podem também ser sistêmicas, como a criptococose, que é adquirida pela inalação de esporos e pode afetar inicialmente os pulmões e posteriormente provocar meningite (Cain et. al., 2015; Tortora; Funke; Case, 2016). Em animais podemos citar a esporotricose, micose subcutânea que atinge felinos e pode ser transmitida a humanos, causando feridas e lesões em mucosas, podendo se tornar sistêmicas, se tratando de uma questão de saúde pública. No Rio de Janeiro, casos de esporotricose em animais domésticos já são de notificação compulsória (Silva; Negrini, 2023).

Além disso, vale ressaltar a incidência de micoses em ambientes de clima tropical e úmido, como o Brasil, favorecendo a reprodução dos fungos. Já foram apontadas correlações entre alterações climáticas e o aumento da incidência de micoses superficiais e sistêmicas (Silva et. al., 2023; Silva et. al., 2017). Períodos chuvosos seguidos por secas prolongadas mostraram evidências de maior circulação de esporos de fungos causadores de doenças sistêmicas (Silva et. al., 2023; Silva et. al., 2017).

Um outro ponto a se mencionar, é que o uso indiscriminado de antifúngicos pode levar a resistência de espécies fúngicas como as do gênero *Candida spp.*, levando a ineficácia dos tratamentos disponíveis. Apesar de também representar um desafio global, o tema não é debatido, contrariamente ao que ocorre com os debates sobre a resistência bacteriana a antibióticos (Moreira et. al., 2017).

Entretanto, não se deve deixar que os fungos patogênicos ofusquem as potencialidades do reino Fungi. Há aplicações desses organismos como agentes biológicos no manejo de pragas agrícolas, reduzindo a utilização de agrotóxicos através da relação parasítica de fungos do gênero *Cordyceps* e diversos artrópodes como cupins e cochonilhas (Costa et. al., 2022). A descoberta acidental da penicilina por Alexander Fleming, produzindo o primeiro antibiótico, levou ao aumento da expectativa de vida diante do combate de infecções bacterianas. Fungos também revolucionaram o processo de transplante de órgãos pela produção do composto ciclosporina, que reduz a rejeição aos órgãos transplantados. Produzem vitaminas como a B12, essenciais para dietas vegetarianas. Por suas enzimas capazes de decompor a lignina e a celulose, são utilizadas na fermentação da cana-de-açúcar

para produção de etanol, na fabricação de papel e tecidos (Raven; Evert; Eichhorn, 1996; Tortora; Funke; Case, 2016). Apresentam potencialidades na biorremediação de ambientes degradados pela intervenção antrópica, como o derramamento de petróleo no mar, na descontaminação de herbicidas e no manejo da concentração de metais pesados (Soares et. al., 2011).

Vale ressaltar também a existência de cogumelos comestíveis. Esses organismos pertencentes ao filo dos basidiomicetos estão presentes na culinária popular e podem representar alimento e fonte de renda para pequenos produtores, levando a emancipação de comunidades produtoras e promovendo a segurança alimentar (Kumanaya; Rugai; Bonini, 2018; Cristino et. al., 2018).

Isto posto, é imprescindível reconhecer a importância desses organismos para a nossa vida cotidiana e para o desenvolvimento e aplicação de tecnologias que possam unir o progresso, o bem estar coletivo e a sustentabilidade.

1.2. DESAFIOS PARA O ENSINO DE MICOLOGIA

O ensino de micologia enfrenta desafios compartilhados com outras áreas do conhecimento, como a abordagem expositiva e superficial dos conteúdos, que depende de diversos fatores, sendo um deles a carga de trabalho do docente, mas também encontra obstáculos particulares a área de conhecimento. Os trabalhos sobre o ensino de micologia trazem evidências de que os alunos, apesar de exibirem noções sobre o papel decompositor dos fungos, confundem esses organismos com aqueles de outros reinos, como bactérias ou plantas, e encontram dificuldades em relacionar os fungos a manutenção das plantas, à preservação e à biodiversidade (Silva; Rosa; Santos, 2021).

Ademais, ainda predomina no imaginário coletivo a noção dos fungos como organismos ruins, malignos, causadores de doenças. Nessa mesma linha de pensamento, Mônica Ponte versa que

> Sinal de podridão, os fungos indicam que fomos negligentes com nossa comida. Em nossas casas e cozinhas, perto de nossos alimentos, sua aparição denota perigo. São ameaças aos nossos corpos e ao funcionamento dos nossos órgãos. Quando dominada por fungos, a comida transforma-se em lixo e o apetite, em nojo. O mofo é a decadência e a degradação. Seu imaginário remete à velhice e ao abandono ao tempo, destino talvez pior do que a morte na epistemologia ocidental. O bolor é a ruína do

> que um dia foi vigoroso e o sinal da inevitável e temida cronologia avassaladora: o massacre do frescor enérgico da juventude, que é tudo o que parece importar para os corpos utilitaristas de si mesmos. (Ponte, 2020)

A literatura denota que essas noções deixam suas impressões no cotidiano escolar e no senso comum. É essencial abordar as patologias causadas pelos fungos, uma vez que isso representa saúde pessoal e pública, mas essa visão deve ser equilibrada com os benefícios que esses organismos podem trazer. A desmistificação dos microrganismos é essencial para a valorização do papel ecológico, econômico e social deles e pode contribuir para a promoção de cuidados preventivos relativos a essas infecções (Vieira, 2023; Ferreira, 2010). Vale ainda mencionar como a desigualdade ambiental pode influenciar a forma como essas doenças afetam diferentes classes econômicas, com a pobreza e a falta de acesso à informação sendo determinantes do nível de exposição a patógenos (Galvão; Buss, 2024).

Outro ponto a ser observado é que os alunos mostram não conhecer as aplicações biotecnológicas dos fungos, "Ao que parece, os jovens têm pouco acesso a informações relacionadas ao contexto científico e tecnológico dos fungos na escola." (Silva, 2019).

Destacamos também que o ensino de qualidade de micologia atende ao proposto pela Base Nacional Comum Curricular (2017) que normatiza o conjunto de saberes essenciais a todo aluno durante a educação básica, como observamos nas habilidades EM13CNT202 "Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas [...]" e EM13CNT105 "Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida." (Brasil, 2017). Ou seja, há a previsão de que os estudantes devem adquirir os conhecimentos técnicos relacionados aos fungos e seu modo de vida, além de reconhecerem esses organismos como essenciais à ciclagem de nutrientes, compreendendo os serviços ecossistêmicos regulatórios [6] fornecidos por esses seres, corroborando para a formação de sujeitos que contribuem para a manutenção dos ciclos que permitem a vida na Terra como a conhecemos. Ainda assim, o currículo de ciências apresenta desafios de contextualização cotidiana nas escolas, com baixa capacidade de despertar curiosidade nos estudantes (Pimentel-Júnior, 2017; 2021; 2023).

[6] "Os serviços de regulação englobam os benefícios obtidos pela sociedade, a partir da regulação natural dos processos ecossistêmicos, trais como a regulação do clima, [...] dos fluxos de água, o controle da erosão, a redução de pragas e doenças pelo controle biológico e a polinização" (Garcia; Parron, 2021).

Sendo o ambiente escolar um local privilegiado de ensino, é preciso pensar maneiras de promover a educação em saúde, a igualdade ambiental, o incentivo a iniciação científica e tecnológica no que se refere a micologia, ainda que ela represente um recorte de um quadro maior.

1.3. A ABORDAGEM CTSA - CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE

A ciência ocupa um lugar de prestígio na sociedade em relação a outros tipos de conhecimento. Segundo a visão popular, se diferencia dos outros saberes por apresentar alto grau de certeza, uma vez que se propõe a ser neutra, objetiva (Chibeni, 2004). De acordo com a UNESCO "a ciência é o conjunto de conhecimentos organizados sobre os mecanismos de causalidade dos fatos observáveis, obtidos através do estudo objetivo dos fenômenos empíricos" (Silveira, Bazzo, 2009). A Tecnologia, por sua vez, pode ser definida como uma atividade humana desenvolvida para o controle, seja ele da natureza ou social, através da aplicação de conhecimentos científicos ou empíricos para a melhoria de bens e serviços (Trigueiro, 2008; Longo, 1984). Esses elementos se encontram frequentemente conectados, sendo a tecnologia vista como a aplicação das descobertas científicas, embora muitas vezes as tecnologias precedam a compreensão por trás de seu funcionamento (Siqueira et. al., 2021).

O aquecimento no desenvolvimento científico logo após a Segunda Guerra Mundial contribuiu fortemente para uma visão positivista da ciência, em que o seu desenvolvimento conduziria ao bem estar social. Entretanto, as consequências ambientais trazidas pelo pós guerra iniciaram uma mudança na concepção do desenvolvimento da ciência e tecnologia e de seu potencial destrutivo (Bazzo et al., 2021). Essa conjuntura tornou propício o desenvolvimento do movimento CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade - uma corrente que questionava a C&T, uma vez que, apesar das invenções de diversas ferramentas de controle da natureza, esse progresso não se traduzia em qualidade de vida para as civilizações (Bazzo *apud* Siqueira et al., 2021, p. 4).

O "S" ao final da sigla C&T surge então como um indicador da realização de que a ciência não ocorre dissociada das sociedades onde ela é praticada, pelo contrário, influencia e é influenciada por elas. Os atores[7] que direcionam o caminho das ciências frequentemente levam a tecnocracia, ou seja, ao entrelaçamento entre ciência e gestão governamental, que centra a tomada de decisões sobre questões científicas e tecnológicas nas mãos de

[7] Segundo o conceito sociológico, pode-se definir ator como uma força, individual ou coletiva, capaz de exercer poder dentro de um sistema (Dubar, 2009).

especialistas, afastando a participação dos cidadãos nas discussões tecnocientíficas que os afetam diretamente (Siqueira, 2021; Pérez, 2012). Como ilustração desse cenário podemos referenciar as críticas de Rachel Carson nos anos 50 sobre os efeitos do DDT, um agrotóxico, em seu livro Primavera Silenciosa, que faz referência a ausência de som dos animais com o qual estava habituada. Na época, sofreu duras críticas por diferentes segmentos da sociedade, inclusive de cientistas, que afirmavam que a cientista andava contra o progresso que alimentava a população crescente (Cachapuz et. al., 2005).

E por fim, embora se possa entender a dimensão ambiental como parte indissociável da sociedade, a letra A foi adicionada a sigla CTS como forma de explicitar a necessidade de intensificar os debates acerca dos impactos da tecnociência no ambiente (Abreu, 2009).

Pode-se definir a sigla CTS, ou ainda CTSA como um movimento que objetiva promover a alfabetização científica. A alfabetização científica, segundo Fourez, é a construção da autonomia, comunicação e domínio frente a decisões tecnocientíficas, ou seja, a assimilação de conhecimento teórico para permitir o diálogo dos indivíduos entre si e o saber-fazer diante de situações que os afetam coletivamente (Fourez, 1997). Os estudos CTS tem caráter interdisciplinar, englobando conhecimentos de outras áreas, como as ciências sociais. Também pode-se definir essa corrente como uma tentativa de estimular o interesse dos alunos pela ciência, construir uma postura de análise crítica dos impactos éticos e sociais da C&T, afim de promover uma cultura de responsabilidade social (Bazzo et al, 2020; Aikenhead, 1987).

Mas porque alfabetizar cientificamente os alunos? Não se trata de conduzir o ensino de ciências apenas como um processo de formação de futuros cientistas. Autores como Fensham (2002) argumentam que para a utilização da maioria dos produtos tecnológicos, não é necessário saber os princípios científicos por trás deles, e vê a alfabetização científica como um gasto desnecessário. Autores como Fourez (1997) entretanto, enxergam na alfabetização científica e tecnológica o exercício da cidadania. “Tentaremos mostrar, no entanto, que essa participação, na tomada fundamentada de decisões, necessita por parte dos cidadãos, mais do que um nível de conhecimento muito elevado, a vinculação de um mínimo de conhecimentos específicos, perfeitamente acessível a todos, com abordagens globais e considerações éticas que não exigem especialização alguma.” (Cachapuz et. al., 2005). Segundo o autor, o conhecimento científico permitiria aos cidadãos o mínimo necessário para argumentar a favor das necessidades sociais, oferecendo percepções mais amplas diante de decisões

tecnocientíficas, expondo seus anseios diante de situações que afetam a sociedade como um todo. E é com a última visão que se alinha com as concepções da autora do presente trabalho.

É importante denotar que o Brasil enfrenta as consequências de sua herança colonialista, que o tornou um país exportador de matéria prima. O Brasil não é um polo científico ou tecnológico, a ausência de uma efetiva vinculação entre ciência e sociedade é característica da história brasileira (Auler, 2001). Uma vez que a C&T podem oferecer soluções viáveis que sejam orientadas pelo desenvolvimento do bem estar social e a sustentabilidade, a escola é ambiente propício para fomento da cultura científica de um ponto de vista crítico.

1.4. O LIVRO DIDÁTICO (LD) E O PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO (PNLD)

Sendo a escola um espaço que articula as exigências de formação para a cidadania do indivíduo, o livro didático deve servir "para a construção da ética necessária ao convívio social democrático" (Verceze; Silvino, 2008; Pimentel-Júnior, 2021).

Em 1938 o livro didático surge no Brasil através de legislação criada no mesmo ano pelo Decreto 1006. Os professores realizavam a seleção dos livros através de uma lista prévia, que passava pela triagem inicial do Estado (Verceze; Silvino, 2008). O livro didático foi utilizado por muito tempo como um mecanismo de transmissão de valores ideológicos da classe dominante, e a partir dos anos 1980, a influência da redemocratização do Brasil começou a ressoar na produção de livros didáticos. O antigo Plifed - Programa do livro didático para o Ensino Fundamental - deu lugar ao Programa Nacional do Livro Didático, não se limitando a uma troca de nomenclatura (Zachel, Castro, 2015). O decreto nº 9.099 de 2017 determina que

> Art. 2º São objetivos do PNLD:
> I. aprimorar o processo de ensino e aprendizagem nas escolas públicas de educação básica, com a consequente melhoria da qualidade da educação;
> II. garantir o padrão de qualidade do material de apoio à prática educativa utilizado nas escolas públicas de educação básica;
> III. democratizar o acesso às fontes de informação e cultura;

> IV. fomentar a leitura e o estímulo à atitude investigativa dos estudantes;
> V. apoiar a atualização, a autonomia e o desenvolvimento profissional do professor;
> VI. apoiar a implementação da Base Nacional Comum Curricular. (Brasil, 2017, p. 7)

A história do PNLD remonta o processo de redemocratização escolar. E embora estejamos mais distantes dos períodos intermitentes de autoritarismo no Brasil, seja na política, seja na educação, ainda temos desafios para realizar a efetiva participação popular nas decisões estatais e "garantir que existam meios para que os ideais populares sejam concretizados" (Oliveira, 2017). Fourez afirma que a ciência está atrelada ao poder (Fourez, 1997), ou seja, a assimilação do conhecimento científico empodera o indivíduo para a melhor tomada de decisões dentro de uma sociedade democrática, e uma das maneiras de se realizar esse objetivo é garantir que os recursos didáticos na educação básica ressoem esses valores. Uma pesquisa conduzida em Santa Catarina indica que o segundo principal recurso didático utilizado pelos professores nas escolas públicas ainda é o livro didático, sendo o primeiro a utilização de giz e lousa (Bueno; Franzolin, 2017).

Nesse mesmo sentido, Soares afirma que:

> "Há o papel ideal e o papel real. O papel ideal seria que o livro didático fosse apenas um apoio, mas não o roteiro do trabalho dele. Na verdade isso dificilmente se concretiza, não por culpa do professor, mas de novo vou insistir, por culpa das condições de trabalho que o professor tem hoje. Um professor hoje nesse país, para ele minimamente sobreviver, ele tem que dar aulas o dia inteiro, de manhã, de tarde e, freqüentemente, até a noite. Então, é uma pessoa que não tem tempo de preparar aula, que não tem tempo de se atualizar. A conseqüência é que ele se apóia muito no livro didático. Idealmente, o livro didático devia ser apenas um suporte, um apoio, mas na verdade ele realmente acaba sendo a diretriz básica do professor no seu ensino" (Soares, 2002).

Nas décadas de 1970 e 1980, o livro didático servia como instrumento de apoio à falta de qualificação do professor (Santos, Martins, 2011), mas atualmente, diante das

demandas da sociedade moderna, é preciso o olhar crítico e a análise criteriosa dos materiais didáticos pelo educador, incluindo o LD. É necessário lembrar que as editoras produzem seus materiais de acordo com interesses econômicos e ideológicos próprios, que nem sempre refletem os princípios de uma educação crítica e libertadora (Zacheu, Castro, 2015).

A partir dessas reflexões, retornamos a questão inicial para procurar indicadores dos valores CTSA na abordagem de micologia nos livros didáticos utilizados na rede pública.

2. OBJETIVOS

Geral

- Analisar a abordagem didática de micologia nos dois livros didáticos selecionados no PNLD 2021 de maior tiragem sob a perspectiva CTSA com uso da ferramenta FACTS.

Específicos

- Caracterizar as obras de maior tiragem do PNLD 2021 selecionadas na pesquisa;
- Identificar os critérios da ferramenta FACTS presentes nas obras selecionadas;
- Avaliar as contribuições das obras para a discussão da temática micologia a partir dos eixos da ferramenta FACTS.

3. METODOLOGIA

Para atingirmos os objetivos supracitados, realizaremos uma análise documental de caráter exploratório. Essa escolha metodológica se deve a escassez de trabalhos voltados ao tema do ensino de micologia, tornando "difícil a formulação de hipóteses precisas" (Raupp, Beuren, 2006).

A metodologia de análise dos dados será feita a partir da ferramenta FACTS, desenvolvida por Freitas et. al. (2025). Segundo os autores, uma vez que os estudos CTS carecem de uma definição precisa, com diferentes estudiosos trazendo perspectivas distintas sobre o tema, seu trabalho se propõe a auxiliar no estabelecimento de parâmetros de análise de materiais didáticos para se atingir os objetivos dos estudos CTS. A ferramenta FACTS é um tipo de rubrica, instrumento de análise que permite qualificar aspectos curriculares por vezes complexos de se definir (Freitas et. al, 2025).

A ferramenta se divide em três eixos, Processos de Ensino/Aprendizagem (eixo A), Visão/Produção de C&T (eixo B) e Cidadania/Ação (eixo C), cada um contendo critérios próprios de avaliação, como presente nas figuras 1, 2 e 3.

Figura 1 – Eixo A : Processos de Ensino/Aprendizagem

Critérios	
1	Desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade
2	Incentivo ao pensamento crítico e criativo
3	Proposição ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar
4	Favorecimento à construção de posicionamentos
5	Proposições de abordagens metodológicas específicas
6	Organização do currículo visando uma educação para a cidadania

Fonte: Freitas et. al., Disponível em http://facts.ufscar.br/avaliacao/1055/

Figura 2: Eixo B, Visão/Produção de C&T.

Critérios	
7	Construção do conhecimento científico e tecnológico
8	Articulações entre Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade
9	Compreensão da C&T como práticas contextualizadas
10	Caracterização da C&T como construção social
11	Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica

Fonte: Freitas et. al., Disponível em http://facts.ufscar.br/avaliacao/1055/

Figura 3: Eixo C, Cidadania/Ação.

Critérios	
12	Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade
13	Participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência
14	Análise dos Impactos da Ciência e Tecnologia
15	Construção de identidade / sentimento de pertencimento a coletividade e desenvolvimento de valores
16	Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais

Fonte: Freitas et. al., Disponível em http://facts.ufscar.br/avaliacao/1055/

Dentro do tema da micologia, o Eixo A (Processos de Ensino/Aprendizagem) pode se apresentar através da proposição de questionamentos, práticas que estimulem a criatividade dos alunos como aulas de campo, construção de modelos, além do enfoque na criticidade diante da emergência da preservação dos seres vivos, inclusive dos decompositores, como manutenção do nosso planeta.

O Eixo B pode se manifestar pela abordagem da história da micologia, de suas importantes descobertas, como o desenvolvimento não intencional da penicilina por Flenning, os impactos dos antibióticos sobre a longevidade humana, as aplicações biotecnológicas dos fungos diante de problemas ambientais.

Por fim, o Eixo C pode estar presente no estímulo ao cuidado de si e dos outros diante de doenças fúngicas, no fomento a observação cuidadosa dos fungos que permeiam o dia a dia dos alunos, na visita a espaços naturais, museus de história natural ou herbários, na promoção de ações em diversas esferas - locais, comunitárias e globais - de divulgação de temas de importância ambiental ou de saúde humana envolvendo os fungos, ou seja, da apropriação de conhecimento relativo à micologia para o posicionamento social.

Cada um dos eixos A, B e C está dividido em critérios, e cada um desses critérios, segundo a ferramenta FACTS, é avaliado através de níveis, que vão de 0 (Não apresenta), passando por 1 (Principiante), 2 (Aprendiz), 3 (Avançado) e 4 (Expert). Esses níveis, de 0 a 4 serão utilizados para indicar o quanto a abordagem presente nos LD se aproximou da corrente CTSA. Será realizada a média aritmética dos critérios de cada um dos 3 eixos, todavia é importante ressaltar que o objetivo dessa análise não é atender a cada um dos critérios, e sim promover, dentro do possível, a alfabetização científica orientada numa visão CTS/CTSA. Em seguida, as obras serão analisadas qualitativamente, baseadas nos parâmetros estabelecimentos por cada um dos eixos.

O critério de escolha das obras analisadas se baseou nos valores de aquisição por título, por representarem o uso expressivo dessas coleções na rede de ensino pública brasileira do PNLD 2021, sendo estes os dados mais recentes disponibilizados no site do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE. Acessamos os dados estatísticos sobre o PNLD 2021 no site do FNDE, clicamos em "Valor de aquisição por título – Objeto 2 – Ensino Médio", gerando uma planilha baixável. Filtramos a planilha pelo nome da componente Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. Dentre os títulos, selecionamos as duas editoras que geraram uma maior tiragem no período de 2021, sendo elas a editora FTD com a coleção Multiversos: Ciências da Natureza (Godoy; Agnelo; Melo, 2020) e a editora Moderna com a coleção Moderna Plus – Ciências da Natureza e Suas Tecnologias (Amabis; Martho; Leite., 2020), como mostrado no quadro abaixo.

Quadro 1 – Quantitativo de aquisições por editora para o Ensino Médio no PNLD 2021

EDITORA	TÍTULO	TIRAGEM TOTAL EM 2021
Moderna	Moderna Plus: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	7.051.109
FTD	Multiverso: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	5.282.557
Scipione	Matéria, Energia e Vida: O mundo atual	1.107.736
SM	Ser Protagonista Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	1.046.403

Fonte: Dados compilados pela autora (BRASIL, 2024)

A princípio, o percurso metodológico escolhido seria analisar os capítulos dedicados ao estudo dos fungos, mas um diagnóstico prévio dentro dos volumes Ciência, Sociedade e Ambiente (FTD) e Água e Vida (Moderna), onde se encontram os módulos dedicados a micologia, mostrou que o conteúdo do estudo dos fungos tem sido abordado de forma condensada e insuficiente, por vezes ocupando menos de uma página. A crítica a abordagem superficial da micologia tem sido trazida por diversos autores (Rosa; Mohr, 2010; Silva; Menolli, 2016), entretanto o problema demonstra ter se agravado com as alterações nos LD para se adequar ao novo ensino médio. Estudos evidenciam que a condensação dos conteúdos

de Biologia, Física e Química dentro de volumes de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias tornam os conteúdos mais superficiais e defasados em relação aos livros anteriores a reforma (Pereira, 2023; Souza; Santos; Melo, 2023). A partir desse quadro, algumas alterações de rota precisaram ser realizadas. Foram analisados os seis volumes das duas coleções a partir da ferramenta de busca por palavra chave “fungos”, tornando o material mais abrangente e voltado não apenas aos aspectos biológicos próprios dos fungos, mas como se relacionam com outros seres vivos, com os ciclos biogeoquímicos, além de suas propriedades fermentativas presentes nos capítulos de mecanismos de obtenção de energia dos seres vivos. A análise foi feita de maneira a condensar a abordagem de micologia ao longo das coleções, uma vez que o tema estava disperso em diferentes volumes. A aderência das coleções aos critérios da ferramenta FACTS foi classificada de maneira interpretativa, a partir do entendimento da autora de como se adequam dentro do tema da micologia e de como ela pode contribuir para a formação do alunado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sessão seguinte caracteriza as obras analisadas, para em seguida realizar a análise quantitativa e qualitativa das coleções.

4.1. EDITORA FTD, MULTIVERSOS: CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

4.1.1. Caracterização inicial da obra

A coleção de LD da editora FTD foi aprovada pelo PNLD 2021. Segundo a área de conhecimento a qual se destina, aborda temas de outras áreas do conhecimento, abrangendo também as disciplinas de Física e Química. Possui no total seis volumes, , como sumarizado no quadro abaixo:

Quadro 2 – Obras da coleção Multiversos

Títulos
Matéria, energia e a vida
Movimentos e equilíbrios na natureza
Eletricidade na sociedade e na vida

Origens
Ciência, sociedade e ambiente
Ciência, tecnologia e cidadania

Fonte: Site FTD. Disponível em https://pnld.ftd.com.br/ensino-medio/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias/multiversos-ciencias-da-natureza/

4.1.2. Análise da coleção Multiverso segundo a ferramenta FACTS

Quadro 3 – Avaliação da coleção Multiversos pela ferramenta FACTS

Eixo/Critério		Nível	Média aritmética por nível
	A/1: Desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade	4 (Expert)	2,3
	A/2: Incentivo ao pensamento crítico e criativo	2 (Aprendiz)	
	A/3: Proposição ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar	2 (Aprendiz)	
	A/4: Favorecimento à construção de posicionamentos	1 (Principiante)	
	A/5: Proposições de abordagens metodológicas específicas	3 (Avançado)	
	A/6: Organização do currículo visando uma educação para a cidadania	2 (Aprendiz)	
	B/7: Construção do conhecimento científico e tecnológico	3 (Avançado)	2,2
	B/8: Articulações entre Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade	2 (Aprendiz)	
	B/9: Compreensão da C&T como práticas contextualizadas	3 (Avançado)	
	B/10: Caracterização da C&T como construção social	1 (Principiante)	

	B/11: Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica	2 (Aprendiz)	
	C/12: Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade	1 (Principiante)	0,8
	C/13: Participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência	1 (Principiante)	
	C/14: Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia	2 (Aprendiz)	
	C/15: Construção de identidade / sentimento de pertencimento a coletividade e desenvolvimento de valores	0 (Não apresenta)	
	C/16: Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais	0 (Não apresenta)	

Fonte: Produção da própria autora

4.1.3. Análise qualitativa da coleção Multiversos – editora FTD

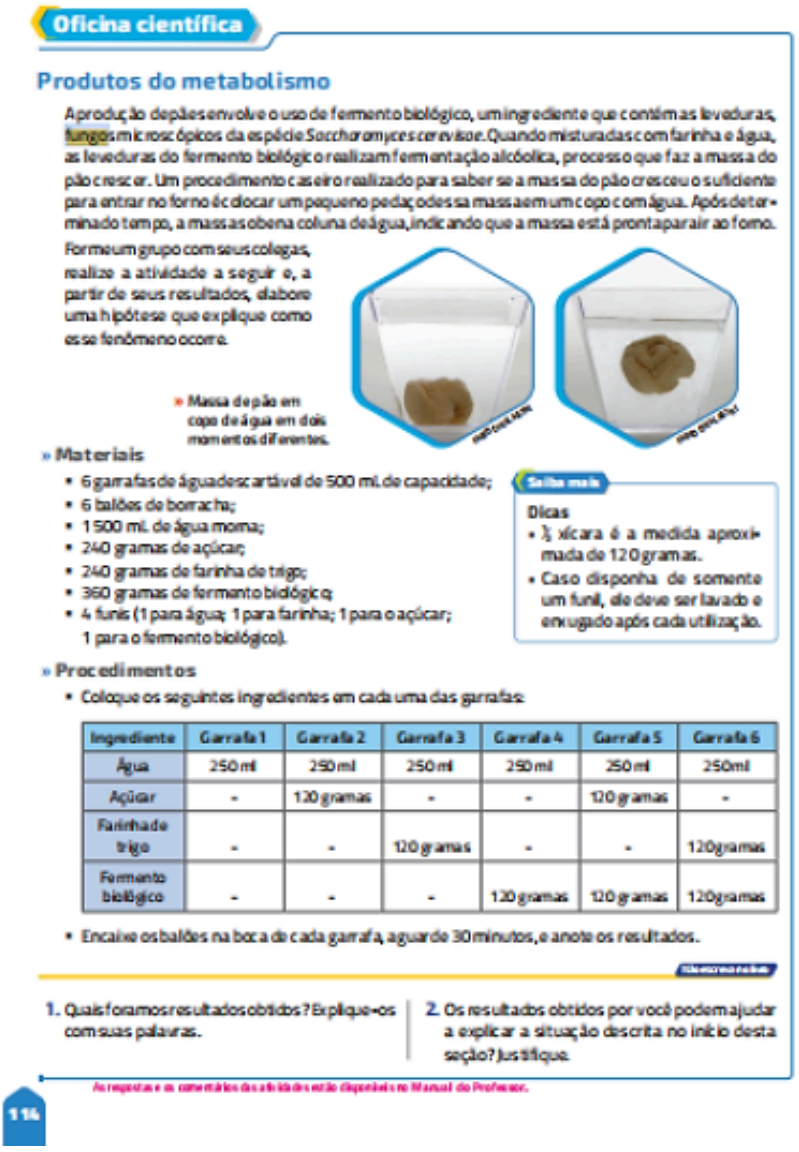
Ciência, sociedade e ambiente: O volume traz em sua unidade 4 o tema de Proteção da natureza e sustentabilidade, e dentro dele há um capítulo condensado dedicado aos fungos. Nele são abordadas as características gerais da biologia dos fungos, mencionando como a forma de nutrição dos fungos através do lançamento de enzimas digestivas no substrato onde se fixam. A abordagem é superficial, ocupando menos de metade de uma página (p. 131), deixando de lado aspectos importantes sobre a biologia dos fungos. Na página 135, há uma questão que menciona a relação simbiótica entre fungos e plantas por meio das micorrizas, que auxiliam na absorção de nutrientes do solo (q. 4). Essa abordagem poderia ser ampliada, relacionando-a à produção agrícola de leguminosas, que são importantes na alimentação humana, diferente do tratamento da coleção dado as bactérias do gênero *Rhizobium* (volume Matéria, energia e a vida, p. 151, q. 1) que são relacionadas as atividades agrícolas e econômicas, e a redução da utilização de fertilizantes químicos (critérios B/9: Compreensão

da C&T como práticas contextualizadas; B/11: Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica).

Apesar de se tratar do único dos volumes da coleção dedicado especificamente a micologia, a abordagem é rasa, com elementos básicos como forma de reprodução desses organismos, aplicações biotecnológicas, história da micologia, proposição de metodologias diversificadas, e abordagem de doenças fúngicas estando completamente ausentes. Esse enfoque descontextualizado do conteúdo se distancia das proposições dos estudos CTSA, não promove a emancipação do indivíduo para a tomada de decisões (critério C/16: Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais), nem o sentimento de pertencimento ao ambiente em que os alunos vivem (critério C/15: Construção de identidade / sentimento de pertencimento a coletividade e desenvolvimento de valores), por não se relacionar com o que lhes é cotidiano.

Matéria, energia e a vida: O LD traz uma oficina científica que utiliza o fungo microscópico *Saccharomyces cerevisiae* e sua utilização na fabricação de pães para explorar o metabolismo energético (p. 114). A prática investiga como o fermento biológico se comporta em diferentes cenários, como na presença ou ausência de açúcar e farinha. Essa atividade é um ponto positivo, pois estimula a cultura científica nos alunos e o interesse pela ciência, introduzindo conceitos metodológicos como grupo controle e formulação de hipóteses para explicar os resultados observados, como o comportamento dos balões em cada amostra. Essa proposição contribui para atingir os critérios A/1(Desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade); A/5 (Proposições de abordagens metodológicas específicas) e B/7 (Construção do conhecimento científico e tecnológico) da ferramenta FACTS. Um excerto do livro se encontra abaixo contendo o passo a passo da atividade.

Imagem 1 – Oficina científica extraída do LD Matéria, energia e a vida



Oficina científica

Produtos do metabolismo

A produção de pães envolve o uso de fermento biológico, um ingrediente que contém as leveduras, fungos microscópicos da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. Quando misturadas com farinha e água, as leveduras do fermento biológico realizam fermentação alcoólica, processo que faz a massa do pão crescer. Um procedimento caseiro realizado para saber se a massa do pão cresceu o suficiente para entrar no forno é colocar um pequeno pedaço dessa massa em um copo com água. Após determinado tempo, a massa sobe na coluna de água, indicando que a massa está pronta para ir ao forno.

Forme um grupo com seus colegas, realize a atividade a seguir e, a partir de seus resultados, elabore uma hipótese que explique como esse fenômeno ocorre.

» Massa de pão em copo de água em dois momentos diferentes.

» Materiais

- 6 garrafas de água descartável de 500 mL de capacidade;
- 6 balões de borracha;
- 1 500 mL de água morna;
- 240 gramas de açúcar;
- 240 gramas de farinha de trigo;
- 360 gramas de fermento biológico;
- 4 funis (1 para água; 1 para farinha; 1 para o açúcar; 1 para o fermento biológico).

Saiba mais

Dicas

- ½ xícara é a medida aproximada de 120 gramas.
- Caso disponha de somente um funil, ele deve ser lavado e enxugado após cada utilização.

» Procedimentos

- Coloque os seguintes ingredientes em cada uma das garrafas:

Ingrediente	Garrafa 1	Garrafa 2	Garrafa 3	Garrafa 4	Garrafa 5	Garrafa 6
Água	250 mL	250 mL	250 mL	250 mL	250 mL	250 mL
Açúcar	-	120 gramas	-	-	120 gramas	-
Farinha de trigo	-	-	120 gramas	-	-	120 gramas
Fermento biológico	-	-	-	120 gramas	120 gramas	120 gramas

- Encaixe os balões na boca de cada garrafa, aguarde 30 minutos, e anote os resultados.

1. Quais foram os resultados obtidos? Explique-os com suas palavras.
2. Os resultados obtidos por você podem ajudar a explicar a situação descrita no início desta seção? Justifique.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

114

Fonte: http://s3.amazonaws.com/pnld.ftd.com.br/wp-content/uploads/2021/08/06160615/0221P221203133-MULTIVERSOS-CIE-NAT-LCS-VOL1-MANUAL-001-288-PNLD-2021.pdf, p. 114.

Há também uma questão relacionada a saúde pública que aborda o bolor, um nome genérico dado a diferentes fungos que podem crescer sobre alimentos (p. 136). Nesse momento, poderia ter sido abordado o descarte de alimentos contaminados pela forma de crescimento dos fungos, onde as estruturas reprodutivas só se tornam aparentes (parte visível do fungo) quando seu micélio já colonizou grande parte do substrato, ou seja, quando conseguimos enxergar o bolor, ele já contaminou as partes mais internas do alimento, que

deve ser descartado. Esse tipo de abordagem contribuiria para a tomada de decisões individuais na vida de cada estudante, atendendo ao critério C/16: Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais) da rubrica FACTS.

Retrata também a descoberta acidental da penicilina por Alexander Fleming, que ao cultivar placas de cultura bacteriana com bactérias *S. aureus*, obteve uma contaminação cruzada por fungos do gênero *Penicilium*, que evitavam o crescimento bacteriano. A abordagem é muito positiva pois traz os impactos da descoberta do primeiro antibiótico no aumento da expectativa de vida de pacientes com doenças bacterianas, contribuindo para a apropriação da ciência como prática contextualizada (critérios B/9: Compreensão da C&T como práticas contextualizadas e C/14: Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia), ao mesmo tempo em que mostra que as descobertas científicas podem acontecer de maneira espontânea, desmistificando a figura do cientista enquanto gênio, se aproximando do critério B/7: Construção do conhecimento científico e tecnológico (p. 127). Esse tipo de enfoque pode contribuir para uma visão não deformada da ciência (Pérez et. al., 2001).

O tema Ciclos biogeoquímicos ressalta a importância dos fungos, dentre outros decompositores, como parte essencial da cadeia alimentar, que disponibilizam elementos químicos, antes integrantes da matéria orgânica viva, para outros organismos. A página 145 em especial aborda a alteração do equilíbrio da concentração de elementos químicos, como o carbono, pela utilização intensa dos combustíveis fósseis, modificando a estabilidade mantida pela relação entre os seres vivos, inclusive os decompositores. O LD trata os combustíveis fósseis como um produto tecnológico gerador de energia utilizando um ponto de vista problematizador, em que por vezes o desenvolvimento C&T tem motivações político-econômicas que não andam lado a lado com a melhoria do bem estar social e ambiental. Esse enfoque está intimamente relacionado aos critérios A/1: Desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade; A/6: Organização do currículo visando uma educação para a cidadania; B/9: Compreensão da C&T como práticas contextualizadas; B/11: Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica e C/14: Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia.

Nesse volume, os fungos tem suas aplicações econômicas e tecnológicas amplamente abordadas. Destaca-se o papel dos fungos na fabricação de pães, onde atuam na fermentação alcoólica, convertendo açúcares da farinha de trigo em gás carbônico e álcool, tema retomado nos volumes Movimentos e equilíbrios na natureza e Tecnologia e cidadania. Também são mencionados como parte da produção de etanol, utilizados para a fermentação da

cana-de-açúcar (p. 127). Esse tipo de perspectiva pode contribuir para a compreensão da C&T como prática dentro de um contexto social, atendendo as demandas nutricionais, econômicas e de transporte da sociedade, de acordo com os critérios B/9: Compreensão da C&T como práticas contextualizadas, e B/10: Caracterização da C&T como construção social. Nesse momento poderia ter sido abordado, por exemplo, a utilização de fungos na remediação de acidentes envolvendo derramamento de petróleo, que quebram os compostos carbônicos do óleo em substâncias de menor toxicidade para a vida marinha.

Os volumes Movimentos e equilíbrios na natureza e Ciência, tecnologia e cidadania também trazem contribuições acerca do uso dos fungos no cotidiano. O vol. Ciência, tecnologia e cidadania apresentam uma questão do ENEM que aborda o uso de fungos na engenharia genética para a produção de vacinas (p.86). Nesse processo, os fungos recebem partes virais e passam a produzir anticorpos, demonstrando sua importância na biotecnologia e na saúde pública. Também são mencionados os usos industriais de fungos como catalizadores utilizados na indústria de produção de ração animal, alimentos, bebidas, indústria têxtil e de papel (critérios B/7: Construção do conhecimento científico e tecnológico, B/9: Compreensão da C&T como práticas contextualizadas). Entretanto a abordagem é muito superficial, podendo ser trabalhado o papel desses organismos de tornar substâncias difíceis de quebrar, como a lignina presente nos insumos vegetais, biodisponível, seja na natureza, seja em seu uso industrial. Apesar disso, a ausência da abordagem pode ser justificada por não se tratar do conteúdo de biologia propriamente dito.

O volume Eletricidade na sociedade e na vida não faz menção à palavra-chave "fungos", enquanto que o LD Origens cita os fungos apenas como um exemplo de célula eucariótica e organismo pluricelular (p. 103, 105 e 112).

Conclui-se que a coleção Multiversos promove a abordagem dos fungos de forma contextualizada, relaciona, ainda que superficialmente, esses organismos a temas emergentes, como a emissão de poluentes, e às suas aplicações econômicas e industriais. Os critérios com maiores lacunas foram aqueles do Eixo C (Cidadania/Ação), a coleção se ausenta de propor atividades que promovam o debate, a participação ativa, a formação de senso crítico e o senso de pertencimento à coletividade e a natureza a partir da temática dos fungos. Uma sugestão seria a utilização de metodologias como o estudo de caso, ou a metodologia da problematização, práticas que estimulam a formação de opinião, a discussão entre os estudantes e a proposição de resoluções diante de problemas reais. Ressalto também que as patologias causadas por fungos precisam ser abordadas nos LD, pois a escola é ambiente

privilegiado para a apropriação de valores relacionados a saúde pública e ao cuidado de si (critério C/15: Construção de identidade / sentimento de pertencimento a coletividade e desenvolvimento de valores e C/16: Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais).

A utilização dos fungos na dieta também não foi mencionada, sendo que estes organismos são importantes fontes nutricionais, e que o manejo da cultura desses organismos pode oferecer uma atividade de produção coletiva e comunitária, gerando renda, empregos e alimento. Em dois momentos (p. 90, v. Matéria, energia e a vida; p. 139, v. Ciência, sociedade e ambiente) os agrotóxicos são referidos como "defensivos agrícolas", responsáveis pela produção de alimentos em larga escala que combateria diferentes pragas, como os fungos. Essa abordagem não apenas pode levar a uma interpretação equivocada desses elementos químicos como uma tecnologia benéfica para a população, mas também retrata os fungos somente como organismos causadores de doença, deixando de lado o potencial dos fungos entomopatogênicos no combate às pragas e das micorrizas na diminuição de aditivos fertilizantes.

Essas são algumas contribuições que poderiam enriquecer o ensino de ciências, promovendo a alfabetização científica e formação de cidadãos mais críticos e conscientes.

4.2. EDITORA MODERNA, COLEÇÃO MODERNA PLUS: CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

4.2.1. Caracterização inicial da obra

A coleção Moderna Plus entrou para o PNLD em 2021, se propondo a ser um material didático alinhado aos objetivos da BNCC, e apresenta como pressupostos metodológicos o ensino crítico de ciências, as questões socioemocionais nas ciências da natureza e suas tecnologias e a diversidade de estratégias didáticas (Amabis et. al., 2020). A coleção está dividida em seis volumes, como sumarizado abaixo.

Quadro 4 – Obras da coleção Moderna Plus: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias

Títulos
O conhecimento científico
Água e vida

Matéria e energia
Humanidade e ambiente
Ciência e tecnologia
Universo e evolução

Fonte: Site Moderna. Disponível em https://pnld.moderna.com.br/ensino-medio/obras-didaticas/area-de-conhecimento/ciencias-da-natureza/moderna-plus

4.2.1. Análise da coleção Moderna Plus pela ferramenta FACTS

Quadro 5 – Avaliação da coleção Moderna pela ferramenta FACTS

Eixo/Critério		Nível	Média aritmética por nível
	A/1: Desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade	4 (Expert)	2
	A/2: Incentivo ao pensamento crítico e criativo	2 (Aprendiz)	
	A/3: Proposição ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar	2 (Aprendiz)	
	A/4: Favorecimento à construção de posicionamentos	2 (Aprendiz)	
	A/5: Proposições de abordagens metodológicas específicas	1 (Principiante)	
	A/6: Organização do currículo visando uma educação para a cidadania	1 (Principiante)	
	B/7: Construção do conhecimento científico e tecnológico	4 (Expert)	3,2
	B/8: Articulações entre Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade	1 (Principiante)	

	B/9: Compreensão da C&T como práticas contextualizadas	4 (Expert)	
	B/10: Caracterização da C&T como construção social	4 (Expert)	
	B/11: Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica	3 (Avançado)	
	C/12: Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade	1 (Principiante)	1,2
	C/13: Participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência	1 (Principiante)	
	C/14: Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia	3 (Avançado)	
	C/15: Construção de identidade / sentimento de pertencimento a coletividade e desenvolvimento de valores	1 (Principiante)	
	C/16: Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais	0 (Não apresenta)	

Fonte: Produção da própria autora

4.2.3. Análise qualitativa da coleção Moderna Plus – editora Moderna

O conhecimento científico: O primeiro volume da coleção traz uma perspectiva pertinente sobre a relação entre ciência e tecnologia envolvendo a micologia. Segundo os autores do LD

> "A Ciência é um empreendimento coletivo e em contínua construção, uma atividade em constante mudança pela qual passam os saberes e os esforços da humanidade sobre a natureza. [...]

> Hoje em dia, a Ciência está muito associada à tecnologia [...]. Mas nem sempre foi assim, pois tecnologia refere-se a um conjunto de métodos e técnicas para obter determinados resultados práticos. Por exemplo, a tecnologia da fermentação e da fabricação de pães surgiu muito antes das descobertas científicas sobre a natureza das leveduras, os fungos microscópicos responsáveis pela fermentação do pão." (Amabis; Martho; Leite., 2020, p. 20-21)

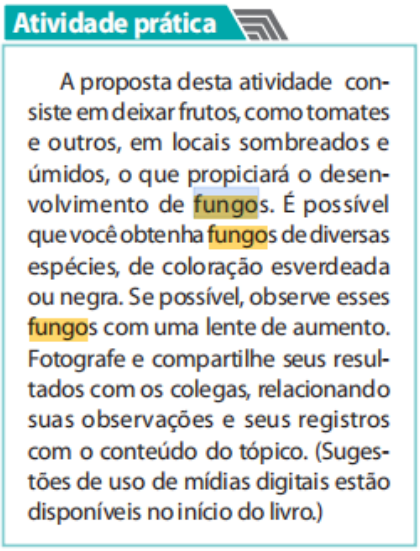
Ou seja, o volume apresenta características da construção do conhecimento científico como uma prática progressiva, em constante mudança, e que é feita dentro de um contexto social, respondendo as necessidades humanas, como no ideal de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente coadunado por Bazzo et. al. (2021). Essas respostas por vezes se apresentam como tecnologias, como a fabricação de alimento, que precedem o estudo de seus fenômenos, como a fermentação por fungos. Essa perspectiva está consoante com todos os critérios do Eixo B (Visão/Produção de C&T). Nesse mesmo sentido, o volume Água e vida traz a descoberta do primeiro antibiótico por Flemming, bem como traz a informação de que, apesar de extraídos das mesmas fontes, os antibióticos foram modificados ao longo do tempo, sendo chamados de antibióticos sintéticos". Esse dado pode contribuir para a compreensão da ciência enquanto prática mutável ao longo do tempo.

Água e Vida: o volume apresenta sessão dedicada ao estudo dos fungos ocupando cerca de uma página e meia. Apresenta aspectos biológicos essenciais dos fungos que estavam ausentes na coleção Multiversos, como morfologia externa de exemplares e reprodução desses organismos (p. 18-19). Compreender aspectos particulares a esses seres é essencial para a compreensão de seu papel na natureza, seu mecanismo de atuação em patologias e suas aplicações biotecnológicas. O livro relaciona a forma de nutrição dos fungos como responsável pelo apodrecimento de diversos materiais orgânicos. Poderia tratar também de como esse processo de digestão extracelular possui conexão direta a ciclagem de nutrientes propriamente dita.

Os autores propõem um experimento deixando frutos em locais escuros e úmidos, obtendo assim o crescimento de diferentes fungos. Estimulam os alunos a observarem os resultados com lente de aumento, fotografando os resultados e compartilhando-os com os colegas. O momento perde a chance de oferecer instruções mais sistematizadas, fomentando assim a cultura do fazer científico, apesar de sugerir o compartilhamento e comparação dos

resultados, uma das etapas da investigação científica. O experimento se tornando apenas de cunho demonstrativo [8](critérios A/5: Proposições de abordagens metodológicas específicas e B/7: Construção do conhecimento científico e tecnológico).

Imagem 2 – Experimento demonstrativo da coleção Moderna Plus: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias



Atividade prática

A proposta desta atividade consiste em deixar frutos, como tomates e outros, em locais sombreados e úmidos, o que propiciará o desenvolvimento de fungos. É possível que você obtenha fungos de diversas espécies, de coloração esverdeada ou negra. Se possível, observe esses fungos com uma lente de aumento. Fotografe e compartilhe seus resultados com os colegas, relacionando suas observações e seus registros com o conteúdo do tópico. (Sugestões de uso de mídias digitais estão disponíveis no início do livro.)

Fonte: Site Moderna. Disponível em https://pnld.moderna.com.br/wp-content/uploads/2021/05/FP_0198P21203_2_MP_PDF_CARAC.pdf, p. 18.

Além disso, o LD relaciona a importância dos decompositores para manutenção das cadeias alimentares, aborda o papel fundamental das micorrizas, apesar de não as relacionar a alimentação humana. Aborda as mais diversas aplicações industriais dos fungos, como a formulação de medicamentos corticoides, na produção de vitaminas, hormônios, antibióticos, além da utilização na panificação, na indústria de bebidas e na produção de etanol a partir da fermentação da cana. Tal escolha de abordagem contribui para a assimilação dos fungos como parte integrante da vida cotidiana dos alunos (critérios B/9: Compreensão da C&T como práticas contextualizadas e C/14: Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia). Uma sugestão seria acrescentar também as diversas possibilidade de biorremediação utilizando fungos, como já citado na análise da coleção da editora FTD.

A utilização de fungos macroscópicos na alimentação humana ou a menção da existência de fungos tóxicos ou alucinógenos estava ausente no LD, assim como doenças

[8] Os experimentos demonstrativos objetivam ilustrar fenômenos físicos e conceitos que podem ser abstratos, podendo ou não levar a problematização dos resultados (Araújo; Abib, 2003)

causadas por fungos, apesar de doenças causadas por outros organismos, como vírus e protozoários terem sido abordadas. Isso pode levar o aluno a buscar informações em locais que não oferecem confiabilidade em caso de infecções fúngicas, ao passo em que, ao não abordar os fungos de interesse médico, se contribui para a percepção de que esses organismos são sempre prejudiciais a vida humana, desfavorecendo uma visão equilibrada desses organismos em que se conhece os organismos que causam prejuízos a vida humana e de outras espécies, não se estendendo a todos os representantes do reino Fungi.

Matéria e Energia: O módulo versa em diferentes trechos sobre a importância da fermentação para a humanidade, relacionando a nutrição das leveduras *Saccharomyces cerevisae* a geração de subprodutos como o etanol e o gás carbônico que, ao ser liberado, forma bolhas que dilatam a massa de pão, sendo responsáveis pela textura macia desse alimento. O LD também aborda uma utilização pouco conhecida dos fungos, que é a fermentação das sementes de cacau utilizadas na produção de chocolate (p. 34 e 35).

O LD propõe a fabricação de pães utilizando fermento biológico. A prática não oferece muitos detalhes, se tratando também de um experimento demonstrativo, perdendo-se a chance de promover a investigação, como a oficina proposta pela coleção Multiversos.

Em outra oportunidade, o livro aborda a fermentação de um ponto de vista ambiental e político, a busca por fontes de energia alternativas ao uso de combustíveis fósseis, que sejam renováveis e menos poluentes, o texto cita a existência de um programa brasileiro de produção de etanol pela fermentação do bagaço da cana. Esse enfoque pode contribuir não apenas para fomentar a imagem da C&T como práticas não neutras, mas que podem andar de mãos dadas com um desenvolvimento sustentável, se aproximando dos critérios A/1: Desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade; A/2: Incentivo ao pensamento crítico e criativo; B/9: Compreensão da C&T como práticas contextualizadas; B/10: Caracterização da C&T como construção social; B/11: Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica e C/14: Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia.

Por último, o livro associa a fermentação à química, relacionando o processo à estequiometria[9] promovendo a interdisciplinaridade e a visão da ciência como um conjunto de conhecimentos construídos ao se apoiar em outras áreas de conhecimento, atendendo aos critérios A/3: Proposição ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar; B/7: Construção do conhecimento científico e tecnológico e B/10: Caracterização da C&T como construção social da ferramenta FACTS.

[9] Estequiometria é o estudo relativo às quantidades de reagentes e produtos nas reações químicas (Kotz et. al., 2005)

Humanidade e ambiente: O LD traz uma questão que aborda a utilização dos líquens, relação simbiótica existente entre algas e fungos, para análise da qualidade do ar e da presença de poluição, resultando na detecção de metais pesados derivados da queima de combustíveis fósseis prejudiciais à saúde e ao meio ambiente (p. 23). A questão pode contribuir para um posicionamento crítico diante de tecnologias que geram impactos ao meio ambiente e a população, bem como mostrar como a ação antrópica interfere no metabolismo de outros organismos, favorecendo o alcance dos critérios B/9: Compreensão da C&T como práticas contextualizadas; B/11: Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica e C/14: Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia, ao relacionar o desenvolvimento científico com suas impressões na sociedade e ambiente.

Apesar de não relacionado de maneira direta ao objetivo do atual trabalho, o LD propõe um debate em sala após pesquisa prévia acerca de aplicações sustentáveis, tanto em grande escala quanto na vida cotidiana. Traz diversas abordagens pertinentes a educação CTSA, como o progresso científico e tecnológico para a melhoria da qualidade de vida humana, a urgência global de mudança de hábitos, de busca por alternativas energéticas mais sustentáveis, mas carece de visão política e emancipadora. Mantém-se o discurso de alteração de hábitos individuais, não se discute o sistema socioeconômico capitalista que estimula o consumo, o descarte inadequado, tampouco se abordam as decisões político/econômicas tecnocratas que desconsideram as necessidades das mais diversas comunidades. Na página 143, espécies como fungos, bactérias, vermes, insetos e vírus são tratadas como causadoras de doenças e que disputam conosco por recursos. Esse tipo de enfoque pode levar a crer que esses organismos não compartilham conosco o mesmo planeta, afastando a noção de pertencimento a uma natureza que pode ser gerenciada e não erradicada (critérios C/12: Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade; C/13: Participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência; C/15: Construção de identidade / sentimento de pertencimento a coletividade e desenvolvimento de valores; C/16: Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais).

Ciência e Tecnologia: na mesma linha de pensamento, é abordado no volume uma doença fúngica que atacou culturas de milho nos Estados Unidos em 1970. O LD informa que através do melhoramento genético proveniente de pesquisa científica, foi introduzido uma variedade da planta resistente ao fungo causador da doença (p. 124), dispensando o uso de agrotóxicos. Uma abordagem crítica nesse momento poderia ter contribuído com a sugestão

supracitada, de que é possível se utilizar a C&T para levar ao progresso social e à integração do ser humano como parte da natureza.

Universo e Evolução: Não foram localizadas contribuições do ensino de micologia no contexto CTSA no volume.

A coleção Moderna Plus, assim como a coleção Multiversos, não traz informações sobre doenças causadas por fungos ou sobre a resistência a antifúngicos, um dos temas da micologia de maior interesse médico, visto que vivemos em um país tropical onde há grande incidência de tais patologias, com um sistema de saúde que apesar de gratuito, ainda é de difícil acesso, onde a automedicação é uma prática comum (Arrais et. al., 2016). As duas coleções promovem uma visão contextualizada desses organismos, com aplicações biotecnológicas presentes na realidade dos alunos, mas ainda carece de metodologias que estimulem a ação dos estudantes para a cidadania, o empoderamento frente a questões ambientais e de saúde, permanecendo numa abordagem conservadora da educação ambiental [10]. Não é dado nenhum recurso que permita ao aluno e futuro cidadão ativo as ferramentas para o exercício da democracia.

Esperamos que esse trabalho não se encerre em si mesmo, uma vez que as produções sobre o tema são escassas. Ainda que seja protagonizado pelo ensino de micologia, que seja uma pequena contribuição num panorama maior de trabalhos voltados a promoção de práticas de ensino de Ciências e Biologia que formem indivíduos autônomos, questionadores, participativos em decisões sobre problemas envolvendo a ciência e tecnologia.

Além disso, que seja uma oportunidade de repensar como o ensino de micologia tem sido realizado na educação básica, como ele pode ser aperfeiçoado para garantir uma aprendizagem mais significativa.

CONCLUSÃO

A análise das duas coleções de livros didáticos mais utilizados na rede de ensino pela ferramenta FACTS denota que o ensino de micologia nos LD tem sido feito de forma contextualizada, com as diversas aplicações biotecnológicas envolvendo esses seres sendo discutidas, alinhadas ao eixo B (Visão/Produção de C&T) da ferramenta FACTS. Entretanto, o Eixo A apresentou um desempenho de nível Aprendiz nas duas coleções, apesar de abordar

[10] Contrariamente a EA crítica, a abordagem conservadora ou conservacionista está ligada a educação ambiental para o consumo, focada em ações individuais, relacionada de certo modo a educação financeira (Sá; Romano; Toschi, 2015).

o conteúdo de micologia por um viés de criticidade, não há proposições metodológicas específicas para promoção do debate e da formação de posicionamentos, permanecendo no campo do ensino expositivo e tradicional. O eixo C, de cidadania/ação, foi o que apresentou a menor aderência segundo a ferramenta avaliativa. Nenhuma das coleções apresentou metodologias problematizadoras, com foco no desenvolvimento da cidadania, da sensação de pertencimento, da promoção de ações transformadoras da vida individual ou coletiva dos alunos. Em especial, o cuidado relativo à saúde pública envolvendo patologias fúngicas estava ausente, tornando os estudantes suscetíveis a elas e não lhes empoderando ao enfrentar essas situações.

As coleções apresentam contribuições significativas a alfabetização científica no campo da micologia, especialmente ao relacionar ciência, tecnologia e sociedade, elucidando a aproximação dos fungos a vida e a economia humana, porém ainda necessita avançar nas questões ambientais e de saúde pública envolvendo esses organismos. É notável que apesar da elevada carga de trabalho característica da profissão dos professores, ainda cabe a eles analisarem criticamente os livros didáticos a eles disponibilizados e trazer metodologias diversificadas, de modo a complementar o ensino de micologia.

Esperamos que o presente trabalho possa ser parte do melhoramento dos materiais didáticos ofertados aos professores, considerando a escassez de trabalhos voltados análise do tema de micologia nos LD, de modo a oferecer apoio a prática educativa e evitando a exaustão de nossos educadores. Ademais, desejamos que esse trabalho não se encerre em si mesmo, mas promova mudanças significativas na produção dos LD e sirva de apoio para futuros trabalhos no âmbito da micologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Teo et. al. Uma análise qualitativa e quantitativa da produção científica sobre CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) em periódicos da área de ensino de ciências no Brasil. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, 2009.

AIKENHEAD, Glen; FLEMMING, Reg; RYAN, Alan. High-School Graduates' Beliefs About Science-Technology-Society. **Wiley Periodicals**, ed. 71, USA, p. 145-161, 1987.

AMABIS, José; MARTHO, Gilberto; LEITE, Laura. Ciências da Natureza e Suas Tecnologias: **O conhecimento científico**. Editora Moderna, v. 1, 2020.

AMABIS, José; MARTHO, Gilberto; LEITE, Laura. Ciências da Natureza e Suas Tecnologias: **Água e Vida**. Editora Moderna, v. 2, 2020.

AMABIS, José; MARTHO, Gilberto; LEITE, Laura. Ciências da Natureza e Suas Tecnologias: **Matéria e Energia**. Editora Moderna, v. 3, 2020.

AMABIS, José; MARTHO, Gilberto; LEITE, Laura. Ciências da Natureza e Suas Tecnologias: **Humanidade e ambiente**. Editora Moderna, v. 4, 2020.

AMABIS, José; MARTHO, Gilberto; LEITE, Laura. Ciências da Natureza e Suas Tecnologias: **Ciência e Tecnologia**. Editora Moderna, v. 5, 2020.

AMABIS, José; MARTHO, Gilberto; LEITE, Laura. Ciências da Natureza e Suas Tecnologias: **Universo e Evolução**. Editora Moderna, v. 6, 2020.

AMARAL, Luana; ROSA, Cleci. Alfabetização Científica e Tecnológica na Sociedade de Risco: Reflexões Teóricas. **XIII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, Caldas Novas, p. 1-7, 2021.

ARAÚJO, Mauro; ABIB, Maria. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**.Vol. 25, n. 2, 2003, p. 176.

ARRAIS, Paulo et. Al. Prevalência da automedicação no Brasil e fatores associados. **Revista de Saúde Pública**, 2016, p. 1s-11s.

SANTOS, Vanessa; MARTINS, Liziane. A importância do livro didático. **Revista digital Candombá**, 2011.

BLACKWELL, Meredith. The Fungi: 1, 2, 3... 5.1 million species? **American Journal of Botany**, 2011, p. 333-592.

BAZZO, Walter et al. O que são e para que servem os estudos CTS. UFSC, Florianópolis, 2000. **Anais da COBENGE 2000**. Disponível em https://abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/19/artigos/310.pdf Acesso em 20/12/2024

BRASIL. Decreto no. 9.099, de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro didático. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, ano 154, no. 137, p.7, 19 jul. 2017.

BRASIL. Dados Estatísticos: PNLD. **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação,** 2 024. Disponível em https://www.gov.br/fnde/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/pnld/dados-estatisticos. Acesso em 06/02/2025.

BUENO, Kely; FRANZOLIN, Fernanda. A utilização de recursos didáticos nas aulas de Ciências Naturais nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.

CACHAPUZ, Antonio et. al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. Cortez Editora, São Paulo, 2005.

CAIN, Michael et. al. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015, p. 636–653.

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

CHIBENI. O que é ciência? **Portal Unicamp**, 2004.
Disponível em: <http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/ciencia.pdf>. Acesso em 20/12/24.

COSTA, Antônio et. al. Controle alternativo e biológico de pragas e fitopatógenos: uma década de contribuição. **Instituto Agronômico de Pernambuco**, Recife, 2022.

CRISTINO, Edynei et. al. Cultivo de cogumelos comestíveis como proposta de ensino de ciências da natureza e da agroecologia na escola Família Agrícola Puris. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 10, n. 2, 2019, p. 55-62.

CUNHA, A.; RODRIGUES, D.; SILVA, D. Apropriação do Termo Alfabetização Pelo Ensino de Ciências. **Anais do 16º Congresso de Leitura do Brasil**, 2006.

DUBAR, Claude. Agente, ator, sujeito, autor: do semelhante ao mesmo. **Revista Desigualdade & Diversidade**, Rio de Janeiro, 2009.

FENSHAM, P. J. Time to change drivers for scientific literacy. **Canadian Journal of Science**, Mathematics and Technology Education, Toronto, v. 2, n. 1, p. 924, 2002.

FERREIRA, Andréa. A importância da microbiologia na escola: uma abordagem no Ensino Médio. **Arquivos de monografia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em <https://www.decb.uerj.br/arquivos/monografias/Andréa%20Fonseca%20Ferreira%20-%20PPII%20-%20A%20importância%20da%20microbiolo.pdf>.

GALVÃO, Luiz; BUSS, Paulo. **Saúde Global, Meio Ambiente e Desigualdades**. Linha Editorial Internacional de Apoio aos Sistemas de Saúde – LEIASS, v. 11, Brasília, p. 220-243, 2024.

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

GARCIA, Júnior; PARRON, Lucilia. Avaliação de serviços ecossistêmicos em Florestas com Araucária. **Araucária: pesquisa e desenvolvimento no Brasil**, Brasília, p. 289-306, 2021.

GODOY, Leandro; AGNELO, Rosana; MELO, Wolney. Ciências da Natureza e suas tecnologias: **Matéria, Energia e a Vida**. Editora FTD, v. 1, São Paulo, 2020.

GODOY, Leandro; AGNELO, Rosana; MELO, Wolney. Ciências da Natureza e suas tecnologias: **Movimentos e Equilíbrios na Natureza**. Editora FTD, v. 2, São Paulo, 2020.

GODOY, Leandro; AGNELO, Rosana; MELO, Wolney. Ciências da Natureza e suas tecnologias: **Eletricidade na Sociedade e na Vida**. Editora FTD, v. 3, São Paulo, 2020.

GODOY, Leandro; AGNELO, Rosana; MELO, Wolney. Ciências da Natureza e suas tecnologias: **Origens**. Editora FTD, v. 4, São Paulo, 2020.

GODOY, Leandro; AGNELO, Rosana; MELO, Wolney. Ciências da Natureza e suas tecnologias: **Ciência, Sociedade e Ambiente**. Editora FTD, v. 5, São Paulo, 2020.

GODOY, Leandro; AGNELO, Rosana; MELO, Wolney. Ciências da Natureza e suas tecnologias: **Ciência, Tecnologia e Cidadania**. Editora FTD, v. 6, São Paulo, 2020.

FOUREZ, Gérard. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Traducción de Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FREITAS et. al. Contribuições e desafios no processo de construção de uma ferramenta avaliativa. **RepositórioUFSCAR**, 2021. Disponível em <http://www.facts.ufscar.br>. Acesso em 02/04/2025.

JÚNIOR, Murillo. Importância dos patógenos habitantes do solo na cultura do feijoeiro comum. **EMBRAPA**, 2021. Disponível em <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/doencas/doencas-fungicas/doencas-fungicas-do-solo>. Acesso em 10/02/2024.

KOTZ, John et. al. **Química Geral 1 e reações químicas**. Editora Thomson Learning/Pioneira, v. 1, São Paulo, 2005.

KUMANAYA, Daniele; RUGAI, Thábata; BONINI, Luci. A cultura e a territorialidade do cultivo de cogumelos em Mogi das Cruzes. **Revista eletrônica Anima Terra**, Mogi das Cruzes, nº 7, p. 1-13, 2018.

LONGO, W. P. **Tecnologia e soberania nacional**. Ed. Nobel, São Paulo, 1984.

MADIGAN, Michael et. al. **Microbiologia de Brock**. Editora Artmed, 14ª edição, Porto Alegre, 2016.

MOREIRA, Laís et. al. Estudo da resistência a antifúngicos de leveduras isoladas de candidúrias de um hospital de médio porte. **Revista Univap**, São José dos Campos, v. 23, nº 43, 2017.
PEREIRA, Vinícius. Análise comparativa de material didático de biologia do antigo e novo ensino médio. **Repositório Institucional da Universidade Federal de São Paulo**, Diadema, 2023.

PÉREZ, Leonardo. **A perspectiva ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) no ensino de Ciências e as questões sociocientíficas (QSC)**. Editora Unesp, São Paulo, 2012.

PIMENTEL-JÚNIOR, Clívio; CARVALHO, Maria Inez da Silva de Souza; SÁ, Maria Roseli Gomes Brito. Pesquisa (Auto)Biográfica em Chave Pós-estrutural: conversas com Judith Butler. **Práxis Educativa**, v. 12, n. 1, p. 203-222, jan/abr, 2017.
Disponível em: http://dx.doi.org/10.5212/PraxEduc.v.12i1.0011

PIMENTEL-JÚNIOR, Clívio. Demandas Identitárias nas Políticas de Currículo para o Ensino das Ciências. **Revista Atos de Pesquisa em Educação**, v. 15, n. 1, p. 94-119, 2020. Disponível em: https://dx.doi.org/10.7867/1809-0354.2020v15n1p94-119

PIMENTEL-JÚNIOR, Clívio. Demanda como Unidade de Análise e a Produção de Dados nas Pesquisas em Políticas de Currículo. In: Raimundo Dutra de Araújo; Francisco Antonio Machado Araujo. (Org.). **Processos metodológicos na pesquisa em educação**: dispositivos de produção e análise de dados em movimento. Teresina: EDUFPI, 2020, p. 323-340.

PIMENTEL JÚNIOR, Clívio. Demandas discursivas regulatórias para "fazer a BNCC sair do papel" no Oeste da Bahia. **Roteiro**, v. 46, p. e23806, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.18593/r.v46i0.23806.

PIMENTEL-JÚNIOR, Clívio. Deslocamentos Discursivos e as Competências das Ciências da Natureza na BNCC: contingência, precariedade e a impossibilidade de um "todos" para o currículo. **Revista Espaço do Currículo**, v. 14, n. Especial, p. 1–13, 2021. Disponível em: https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/rec/article/view/60459.

PIMENTEL-JÚNIOR, Clívio. Relação sujeito/conhecimento nas políticas de currículo da educação em ciências dos últimos tempos: contribuições pós-estruturais ao debate. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 38, p. e84955, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1984-0411.84955.

PIMENTEL JUNIOR, Clívio. Política padrão, currículo e ensino de biologia: quais caminhos para a diferença? **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 16, n. nesp.1, p. 649–669, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.46667/renbio.v16inesp.1.956.

PONTE, M. C. Um cubo mofado. In: **Revista Poiésis**., p. 309-330, 2020.
OLIVEIRA, Armando et. al. Teorias da democracia e direitos políticos. **VII Encontro Internacional do CONPEDI/BRAGA**, Portugal, 2017, p. 6.

RAUPP, F., Beuren, I. **Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade**: Teoria e Prática. São Paulo: Atlas, 2006, p. 80.

RAVEN, P. et. al. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

RANDOLPH, Delia et. al. Preventing the next pandemic: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission. **United Nations Environment Programme**, 2020.

ROSA, M. A.; MOHR, A. Os fungos na escola: análise dos conteúdos de micologia em livros didáticos do ensino fundamental de Florianópolis. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Cuiabá, v. 5, n. 3, p. 98, 2010.

SASSERON, Lúcia. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações Entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia; CARVALHO, Anna. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a Proposição e a Procura de Indicadores do Processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p.333-352, 2008.

SEGURA, E.; KALHIL, J. B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 3, n. 1, p. 87–98, 2015.

SHELDRAKE, Merlin. **Entangled Life**: How Fungi Make Our Worlds, Change Our Minds and Shape Our Futures.

SIQUEIRA, Gisele et. Al. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, 2021.

SILVA, Aline; MENOLLI, Júnior. Análise do Conteúdo de Fungos em Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Revista Ciência & Ideias**, Nilópolis, v. 7, n. 3, p. 238, 2016.

SILVA, Jacob et. al. Efeitos das condições climáticas na propagação de micoses superficiais. **Anais da XV Semana das Jornadas Acadêmicas de Saúde da Chrisfapi**. Piauí, 2023.

SILVA, Giovanna; NEGRINI, Lívia. Esporotricose em felinos domésticos: revisão de literatura. **Revista MV&Z**, São Paulo, v. 21, 2023.

SILVA, Letícia et. Al. Correlação entre internações por micoses e condições climáticas em São Luiz, no período de 1998 a 2016. **Revista Ceuma Perspectivas**, vol. 30, nº 1, 2017.

SILVA, Aline. A Visão dos Alunos Sobre Fungos: Estudo das Percepções e Conhecimentos de Fungos por Estudantes Concluintes do Ensino Médio. **Repositório da Universidade Federal de São Paulo**, Diadema, 2019.

SÁ, Marco; ROMANO, Camila; TOSCHI, Mirza. Educação ambiental além do meio ambiente: considerações sobre relações sociopolíticas nos modelos de ensino. **Revista Sapiência**, v. 4, n. 2, p. 50-62, 2015.

SOUZA et. al., R. O novo ensino médio e suas implicações nos conteúdos de zoologia presentes nos livros didáticos de biologia. **Anais do IX encontro do CONEDU**. João Pessoa, 2023.

SOARES, I. et. al. Fungos na biorremediação de áreas degradadas. **Arquivo do Instituto de Biologia de São Paulo**, v. 78, nº 2, 2011.

SOARES, Magda. Alfabetização, leitura e escrita. Entrevista concedida ao programa **Salto Para o Futuro**, outubro de 2002.

STAKE, Robert. **Pesquisa qualitativa**: estudando como as coisas funcionam. São Paulo: Artmed, p. 25, 2011.

TORTORA, G. et. al. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TRIGUEIRO. O conteúdo social da tecnologia. **Embrapa Informação Tecnológica**, 2008, p. 58.

VIDAL, D. G. No interior da sala de aula: ensaio sobre cultura e prática escolares. **Revista Currículo sem Fronteiras**, v. 9, n. 1, p. 25-41, 2009.

VIEIRA, Rhian. O ensino de Microbiologia na Educação Básica: um relato de experiência na interface escola-universidade. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, nº 21, 2023.