

**APLICANDO UMA FERRAMENTA AVALIATIVA NO CONTEXTO DA
EDUCAÇÃO CTSA: ANÁLISE DE UM LIVRO DIDÁTICO DO ENSINO MÉDIO**

**APPLYING AN EVALUATION TOOL IN THE CONTEXT OF CTSA EDUCATION:
ANALYSIS OF A HIGH SCHOOL TEXTBOOK**

**APLICANDO UNA HERRAMIENTA EVALUATIVA EN EL CONTEXTO DE LA
EDUCACIÓN CTSA: ANÁLISIS DE UN LIBRO DE TEXTO DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA.**

Dália Melissa Conrado¹

Elisangela Matias Miranda²

Nei de Freitas Nunes Neto³

Resumo: Livros didáticos são ferramentas importantes para apoio na educação formal, e muito utilizados por docentes e discentes. Portanto, pesquisas sobre avaliação de livros didáticos são relevantes para melhor orientar a comunidade escolar na escolha e no uso deste material curricular. Neste trabalho de pesquisa qualitativa, documental e exploratória, analisamos um livro didático aprovado para os três anos do Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Utilizamos uma ferramenta avaliativa sobre a perspectiva CTS e concluímos que o livro ainda precisa ser complementado por outros materiais e temas para discussão, a fim de melhor fornecer subsídios para o alcance dos objetivos da educação CTSA. Também recomendamos outras ferramentas para avaliação das relações CTSA presentes em materiais curriculares.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de Livro Didático; Relações CTSA; Educação Crítica; PNLD.

Abstract: Textbooks are important tools for support in formal education, and widely used by teachers and students. Therefore, research on textbooks evaluation is relevant to better guide the school community in the choice and use of this curriculum material. In this qualitative, documentary and exploratory research work, we analyzed an approved textbook for the three years of high school, in the area of natural sciences and its technologies. We used an evaluative tool on the STS perspective and concluded that the book still needs to be complemented by other materials and topics for discussion, in order to better provide grounds for the achievement of STSE education's goals. We also recommend other tools for evaluating STSE relationships present in curriculum materials.

KEYWORDS: Textbook Review; STSE relationships; Critical Education; PNLD.

Resumen: Los libros de texto son herramientas importantes para apoyar la educación formal y son ampliamente utilizados por profesores y estudiantes. Por lo tanto, la investigación sobre la

¹Professora visitante do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECMAT) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Pesquisadora do INCT IN-TREE, Universidade Federal da Bahia (UFBA).

² Professora da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

³ Professor da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Pesquisador do INCT IN-TREE (UFBA).

evaluación de libros de texto es relevante para orientar mejor a la comunidad escolar en la elección y uso de este material curricular. En este estudio de investigación cualitativa, documental y exploratoria, analizamos un libro de texto aprobado para los tres años de educación secundaria en el área de Ciencias de la Naturaleza y sus Tecnologías. Utilizamos una herramienta de evaluación desde la perspectiva CTS y concluimos que el libro aún necesita complementarse con otros materiales y temas de discusión para proporcionar mejores recursos para alcanzar los objetivos de la educación CTSA. También recomendamos otras herramientas para evaluar las relaciones CTSA presentes en los materiales curriculares.

Palabras clave: Evaluación de libro de texto; Relaciones CTSA; Educación crítica; PNLD.

Introdução

Apesar de existirem conhecimentos, técnicas e ferramentas provenientes do desenvolvimento científico e tecnológico (C&T), podendo resultar em avanços para saúde, qualidade de vida, e sustentabilidade socioambiental, nem sempre as decisões individuais, coletivas e de *stakeholders* consideram conhecimentos C&T. Em outras situações, nem toda a população recebe os resultados dos avanços C&T, sendo as externalidades negativas⁴ compartilhadas (desigualmente) por todos. Portanto, há dimensões éticas e políticas envolvidas nas atividades C&T e seus desdobramentos para sociedades e ambientes (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012; REIS, 2013; LACERDA; STRIEDER, 2019). Uma educação C&T mais ampla e interdisciplinar pode contribuir para uma melhor compreensão e uso da ciência no cotidiano, conseqüentemente com a valorização da ciência enquanto atividade cultural essencial para o desenvolvimento civilizatório (BAZZO, 1998; SILVA; MARCONDES 2015; PENHA; MACIEL, 2020a).

Numa sociedade contemporânea, por exemplo, em que a situação da pandemia de COVID-19 intensificou contextos de desinformação sobre saúde, chegando a presenciarmos o fortalecimento do “negacionismo científico”, por um lado, e uma supervalorização técnica (salvacionismo tecnológico), por outro lado, uma educação em C&T, capaz de promover criticidade, investigação, aprofundamento e interesse nas questões socioambientais que afetam a todos, torna-se cada vez mais necessária (CARUSO; MARQUES, 2021; ROSA; AULER,

⁴ Externalidade negativa refere-se, geralmente, a resultados externos de um processo produtivo. O termo é muito usado em economia ecológica para se referir a efeitos negativos, que prejudicam a sustentabilidade do sistema. Por exemplo, a poluição resultante da atividade industrial baseada em combustíveis fósseis é uma externalidade negativa desse processo produtivo que atinge o ambiente natural e social, incluindo pessoas, solos, mares, outros animais, etc.

2016; HODSON, 2011). Nesse contexto, as repercussões do movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS) para a área educacional contribuíram para uma formação mais integral, do sujeito, envolvendo situações reais que mostram a importância de se compreender C&T dentro de relações mútuas condicionadas por S&A, além de combater o cientificismo e o tecnicismo (BAZZO, 1998; SILVA; GOMES; PAULA, 2019; BORDONI; SILVEIRA; VIEIRA, 2020).

Considerando a urgência da formação de sujeitos capazes de ações compatíveis com sustentabilidade e justiça socioambientais, o que pressupõe um aprendizado integrado entre os domínios das áreas de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), sobretudo por conta dos problemas e questões socioambientais contemporâneos, a perspectiva de educação CTSA reúne e apresenta elementos e fundamentos para o alcance de um letramento científico e tecnológico conforme as demandas e necessidades das sociedades atuais (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012; REIS, 2013; HODSON, 2018; BENCZE et al. 2018, LACERDA; STRIEDER, 2019; SARMENTO et al., 2019).

Contudo, o campo da educação CTSA tem enfrentado diversos desafios, como: 1) a formação de professores em contextos em que ainda predominam métodos passivos, com estratégias transmissivas; 2) a forma de avaliação do que se aprende e se produz numa situação didática orientada pelos pressupostos da educação CTSA; 3) a qualidade e as contribuições do material didático que orienta as atividades em sala de aula (DIONOR et al., 2020b).

Portanto, no processo de formação docente, devemos explicitar os pressupostos e bases teóricas da educação CTSA, repercutindo sobre a própria prática de professores para que possam contribuir tanto nas vivências dos professores em formação quanto na elaboração de materiais curriculares (LACERDA; STRIEDER, 2019; BORDONI; SILVEIRA; VIEIRA, 2020; OLIVEIRA; CERQUEIRA 2021; SOUZA; MÜLLER, 2022). Isso significa inserir, nos cursos de licenciatura, atividades em que os alunos possam ter experiências formativas com a educação CTSA e não apenas aprender sobre a educação CTSA. Nessas atividades, os estudantes poderiam testar ferramentas de avaliação de materiais curriculares, exercitando habilidades de análise crítica e pesquisa documental. Para contribuir com a melhoria da qualidade dos materiais curriculares, a avaliação de livros didáticos (LD) e a posterior divulgação dos resultados desse tipo de pesquisa, tornaram-se um modo de auxiliar docentes que possuem interesse em adotar o LD em suas aulas (LEÃO; MEGID NETO, 2006).

Mediante essa situação, a FACTS (Ferramenta Avaliativa CTS), um instrumento elaborado para analisar práticas, materiais e processos de ensino na educação básica e na formação de professores, tem sido adotada na educação científica, tanto como uma atividade de análise documental na formação docente, quanto como modo de avaliar materiais curriculares na pesquisa educacional (FREITAS et al. 2020).

Neste trabalho, utilizamos a FACTS para avaliar a presença e a qualidade da abordagem CTSA de um LD, discutindo perspectivas e condições para que este material curricular possa contribuir para o alcance de objetivos educacionais referentes a um letramento científico crítico (*critical scientific literacy*, para mais detalhes, ver HODSON, 2011; 2018).

Avaliando livros didáticos no contexto da educação CTSA

Inovações educacionais, como a adoção da abordagem CTSA no ensino, são importantes para a melhoria do processo de formação de cidadãos em direção à sustentabilidade socioambiental, assim como há relevância nos métodos avaliativos mais abrangentes para contemplar diferentes dimensões e pontos de vista associados ao uso de materiais curriculares de apoio à educação CTSA (CONRADO; EL-HANI; NUNES NETO, 2013; SARMENTO et al. 2019). Além disso, docentes têm relatado dificuldades para implementar ações educacionais considerando essas abordagens mais amplas e participativas (DIONOR et al., 2020a). Assim, os métodos, pesquisas e instrumentos de avaliação de materiais didáticos são um modo de garantir melhor alcance de objetivos educacionais, tanto em processos de planejamento, quanto de ensino e aprendizagem.

Basso (2013), Conceição et al. (2018), Penha e Maciel (2020a; 2020b) destacam o papel dos LD como base e orientação tanto para o docente quanto para o discente. Estes trabalhos indicam a necessidade de pesquisas para avaliar tanto os materiais recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), quanto os próprios critérios para a escolha desses materiais, com vistas à melhoria da qualidade destes, além de melhor atender aos usuários destes livros nos processos de ensino e de aprendizagem.

Gomes e Batista (2019), que avaliaram LD de Ciências Naturais dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, identificaram a presença de elementos dos domínios CTSA. Contudo, estes ainda apresentados de modo incipiente, muitas vezes descontextualizados, e predominando uma visão ingênua ou pouco crítica dessas relações entre CTSA. Com base nesta

análise, por causa das limitações dos LD, os autores argumentam que é necessário fomentar uma melhor formação docente, sobretudo quanto à capacidade docente de avaliação e seleção dos conteúdos dos LD para posterior implementação em sala de aula.

Silva, Gomes e Paula (2019) avaliaram sessões complementares de LD de ciências e o potencial desses livros para promover discussões e aprofundamentos de compreensão sobre as relações CTSA. As autoras indicaram o uso dessas situações mencionadas nos LD para favorecer a abordagem dos conteúdos em sala de aula no contexto da perspectiva CTSA, e discutiram sobre a importância de uma formação docente adequada para lidar com esse modo interdisciplinar de abordar o conteúdo, mencionando também as vantagens de programas de apoio para a iniciação à docência, como o PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência).

Penha e Maciel (2020a, 2020b, 2020c) avaliaram diferentes coleções de LD, visando identificar elementos da abordagem CTS nesses livros, e recomendaram atividades de valorização de conhecimentos prévios dos alunos, de tomada de decisão e de proposição de ações para que os alunos possam vincular melhor o conteúdo aprendido em sala com sua realidade cotidiana, principalmente para uma aprendizagem mais aprofundada sobre natureza da ciência, saúde e meio ambiente.

Cortez e Foscarin Neto (2020) avaliaram oportunidades para a abordagem CTS em livros didáticos do 9º ano do ensino fundamental e, apesar de perceberem uma contextualização dos conteúdos com o cotidiano e os domínios CTS integrados, discutiram a falta de elementos que caracterizam uma dimensão atitudinal do conteúdo, ao relatarem a baixa incidência de elementos de ética e cidadania nos livros analisados, além de perceberem raciocínio cientificista no texto que pode reforçar imagens distorcidas de C&T, bem como não contribuir para uma formação crítica e cidadã.

Souza e Müller (2022), em suas análises de publicações que relatam resultados de pesquisa sobre LD e abordagem CTS, perceberam que o enfoque CTS, seguindo pressupostos teóricos dessa perspectiva, estaria presente ainda de forma incipiente nos LD, mostrando a necessidade de mais cuidado e atenção às pesquisas nessa área, dada a importância que esses materiais têm na educação nacional.

Por isso, avaliar e discutir, sistemática e criticamente, materiais curriculares, como os LD, é um modo de contribuir para aumentar a qualidade da aula de professores que adotam esses materiais, bem como de incentivar os próprios docentes a também avaliarem criticamente esses materiais.

Método

O presente estudo de pesquisa documental exploratória, parte de um projeto maior de avaliação de LD de Ensino Médio aprovados pelo PNL D para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, foi desenvolvido a partir de uma análise exploratória qualitativa, considerando as bases teóricas e metodológicas que fundamentam o uso da Ferramenta Avaliativa CTS (FACTS)⁵, bem como o referencial teórico sobre educação CTSA e educação crítica. A FACTS “foi construída no formato de rubrica, uma vez que, como método de avaliação educacional, possui os princípios básicos da avaliação convencional: validade, confiabilidade, flexibilidade e objetividade” (FREITAS et al., 2020, p. 647). A ferramenta possui três eixos que se referem às dimensões “Processos de Ensino/Aprendizagem” (eixo A), “Visão/Produção de C&T” (eixo B) e “Cidadania/Ação” (eixo C). Cada um destes eixos possui diferentes critérios, totalizando 16, conforme apresentado nos Quadros 1, 2 e 3.

Quadro 1 – Eixo A da ferramenta avaliativa FACTS e seus respectivos critérios.

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: <http://facts.ufscar.br/avaliacao>

⁵ Site para uso da Ferramenta Avaliativa CTS (FACTS): <http://.facts.ufscar.br>

Quadro 2 – Eixo B da ferramenta avaliativa FACTS e seus respectivos critérios.

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: <http://facts.ufscar.br/avaliacao>

Quadro 3 – Eixo C da ferramenta avaliativa FACTS e seus respectivos critérios.

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: <http://facts.ufscar.br/avaliacao>

Cada um dos 16 critérios de avaliação recebeu uma escala de classificação qualitativa atribuída por “Não apresenta”, “Principiante”, “Aprendiz”, “Avançado” e “Expert”. Essas cinco categorias foram associadas a uma classificação quantitativa: 0, 1, 2, 3, 4, respectivamente, que permite valorar os diferentes níveis de presença e profundidade que o material avaliado alcança entre os critérios apresentados nos Quadros 1, 2 e 3 relativamente à educação científica crítica pautada na perspectiva CTSA.

O LD selecionado, aprovado pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do ano de 2020, esteve disponível para consulta no site da editora. Trata-se de volume único intitulado: “Vamos juntos, Profe! Projetos integradores: ciências da natureza e suas tecnologias” (2020).

Resultados

A seguir, discutimos nossa análise em três seções: a primeira, com uma descrição geral da obra; em seguida, classificamos os capítulos do LD conforme as categorias específicas nos níveis dos critérios, de acordo com os eixos da FACTS; por fim, realizamos uma avaliação do uso dessa ferramenta avaliativa em comparação com outras ferramentas disponibilizadas na literatura para avaliar a perspectiva CTSA presente em materiais didáticos.

Caracterização inicial da obra

Lançado pela Editora Saraiva em 2020 e aprovado pelo PNLD, para vigência 2021-2024, o livro, disponibilizado em plataforma digital⁶, em volume único, foi organizado por três biólogos e professores, com grande experiência em sala de aula. Os autores, seguindo as recomendações das diretrizes para elaboração de livros didáticos no contexto brasileiro contemporâneo, buscaram organizar os conteúdos de modo compatível com as necessidades de desenvolvimento de habilidades e capacidades dos alunos para lidar com problemas e situações locais e globais, com o objetivo de formar cidadãos ativos e participativos capazes de colaborar para a organização e a manutenção de sociedades justas, colaborativas e sustentáveis.

Os autores propõem uma integração de conhecimentos prévios sobre assuntos polêmicos e contemporâneos com os conhecimentos científicos e com atividades de contextualização considerando a realidade dos alunos. Além disso, sugerem diferentes formas de avaliação, reflexão e discussão de perspectivas, além de apresentar atividades experimentais, de investigação e de planejamento de ações.

O livro é dividido em 6 projetos que abordam os temas: STEAM⁷ e tecnologias; protagonismo juvenil e sustentabilidade; mídia, educação e saúde pública; mediação de conflitos e problemas ambientais; protagonismo juvenil e alimentação; STEAM e brinquedos

⁶ Site do LD analisado: <https://www.edocente.com.br/pnld/2021-objeto-1/obra/vamos-juntos-profe-ciencias-da-natureza-saraiva/>

⁷ STEAM representa uma perspectiva de educação que se pretende interdisciplinar, a partir de objetivos integrados de um conjunto de disciplinas, com o intuito de mobilizar conhecimentos, técnicas e habilidades das ciências e tecnologias para a resolução de problemas locais. No inglês, a sigla corresponde à: *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*.

sustentáveis. Esses projetos estão relacionados a 4 temas integradores (STEAM; protagonismo juvenil; mídia e educação; mediação de conflitos) elaborados para o desenvolvimento das 10 competências gerais para a Educação Básica da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Ao considerar a apresentação de caminhos para a comunidade escolar aplicar a perspectiva CTSA, a seleção dos 4 temas integradores indicou, em nossa análise, a presença dos três eixos (A, B, C) da FACTS, como sintetizamos no quadro 4.

Quadro 4 – Temas integradores nos três eixos da FACTS.

Tema integrador	Eixos	Justificativa
STEAM	A B C	Estimula criatividade, uso de conhecimentos e ferramentas de C&T para a resolução de problemas sociais locais, recomendando o uso de estratégias que integram disciplinas de C&T, com menor ênfase sobre o eixo C, sobretudo nos critérios 15 e 16, por não explicitar, por exemplo, a discussão sobre valores, interesses e aspectos que influenciam a formação de agrupamentos humanos.
Protagonismo Juvenil	A B C	Incentiva o posicionamento do aluno, considerando culturas, diversidade e necessidades do contexto local, favorecendo ações cidadãs. Contudo com menor ênfase sobre o critério 11 (eixo B), por não explicitar, por exemplo, a discussão sobre os mitos do cientificismo.
Mídia e Educação	A B C	Apresenta temas contemporâneos que estimulam o uso de mídias e recursos digitais para a aprendizagem. Há menor ênfase sobre os critérios 14, 15 e 16 (eixo C), por não explicitar esses assuntos nesse tema integrador.
Mediação de Conflitos	A B C	Cria condições para o diálogo e a reflexão sobre valores e regras de convivência em sociedades, com menor ênfase sobre os critérios 7 e 11 (eixo B); 13 e 14 (eixo C), por reduzir o foco sobre os conhecimentos de C&T, tecnociência, e natureza da ciência.

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao se organizar a partir de projetos, os autores do LD estimulam os alunos à realização de processos investigativos, propositivos e de sistematização e debate, além de apresentar os conteúdos de ciências (física, química e biologia) de modo contextualizado com situações do cotidiano das sociedades que envolvem as escolas e recomendar o trabalho colaborativo para a resolução de situações-problema, com posterior divulgação dos resultados desses processos para a comunidade escolar, aspectos metodológicos também encontrados na educação CTSA (MARCONDES et al., 2009; BENCZE et al., 2018).

Os autores do LD afirmam que estes projetos integradores buscam incentivar a integração dos conteúdos escolares com a realidade cotidiana dos alunos, além de possibilitar a mobilização destes conteúdos no fomento ao protagonismo juvenil. Os autores recomendam a aplicação destes projetos nos três anos do ensino médio, adaptados para o contexto de cada escola. Nesse contexto, podemos perceber que alguns pressupostos básicos da educação CTSA foram contemplados, como: uso de problemas que possuem relevância global e local; contextualização dos temas com o cotidiano do aluno; sugestões para aplicação de conhecimentos e técnicas de C&T; atividades de discussão e argumentação; busca por resolução de problemas (RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Cada projeto caracteriza um capítulo do livro, sendo que, em cada capítulo, há seções que organizam as informações para o desenvolvimento do projeto. São elas:

Este Mundo: Seção que especifica melhor o tema integrador, ao explicitar uma situação-problema.

Leituras deste Nosso Lugar: Seção que sugere atividades e reflexões sobre a situação-problema do capítulo, além de informações complementares.

Caminhos: Seção que orienta o raciocínio do leitor, para a compreensão de conhecimentos e recursos importantes, além de apresentar competências e habilidades da BNCC e referências para a realização das atividades recomendadas no capítulo.

Em Ação: Seção que recomenda atividades para o alcance das competências e habilidades esperadas, além da compreensão dos conteúdos e indicação de materiais básicos e complementares.

O Fio da Meada: seção que marca pontos importantes de cada etapa da discussão do projeto, indicando ações e reflexões relacionadas com o produto final a ser desenvolvido.

Puxando os Fios: seção com partes avaliativa e de organização de um produto final para o enfrentamento de uma situação-problema retratada no capítulo.

Compartilhando: seção de divulgação dos resultados alcançados, além de avaliação, reflexão e discussões de perspectivas de aplicação futura do que foi aprendido no capítulo.

Por um lado, o livro apresenta algumas informações iniciais e gerais sobre como os conteúdos de ciências da natureza e suas tecnologias são tratados, considerando uma perspectiva CTSA. Por outro lado, o que pareceu menos enfatizado foram as questões de *natureza da ciência* e de *ética nas ciências*, já que são recomendados aprofundamentos sobre pesquisa científica, argumentação, divulgação científica, trabalho em equipe, busca e registro de informações, postura investigativa, formas de avaliação, e até legislação, mas estão pouco presentes, explicitamente, pontos de discussão sobre esses dois importantes aspectos da educação CTSA que possibilitam uma visão mais ampla e socialmente engajada da ciência e da tecnologia. Portanto, conteúdos sobre natureza da ciência e ética são relevantes para o desenvolvimento de competências e habilidades tanto para a formação básica do cidadão quanto para quem estiver se aprofundando neste itinerário formativo.

Avaliação do LD utilizando a FACTS

No capítulo 1: *o robô vai roubar o meu trabalho?*, que discute sobre emprego e tecnologias, percebemos uma *visão tecnicista*⁸, sobretudo ao direcionar o estudante para atuar na área, de modo determinista, como no trecho: “você já estará começando a se preparar para atuar profissionalmente nos ambientes em que o uso dessas tecnologias tende a se intensificar” (p.13) e *salvacionista* de C&T [por exemplo, ao considerar as informações e habilidades de uma máquina como sinônimo da ‘sabedoria’ como virtude epistêmico-moral, no trecho “Seu nome [*Sophia*] é de origem grega e significa ‘sabedoria’. Um nome apropriado para um robô com inteligência artificial” (p.18)], deixando implícita uma discussão sobre natureza da ciência, importante para o critério 11 (eixo B) da FACTS. Além disso, o foco sobre o posicionamento principal é considerando as possibilidades de substituição do trabalho humano por máquinas e

⁸ Uma visão tecnicista significa uma perspectiva que *supervaloriza o papel da técnica e das tecnologias*, em detrimento dos elementos não-técnicos que caracterizam a educação, a sociedade e a vida humana (como por exemplo, os elementos dos valores e da ética). Cabe notar ainda que nossa posição contrária a uma visão tecnicista não significa, de modo algum, uma desvalorização do papel da técnica e das tecnologias. Entretanto, muito embora relevantes, como são, a técnica e as tecnologias, precisam ser consideradas no âmbito de uma reflexão ética e valorativa, mais ampla, a fim de evitar seus próprios usos por interesses sinistros, como ocorreu, por exemplo, com os regimes políticos totalitários durante o século XX.

seus impactos sociais, quando há outros caminhos e discussões possíveis não mencionados, como, por exemplo, quais as consequências ambientais de se optar cada vez mais por robôs? Que valores e interesses estão envolvidos nas tecnologias para a guerra? Em termos de valor, há diferença entre a vida humana e a da existência de robôs que imitam humanos? Se a tecnologia deveria beneficiar a humanidade, por quais razões dois sujeitos com as mesmas necessidades têm acesso a diferentes tecnologias (assimetria social), ou mesmo um desses sujeitos não tem acesso? Questionamentos como esses poderiam, além de enriquecer as discussões, aumentar a abrangência das relações entre os domínios CTSA que se espera alcançar se o objetivo for utilizar o material como base para uma educação CTSA.

Particularmente, na área de ciências biológicas, poderia haver discussões sobre: resíduos e contaminação ambiental com materiais resultantes da fabricação de robôs; interação de componentes mecânicos com elementos biológicos, como na substituição de órgãos de animais; eficiência de robôs que mimetizam funções ecológicas, como por exemplo de polinizadores; monitoramento de saúde por nanorobôs; características comuns de sistemas autônomos adaptativos (como robôs e seres vivos); técnicas e procedimentos para construção de soluções e artefatos baseado em modelos da natureza (biomimética); entre outros assuntos que poderiam ser ao menos mencionados para facilitar a conexão do tema com os conteúdos próprios da biologia.

No capítulo 2: *elaborando coletivamente uma agenda para um futuro sustentável*, que discute sustentabilidade e ações coletivas locais, percebemos uma ênfase maior sobre aspectos de comunicação e planejamento de ações locais para contribuir com a sustentabilidade. Contudo, o discurso não aprofunda sobre desigualdades e assimetrias sociais (critério 2, eixo A), nem sobre solidariedade e responsabilidade na construção desse futuro (critério 15, eixo C). Por exemplo, ao discutir, na p. 63, sobre impactos antrópicos no planeta, há um maniqueísmo que não é problematizado: “Em sua opinião, quais ‘marcas’ deixaremos no planeta? Elas serão, em sua maioria, boas ou ruins?”. Aqui poder-se-ia discutir que o *bom* e o *ruim* é, muitas vezes, relativo a um grupo socioeconômico, a um período histórico, a uma nação, e que, igualmente, há diferentes grupos que deixam diferentes ‘marcas’. O texto busca, em alguns momentos, fazer alguma problematização, em relação ao consumo de diferentes países e continentes, mas não especifica setores da sociedade e possibilidades de alternativas, como se não houvesse outro modo de agir. Além disso, o foco principal pareceu ser as consequências dos problemas

socioambientais e a solicitação de sugestões de ações sustentáveis, mas sem refletir sobre as causas últimas desses problemas, que não estão simplesmente na existência e no uso de técnicas e tecnologias, mas envolvem também uma dimensão ética relevante, a da consideração moral dos envolvidos. Essa dimensão ética é fundamental na educação CTSA e aparece em quase todo o capítulo de forma *implícita*, ou seja, sendo pouco problematizada. Ao fomentarmos o protagonismo juvenil para a sustentabilidade, temos que considerar tanto a criticidade, quanto a consideração moral e as virtudes epistêmicas e morais que precisam ser desenvolvidas no processo de participação e formação do cidadão. Isso pode incluir uma discussão sobre propaganda e manipulação, fama e responsabilidade, compromisso e realização, nos âmbitos individual e coletivo (ALMEIDA; AMANTES; EL-HANI, 2018; CORTELLA, 2016).

Considerando pressupostos da educação CTSA, alguns questionamentos para esse capítulo poderiam enriquecer as discussões, sobretudo na dimensão ética: Por que a sustentabilidade socioambiental é importante e necessária? O que seriam práticas insustentáveis? Pessoas, animais não humanos, plantas, natureza, próximas gerações ‘pagam’ preços diferenciados em relação a ações humanas que causam impactos ambientais? Que atividades seriam mais impactantes para a sustentabilidade? Que atitudes e hábitos você poderia mudar hoje para contribuir com a sustentabilidade socioambiental? Que setores da sociedade possuem maior pegada ecológica? Há modos alternativos e mais sustentáveis para esses setores exercerem suas atividades?

Além disso, a discussão mais aprofundada dos próprios objetivos e metas da agenda 21, agenda 2030 e dos objetivos de desenvolvimento sustentável pode auxiliar no alcance destes objetivos e metas. Por exemplo, na p.75, em que se coloca da Agenda 2030: “Até 2030, acabar com a fome e garantir o acesso de todas as pessoas... a alimentos seguros, nutritivos e suficientes (...) construir a resiliência dos pobres...”, não se mencionam os possíveis caminhos que já existem para se alcançar esse objetivo. Particularmente, em relação à área de ciências biológicas, esse capítulo poderia, por exemplo, aprofundar em questões para alcançar a sustentabilidade a partir da mobilização de conteúdos sobre relações ecológicas e pressão de seleção dos diferentes modelos de produção de alimentos; dietas alimentares e seus impactos ambientais e na saúde humana; o papel da biodiversidade na estabilidade ecossistêmica. Desse modo, a ação dos jovens poderia ser mais fundamentada em informações de C&T contextualizadas nas relações CTSA.

No capítulo 3, *consequências das fake news sobre a saúde pública no Brasil*, em que se propõe a discutir informação/desinformação e vacinação, percebemos novamente a presença de imagens deformadas da ciência, quando o texto indica a ciência como definitiva, infalível, rígida, algorítmica e exata, sendo um resultado da aplicação do método científico para se chegar na verdade sobre um fenômeno (PEREZ et al., 2001) no trecho “(...) a vacinação é uma forma cientificamente comprovada de prevenção (...)” (p. 84) e não discute essa concepção, o que pode reforçar o mito do cientificismo, já que na ciência não se prova (no sentido de uma confirmação definitiva), mas se explica, prevê ou descreve o fenômeno sob um ponto de vista teórico e se avaliam padrões (CONRADO; CONRADO, 2016). Outra concepção que não caracteriza de forma precisa uma perspectiva CTSA, é a apresentação da situação-problema sem indicar as controvérsias relacionadas com a questão. No trecho: “Como você poderia divulgar informações corretas sobre a importância da vacinação na saúde pública” (p. 88), já direciona o raciocínio do estudante, sem considerar a possibilidade deste de discordar (ou de manifestar sua discordância) com o posicionamento sobre a vacinação. No trecho: “que argumentos você apresentaria para desmentir essa afirmação?” (p. 98) também impede que o estudante concorde com a afirmação de que “vacinas não são necessárias” (p. 98) (inclusive, de uma perspectiva lógica, as vacinas podem não ser consideradas *necessárias*, por estarem no domínio do *contingente*, isto é, daquilo que poderia não existir ou ser diferente da forma que é⁹. Além disso, trata dos microrganismos apenas numa perspectiva negativa (como agentes patológicos), não mencionando o papel de vários microrganismos como essenciais para a sobrevivência de um organismo. Também não se mencionam outros modos de se perceber e de se manter a saúde, que não apenas de uma perspectiva biomédica, reduzindo a criticidade e a capacidade de se ampliar os modos de buscar e promover a saúde humana e ambiental (CONRADO et al., 2021).

Essa temática também seria adequada para se apresentar questões de natureza da ciência, por exemplo, refletir sobre condições para aceitação de teorias científicas; discutir o valor de

⁹ Aqui, neste ponto, uma distinção moderada entre ética e natureza é fundamental. Ao passo em que a natureza representa o domínio do necessário (isto é, daquilo que só pode ser da forma que é), o mundo humano e tudo que dele decorre, como os objetos sociotécnicos (exemplo: vacinas) pertencem ao domínio do que é contingente (isto é, daquilo que poderia ser de outra forma, que poderia ser de uma forma diferente da que é). Isto não significa uma posição contra ou a favor às vacinas, mas tão somente clareza sobre o que está em jogo e sobre a sempre possível liberdade de escolher (sobretudo no contexto educacional), considerando também os contextos e modos de vida, característicos do mundo contingente humano. Para mais detalhes sobre esta distinção, sugerimos a consulta de Nunes-Neto e Conrado (2021).

conhecimentos tradicionais sobre fenômenos naturais; investigar critérios para se determinar o que é e o que não é considerado científico, ou mesmo o valor de conhecimentos não científicos que também se propõem a explicar tais fenômenos.

No capítulo 4, *problemas ambientais: riscos e conflitos*, o texto busca desenvolver aspectos para mediação de conflitos socioambientais locais, tendo como problema principal nas discussões a questão da água. O objetivo é compreender a situação e buscar formas de solucionar, sem questionar as causas desses conflitos. Apenas na página 119 se menciona “Qual seria a origem do conflito?”, como se houvesse apenas uma causa e que esta fosse simples. Uma vez que conflitos se referem muitas vezes a problemas de convivência, o texto busca identificar as partes envolvidas, com a caracterização dos interesses destas, e que poderia ampliar essa visão ao considerar inclusive empresas, animais não humanos, instituições, que são actantes envolvidos nessa rede de relações (LATOURE, 2000).

O texto apresenta muitas ferramentas para diagnóstico e planejamento de ações envolvendo a temática, integrando diferentes conteúdos de disciplinas como biologia, matemática, história, filosofia, literatura, artes, língua portuguesa. Um ponto relevante que poderia ter sido explorado e que pode complementar o capítulo é a inserção de questionamentos sobre o uso da água pelos diferentes actantes. Questões como: Qual a sua Pegada Hídrica e como calcular? Que setores da sociedade possuem maior pegada hídrica? Como nossas ações e escolhas individuais e coletivas afetam a disponibilidade de água em nossa sociedade? Exercitar a capacidade de questionar caminhos, escolher conscientemente nossas ações, refletir e entender as razões pelas quais agimos é contribuir para desenvolver autonomia e responsabilidade (SAVATER, 2012). “Os seres humanos são especiais. São agentes morais, capazes de escolher o tipo de pessoa que serão, e são responsáveis pelas suas escolhas” (RACHELS, 2010, p. 62). Deste modo, o pensamento crítico busca ser incentivado numa educação CTSA.

No capítulo 5, *alimentação e sustentabilidade*, os autores buscam discutir a importância da aquisição de hábitos saudáveis para contribuir com a sustentabilidade. Apesar de iniciar a discussão do capítulo com a relação entre esses dois temas, a ênfase maior é no aspecto da nutrição humana, sobretudo na importância de se consumir alimentos naturais, ao invés dos ultraprocessados. Nesse caso, ao refletirmos sobre os pressupostos da educação CTSA, precisamos abranger ética e criticidade nas discussões sobre relações entre os domínios CTSA,

que devem contribuir para superar visões ingênuas e limitantes sobre consumismo, degradação ambiental e consideração moral (SARMENTO et al., 2019). Poderia enriquecer essa discussão a consideração de estudos recentes que associam a dieta alimentar com a microbiota gastrointestinal e como esses microrganismos contribuem para o funcionamento do corpo, a digestão de alimentos, e regulam processos hormonais (CONRADO et al., 2021). Outra questão relevante que não foi problematizada é que a forma predominante de produção agrícola (baseada em monoculturas e agroquímicos) não é a única forma possível e lucrativa. Há outros modos mais saudáveis e sustentáveis socioambientalmente, como as policulturas, que não foram sequer mencionadas. As opções de dieta também não foram discutidas, como se houvesse apenas uma forma de se alimentar (onivoria). Por fim, ao se discutir uma alimentação saudável e natural, considerando a produção local, poderiam ser inseridas recomendações de atividade de produção coletiva e comunitária de alimentos, por exemplo, o planejamento e a elaboração de uma horta, um sistema agroflorestal ou um sistema de hidroponia.

No capítulo 6, *produção de brinquedos sustentáveis*, que discute o reaproveitamento de materiais para a redução da geração de resíduos sólidos, e o custo energético dos brinquedos, havendo uma ênfase sobre o reaproveitamento de materiais recicláveis, sem se discutir a questão dos resíduos sólidos, como os resíduos orgânicos, que poderiam, por exemplo, ser convertidos em adubo, por meio dos processos de compostagem, reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos, sintéticos, em plantações. Trata-se de uma excelente oportunidade para a mobilização de conteúdos das disciplinas de biologia e química. Além disso, para se aprofundar as discussões sobre essa temática, poder-se-ia: 1) refletir sobre as estratégias de mercado como a obsolescência programada, as diferentes fontes de energia, a localização de aterros sanitários em periferias das cidades, os problemas socioambientais resultantes da contaminação ambiental com o lixo, a contribuição de indústrias e outros setores comerciais para o agravamento da situação, as consequências do lixo para outros seres vivos e para as próximas gerações, o valor intrínseco da natureza e da vida, resíduos líquidos e contaminação ambiental; 2) quantificar o lixo produzido em uma escola, uma residência familiar, um bairro, uma cidade; 3) construir e distribuir brinquedos juntamente com a discussão sobre a importância das brincadeiras, ou seja, do elemento lúdico humano nessa rede de relações entre sujeitos e objetos, em que as intenções, os interesses e valores, as formas de comunicação e interação; o que ocorre com o corpo e a mente quando há momentos e espaços para construir, compartilhar e interagir com os brinquedos e brincadeiras; e, ainda, a aprendizagem durante

esse processo; 4) observar e descrever os comportamentos de outros animais, e como estes valorizam os brinquedos e brincadeiras.

Isso porque apenas apresentar conhecimentos e técnicas relacionadas a um problema, sem problematizar, discutir causas e consequências, explicitar interesses dos atores sociais envolvidos, refletir sobre si mesmo as causas e consequências do consumismo, dificilmente as relações entre CTSA serão aprendidas de modo a promover sensibilidade, engajamento, tomada de decisão e ação para maior justiça socioambiental (HODSON, 2018; BENCZE et al. 2018; BORDONI; SILVEIRA; MARQUES VIEIRA 2020).

No quadro 5, a seguir, temos a classificação desses seis capítulos, com base na FACTS.

Quadro 5 – Resultado geral da classificação dos capítulos conforme a FACTS.

Eixos e Critérios	Nível do Cap.1	Nível do Cap.2	Nível do Cap.3	Nível do Cap.4	Nível do Cap.5	Nível do Cap.6	Total por critério
A-01	1	1	1	2	1	1	07
A-02	3	3	2	3	2	2	15
A-03	3	4	2	3	3	2	17
A-04	2	2	1	2	1	1	09
A-05	4	4	2	4	2	1	17
A-06	3	2	2	3	2	2	14
B-07	4	3	3	4	2	2	18
B-08	4	2	2	3	2	1	14
B-09	4	3	2	3	2	2	16
B-10	3	2	2	2	1	1	11
B-11	1	1	0	0	0	0	02
C-12	2	2	1	2	2	2	11
C-13	3	2	3	2	2	2	14
C-14	3	3	2	3	2	2	15
C-15	2	2	2	2	1	1	10
C-16	1	1	1	2	1	2	08
Total	43	37	28	40	26	24	-

Fonte: elaborado pelos autores.

Nesse quadro 5, podemos notar que a menor pontuação do LD foi para os critérios A1 (7 pontos); B11 (2 pontos); C16 (8 pontos), que estão interligados. Nesses aspectos, os temas emergentes da sociedade (A1), apontados nos seis projetos foram, em geral, apresentados de modo pouco crítico, o que pode restringir a forma de pensar e agir dos sujeitos, quando caminhos possíveis não são mencionados ou quando não se problematizam questões relevantes para se melhor compreender e decidir sobre os problemas apresentados (HODSON, 2011; PENHA; MACIEL, 2020b). Ao se limitar o desenvolvimento da criticidade sobre as relações

entre CTSA, corre-se o risco de se reproduzir ou de se reforçar imagens equivocadas da ciência e da tecnologia, não indicando, por exemplo, valores e interesses de atores sociais envolvidos com C&T (B11). Gomes e Batista (2019) também perceberam descontextualização e concepções ingênuas de ciência em LD, discutindo como essas questões vão influenciar nos processos de ensino e de aprendizagem e, por isso, a necessidade de se formar professores a partir de reflexões e práticas pautadas numa educação CTSA crítica. A desvalorização desses dois importantes aspectos da ética, a criticidade e a prática de virtudes, vão prejudicar o desenvolvimento de aspectos da humanização, da tomada de decisão emancipatória e da sensibilização sobre os diferentes caminhos para se lidar com as questões socioambientais contemporâneas (C16).

A maior pontuação foi para os critérios A3, A5, B7 (17, 17 e 18 pontos, respectivamente). O LD avaliado conseguiu integrar diferentes disciplinas, explicitando, principalmente, dimensões históricas, culturais, estéticas e econômicas na discussão dos temas dos capítulos. Baseando-se nas competências e habilidades da BNCC, o texto apresentou diferentes formas de aprendizagem, valorizando o trabalho em equipe, conhecimentos prévios dos alunos, e aproximação com o cotidiano, além de recomendar modos variados de investigação e apresentação de resultados. Por fim, consegue apresentar conhecimentos e técnicas de C&T a partir de contextos históricos e sociais, indicando certa interdependência entre elementos de CTSA.

Conforme o quadro 6, considerando uma pontuação máxima de 24 para o eixo A, 20, para o eixo B e 20 para o eixo C, e pontuação máxima total de 64 pontos, aqui obtivemos uma média de 13,16 pontos (54,86%) para o eixo A, 10,16 pontos (50,83%) para o eixo B, e 9,66 pontos (48,33%) para o eixo C. Podemos assim considerar que o eixo A (Processos de Ensino/Aprendizagem) está melhor representado no LD, seguido do eixo B (Visão e Percepção de C&T na sociedade) e, por fim, do menos representado, o eixo C (Cidadania/Ação). Devemos levar em conta que, no contexto da educação CTSA, não buscamos apenas formar cidadãos capazes de usar ciência e tecnologia para agir no mundo, mas sim o desenvolvimento de sujeitos capazes de: 1) avaliar uma situação percebendo relações entre os domínios CTSA; 2) compreender valores, interesses e considerar moralmente os envolvidos; 3) posicionar-se de modo informado e responsável; 4) sentir-se parte de uma sociedade num planeta, assumindo compromissos; 5) compreender as consequências de suas decisões; e 6) contribuir para

sociedades sustentáveis, com cada vez mais justiça socioambiental (HODSON, 2011; 2018; CONRADO, 2017; BENCZE et al., 2018).

No Quadro 6, podemos encontrar informações sobre a análise de cada capítulo, em que notamos um alcance de 67,19% da pontuação máxima no capítulo 1, 57,81% no capítulo 2, 43,75% no capítulo 3, 62,5% no capítulo 4, 40,63% no capítulo 5 e 37,5% no capítulo 6, indicando um alcance parcial de cada capítulo em relação aos critérios da FACTS. De modo geral, podemos também observar um alcance de 51,56% da pontuação total da FACTS.

Quadro 6 – Porcentagem de alcance dos eixos e soma de pontuação por eixo em cada capítulo, conforme a FACTS.

Eixos e pontuação máxima	Total do Cap.1	Total do Cap.2	Total do Cap.3	Total do Cap.4	Total do Cap.5	Total do Cap.6	Média
A (24)	66,67% (16)	66,67% (16)	41,67% (10)	70,83% (17)	45,83% (11)	37,50% (09)	54,86% (13,16)
B (20)	80% (16)	55% (11)	45% (09)	60% (12)	35% (07)	30% (06)	50,83% (10,16)
C (20)	55% (11)	50% (10)	45% (09)	55% (11)	40% (08)	45% (09)	48,33% (9,66)
Total (64)	67,19% (43)	57,81% (37)	43,75% (28)	62,50% (40)	40,63% (26)	37,50% (24)	51,56% (33)

Fonte: elaborado pelos autores.

Observando a média total por eixo, a análise do LD indica melhor pontuação para o eixo A (processo de ensino e aprendizagem), indicando que este material possui recursos que podem auxiliar o docente em seu planejamento didático, considerando objetivos educacionais da educação CTSA. A menor pontuação foi para o eixo C (cidadania e ação), acreditamos que, principalmente, devido ao texto ocultar parte de discussões relevantes e direcionar muito as atividades e o raciocínio dos estudantes, reduzindo as oportunidades de se explorar mais profundamente a temática, visando uma aprendizagem mais ampla, a partir da resolução de problemas. Nesse sentido, ao defendermos uma educação CTSA crítica, não podemos deixar de problematizar e de explicitar diferentes e possíveis caminhos de organização da sociedade, envolvendo C&T, bem como sobre as ambiguidades que discursos hegemônicos muitas vezes ocultam (SARMENTO et al., 2019; SILVA; GOMES; PAULA, 2019; LACERDA;

STRIEDER, 2019). Outro aspecto a ser notado é a perspectiva ética antropocêntrica predominante no livro. Nos seis projetos integradores, as ações e os questionamentos estão predominantemente voltados para proporcionar saúde, sustentabilidade, equidade, melhor convivência, solidariedade para as comunidades *humanas*. Animais não humanos, plantas e ecossistemas são considerados como recurso, isto é, os autores não problematizam o valor intrínseco de actantes não humanos, o que pode reforçar a atribuição de apenas um valor instrumental a eles (NUNES NETO; CONRADO, 2021). Este ponto chama a atenção, uma vez que adotemos uma concepção de educação CTSA que objetiva explicitar a dimensão ética dos conteúdos nos contextos de ensino e de aprendizagem, visando aumentar a criticidade e o desenvolvimento de virtudes dos envolvidos no processo educacional (KAHN; ZEIDLER, 2016; REIS, 2013; CONRADO; NUNES NETO, 2018).

A FACTS e outros instrumentos avaliativos sobre a perspectiva CTSA

A partir dessa pesquisa, destacamos a importância de ferramentas avaliativas para percebermos como a perspectiva CTSA se insere na educação, nesse caso, em materiais didáticos e curriculares. Nesse contexto, a FACTS cumpre um importante papel, pois, a partir da análise realizada, foi possível explicitar aspectos e condições do LD analisado que o qualificam para uma abordagem CTSA na educação, apesar de não haver uma especificação sobre o peso de cada um dos 16 critérios da FACTS, já que os descritores destes não são simétricos dentro da própria categoria. Assim, acreditamos ser um bom instrumento para indicar ausência/presença de importantes elementos e características da educação CTSA. Por isso, cabe ressaltar a importância de outros instrumentos que possam complementar essa análise, como, por exemplo, as tabelas de implementação da educação CTS (SANTOS; MORTIMER, 2002; MARCONDES et al., 2009), os itens que caracterizam a educação CTS (RATCLIFFE; GRACE, 2003; CORTEZ; FOSCARIN NETO 2020; SILVA; ROSA, 2021); os quatro níveis do currículo para uma abordagem CTSA visando ações sociopolíticas (HODSON, 2011; 2018); a presença de características que indicam raciocínio cientificista (CONRADO; CONRADO, 2016); a tabela avaliativa de produtos finais elaborados pelos alunos (MARQUES; REIS, 2018); as tabelas para avaliar o processo de participação em projetos de ações negociadas e informadas por pesquisa (BENCZE et al., 2018), o instrumento para avaliar alcance dos estágios de letramento científico crítico (CONRADO; NUNES NETO, 2018), o mapeamento por radar de características da educação CTSA presentes em materiais curriculares (DIONOR et al.,

2020b) e outros que, mesmo que não tenham sido planejados como ferramentas para avaliar um LD, podem ser adaptados e utilizados para a finalidade de melhor perceber vantagens e limitações do LD para o uso nas aulas de ciências, sobretudo quando se pretende alcançar determinados objetivos do letramento científico no contexto da educação CTSA.

Portanto, uma vez que materiais didáticos e curriculares são considerados como ferramentas básicas para a educação brasileira, os instrumentos avaliativos são essenciais para apoiar docentes e pesquisadores que têm interesse em aprimorar e potencializar o uso desses materiais curriculares, visando melhores resultados em sua implementação, bem como a capacitação destes profissionais para avaliar os materiais didáticos e curriculares disponíveis para a educação científica e tecnológica ((FREITAS et al., 2020).

Conclusões

Docentes sempre poderão utilizar LD como materiais de apoio para o planejamento e a execução de suas aulas, bem como alunos poderão usar como consulta e apoio na realização de suas atividades de aprendizagem. Os resultados de pesquisas que avaliam esses materiais curriculares são relevantes tanto para a melhoria do processo de elaboração desses materiais, quanto para docentes que desejam adotar esses materiais em suas aulas.

O uso de instrumentos avaliativos é um caminho para se obter análises mais objetivas e precisas e a FACTS mostrou-se clara e representativa de aspectos necessários para uma educação científica crítica na perspectiva CTSA, sendo considerada um modo de se promover uma análise qualitativa de LD, como a que realizamos neste trabalho.

O LD analisado consegue parcialmente atingir os critérios e requisitos da FACTS, o que sugere que é possível utilizar esse material para o planejamento e a implementação de atividades, visando o alcance de objetivos da educação CTSA. Contudo, uma vez que pretendemos um letramento científico crítico, acreditamos que seja necessário que o docente esteja preparado para adaptar e complementar sua prática pedagógica com outros materiais, já que discutimos muitas insuficiências a partir da análise realizada neste LD. Nesse caso, indicamos, ao longo da discussão dos resultados, alguns pontos que poderiam enriquecer o diálogo e as ações dos envolvidos no processo educativo, utilizando como base este LD.

A aplicação de outros instrumentos de avaliação sobre elementos da educação CTSA, neste LD e em outros materiais didáticos e curriculares, é também uma estratégia interessante para uma avaliação mais completa deste LD. Avaliar o manual do professor poderia também complementar a análise relatada neste artigo. Por fim, o uso de ferramentas avaliativas de LD pode ser também um recurso de aprendizagem para professores em formação, apoiando-os no processo de análise e de escolha dos materiais que adotarão em suas futuras aulas.

Agradecimentos

DMC agradece o apoio dos PPGEdu e PPGECCMat (UFGD/MS) e do INCT IN-TREE (UFBA/BA). EMM agradece o apoio das agências de fomento à pesquisa no Brasil: CNPq e FAPESP. NNN agradece a CNPq, FAPESB e CAPES, por apoio a projetos de pesquisa e ao INCT IN-TREE.

Referências

- ALMEIDA, R.; AMANTES, A.; EL-HANI, C. N. Questões sociocientíficas em projetos estudantis no ensino médio: construindo inovações educacionais no programa ciência na escola. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Orgs.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 473-489. Disponível em < <https://books.scielo.org/id/n7g56/pdf/conrado-9788523220174-23.pdf>>. Acesso em: 02/02/2022.
- BASSO, L. D. P. Estudo acerca dos critérios de avaliação de livros didáticos de Ciências do PNL D–Período de 1996 e 2013. **Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Política e Administração da Educação**, UFPE, Recife, p. 1-15, 2013. Disponível em <<https://www.anpae.org.br/simpósio26/1comunicacoes/LucimaraDelPozzoBasso-ComunicacaoOral-int.pdf>>. Acesso em: 20/02/2022
- BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: EDUFSC, 1998.
- BENCZE, L. et al. Estudantes agindo para abordar danos pessoais, sociais e ambientais relacionados à ciência e à tecnologia. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Orgs.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 515-559. Disponível em <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/27202>>. Acesso em: 18/11/2021.
- BORDONI, A. J.; SILVEIRA, M. P.; VIEIRA, R. M. Análise de sequências didáticas de química por meio de um instrumento para a avaliação do pensamento crítico e ensino CTS. **Poiésis**, Unisul, Tubarão, v.14, n. 26, p. 380-402, Jul/Dez 2020.

CARUSO, F.; MARQUES, A. J. Ensaio sobre o negacionismo científico em tempos de pandemia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p.1-17, 2021.

CONRADO, D. et al. Educar a partir de diferentes modelos de saúde: discutindo bactérias no ensino de ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. ENCITEC, Santo Ângelo - v. 11, n. 1, p. 202-218, jan./abr. 2021. Disponível em <<https://doi.org/10.31512/encitec.v11i1.108>>. Acesso em: 20/02/2022.

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA**: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico. 2017. 239 p. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

CONRADO, D. M.; CONRADO, I. S. Análise crítica do discurso sobre imagens da ciência e da tecnologia em argumentos de estudantes de biologia. **Revista de Pesquisa Qualitativa**, v.4, n.5, p.218-231, 2016. Disponível em <<https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/40>>. Acesso em: 10/12/2021.

CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N.; NUNES-NETO, N. F. Sobre a ética ambiental na formação do biólogo. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental (REMEA)**, v. 30, n. 1, p. 120–139, jan./ jun. 2013.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Questões sociocientíficas para a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais no Ensino de Ciências. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Orgs.) **Questões Sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 77–118. Disponível em <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/27202>>. Acesso em: 22/01/2021.

CORTELLA, M. S. **Porque fazemos o que fazemos?** aflições vitais sobre trabalho, carreira e realização. São Paulo: Planeta, 2016.

CORTEZ, J.; FOSCARIN NETO, A. As proposições do enfoque CTS nos livros didáticos de ciências do 9º ano. **Contexto & Educação**, ano 35, n. 111, p. 272-286, Mai./Ago. 2020.

DIONOR, G. A. et al. Análise de propostas de ensino baseadas em QSC: uma revisão da literatura na educação básica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p.197–224, 2020a.

DIONOR, G. A. et al. Avaliando Propostas de Ensino Baseadas em Questões Sociocientíficas: Reflexões e Perspectivas para Ciências no Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.20, n.u, p.429–464, 2020b. Disponível em: <<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u429464>>. Acesso em: 12/06/2022.

FREITAS, D., et al. Aplicação de uma ferramenta avaliativa para analisar materiais didáticos voltados para uma educação científica numa perspectiva crítica. In: **Atas do VII SIACTS**, Seminário Iberoamericano CTS, 2020, p. 645-648. Espanha: Universidade de Valência. 2020.

GOMES, C. C. S.; BATISTA, E. R. M. Concepções de ensino CTS nos livros didáticos de ciências naturais. In: **Anais do VI CONEDU**. Congresso Brasileiro de Educação, 2019, p.1-12, Fortaleza – CE. Campina Grande – PB: Realize, 2019.

HODSON, D. **Looking to the future**: building a curriculum for social activism. The Netherlands: Sense Publishers, 2011.

HODSON, D. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Orgs.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 27-57. Disponível em <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/27202>>. Acesso em: 12/12/2021.

KAHN, S.; ZEIDLER, D. L. Using our Heads and HARTSS*: Developing Perspective-Taking Skills for Socioscientific Reasoning (*Humanities, ARTs, and Social Sciences). **Journal of Science Teacher Education**, v.27, n.3, p.261-281, 2016.

LACERDA, N. O. S.; STRIEDER, R. B. Educação CTS e formação de professores: dimensões a serem contempladas a partir do modelo crítico-transformador. **Revista Educação e Fronteiras On-Line**, v.9, n.25, p.110-126, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.30612/eduf.v9i25.11015>>. Acesso em: 21/12/2021.

LATOURET, B. **Reagregando o social**. Salvador: EDUFBA; Bauru: EDUSC, 2012.

MARCONDES, M. E. R. et al. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MARQUES, A. R.; REIS, P. Geoengenharia do clima: uma controvérsia sociocientífica sobre a responsabilidade na manipulação do clima. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Orgs.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 345-362. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10451/35699>>. Acesso em: 20/01/2021.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente: Ideologia, autonomia e formação de professores** [online]. São Paulo: UNESP, 2012.

NUNES-NETO, N. N.; CONRADO, D. M. Ensinando ética. **Educação em revista**, v. 37, p. 1-28, 2021. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-469824578>>. Acesso em: 02/02/2022.

OLIVEIRA, J. M.; CERQUEIRA, L. L. M. Abordagem CTS no ensino de Ciências: um estudo a partir de Teses e Dissertações. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, Santos, V.13, N.32, p.1262- 1282, set.-dez. 2021.

PENHA, P. X.; MACIEL, M. D. Análise dos livros didáticos de Ciências e o enfoque CTS: mapeando os elementos da Natureza da Ciência na Coleção Teláris. **Revista Educação Pública**, v. 20, nº 36, 22 de setembro de 2020a.

PENHA, P. X.; MACIEL, M. D. Análise dos Livros Didáticos de Ciências e o enfoque CTS: mapeando os elementos da Natureza da Ciência na coleção Araribá. **Revista Interdisciplinar Sulear**, v. 1, n. 7, 2020b.

PENHA, P. X.; MACIEL, M. Análise das atividades de aprendizagem dos livros didáticos de ciências e o enfoque CTS. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 3, p. 69-84, maio 2020c.

RACHELS, J. **Problemas da filosofia**. 2. ed. Lisboa: Gradiva, 2010.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science Education for Citizenship: Teaching Socio-scientific Issues**. Philadelphia: Open University Press, 2003.

REIS, P. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de Cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. v.3, n.1, p.1-10, 2013.

ROSA, S. E.; AULER, D. Não neutralidade da ciência-tecnologia: problematizando silenciamentos em práticas educativas CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.9, n.2, p.203-231, nov. 2016.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, pp. 133-162, 2002.

SARMENTO, A. C. de H.; et al. Princípios de design para um ensino de Ciências contextualizado pelas relações entre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente. **Educação e Fronteiras**, Dourados, v. 9, n. 25, p. 183–207, 2019. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/educacao/article/view/11101>>. Acesso em: 20/01/2021.

SAVATER, F. **Ética de urgência**. Barcelona: Ariel Planeta, 2012.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciênc. educ.** Bauru, v. 21, n.1, Jan-Mar., 2015.

SILVA, K. M. A.; GOMES, V. B.; PAULA, L. É. C. Análise de seções complementares em livros didáticos de Ciências: potencialidades para discussões sociocientíficas. **Educação e Fronteiras** [on-line], v. 9, n. 25, p. 127–145, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.30612/eduf.v9i25.11016>>. Acesso em: 20/02/2022.

SILVA, M. S.; ROSA, S. E. Questões energéticas e suas relações com parâmetros CTS: análise em livros didáticos a partir de uma matriz de referência. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, V. 17, N. 38, p. 267-281, 2021.

SOUZA, T. P.; MÜLLER, M. G. O enfoque CTS em livros didáticos brasileiros e em manuais escolares portugueses: uma revisão das publicações em eventos do Ensino de Ciências e Química. **Revista Insignare Scientia**. RIS. Edição Especial: 40º EDEQ. v. 5, n. 2, p.451-466. Mai./Ago. 2022.

Submetido em: 31/07/2022

Aceito em: 26/10/2023