

# ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO LIVRO DIDÁTICO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

*APPROACHING SOCIOSCIENTIFIC ISSUES IN THE NATURAL SCIENCES AND THEIR TECHNOLOGIES TEXTBOOK*

**CARLOS EDUARDO DE SOUSA JUNIOR**

Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, MG, Brasil  
Graduado em Física. E-mail: carlose.06@hotmail.com  
<https://orcid.org/0009-0004-8059-3295>

**LUANA MALDONADO CARDOSO**

Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, MG, Brasil  
Graduada em Ciências Biológicas. E-mail: luana.maldonadory@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0000-6007-3859>

**CAIO AUGUSTO POLTRONIERI GODOY**

Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, MG, Brasil  
Graduando em Ciências Biológicas. E-mail: caio.godoy@ufu.br  
<https://orcid.org/0009-0006-5633-0190>

**SANDRO ROGÉRIO VARGAS USTRA**

Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, MG, Brasil  
Doutor em Educação. E-mail: srvustra@ufu.br  
<https://orcid.org/0000-0003-3686-8664>

Submissão: 04-07-2024 - Aceite 23-04-2026

**RESUMO:** Neste artigo, são destacados os principais resultados da análise de duas coleções didáticas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, as mais amplamente adotadas no Ensino Médio das escolas da região do Triângulo Mineiro no escopo do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), quanto à abordagem de questões sociocientíficas (QSC) em atividades didáticas de resolução de problemas (ADRP). Considerando o apoio representado pelo livro didático às práticas pedagógicas dos professores, torna-se relevante compreender como este recurso didático apresenta QSC pertinentes ao enfrentamento de problemas contemporâneos, com vistas ao engajamento e ativismo sociais. As ADRPs foram categorizadas através da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), sob uma perspectiva qualitativa, considerando a ênfase didática e suas funções na proposta pedagógica. Os resultados obtidos ressaltam a necessidade de ampliar a interdisciplinaridade e a contextualização nas ADRPs, pois quanto mais alinhadas com a realidade e o cotidiano dos estudantes, mais propícias para a compreensão dos conteúdos e ao engajamento social.



As atividades propostas pouco se referem a questões prementes do âmbito das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), as quais representam um grande desafio à educação científica na atualidade. Por outro lado, foi possível vislumbrar importantes possibilidades em atividades de formação inicial ou mesmo na formação continuada de professores de Biologia, Física e Química.

**PALAVRAS-CHAVE:** Questões sociocientíficas. Livros Didáticos. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente.

**ABSTRACT:** In this article, are highlighted the main results of the analysis of two of the didactic collections of Natural Sciences and its Technologies most widely adopted in high school in schools in the Triângulo Mineiro region within the scope of the National Textbook Program (PNLD), regarding the approach to socio-scientific issues (SSI) in teaching activities of problem solving (TAPS). Considering the support represented by the textbook for teachers' pedagogical practices, it becomes relevant to understand how this teaching resource presents SSI relevant to confronting contemporary problems, with a view to social engagement and activism. The TAPS were categorized through Content Analysis (Bardin, 2016) from a qualitative perspective, considering the didactic emphasis and their functions in the pedagogical proposal. The results obtained emphasize the need to expand interdisciplinarity and contextualization in TAPS, because the more aligned they are with the reality and daily lives of students, the more conducive they are to understanding the content and social engagement. The proposed activities barely refer to pressing issues within the scope of Science-Technology-Society-Environment relations, which represent a great challenge to scientific education today. On the other hand, it was possible to glimpse important possibilities in initial training activities or even in the continued training of Biology, Physics and Chemistry teachers.

**KEYWORDS:** Socioscientific issues. Textbooks. Natural Sciences and their Technologies. Science-Technology-Society-Environment Relations.

## Introdução

A Revolução Industrial, que teve lugar no século XVIII, representou uma virada significativa na relação entre o homem e o meio ambiente. Com a inovação das máquinas, a produção em larga escala tornou-se possível, impulsionada por uma extração intensiva de recursos naturais. Apesar de muitos avanços em termos de qualidade de vida da população, as consequências negativas para o meio ambiente não foram plenamente compreendidas na época. Diante de erros e decisões do passado, chegamos “num ponto em que devemos basicamente reduzir os impactos desses erros, que nos foram deixados como legado, por uma geração, e trabalhar sob o enfoque da prevenção e da precaução para que as mesmas falhas não sejam repetidas” (Pott; Estrela, 2017).

Esse contexto de exploração desenfreada dos recursos naturais tem contribuído de forma substancial para o fenômeno do aquecimento global. Dados recentes do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) indicam que 2023 foi o ano mais quente da história do planeta, com temperaturas acima das médias históricas (INMET, 2024).

O Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023) alertava para os efeitos catastróficos do aquecimento global, atribuindo à influência humana sua principal causa desde os anos 1970. O aumento das temperaturas globais está provocando mudanças drásticas em todo o mundo. São ondas de calor, eventos climáticos extremos e impactos, como escassez severa de água, disseminação de doenças zoonóticas e perda de biodiversidade, que vêm se tornando mais frequentes.

É imperativo tomar medidas para mitigar as consequências da intensificação do aquecimento global e proteger o meio ambiente. Ações como a redução das emissões de gases de efeito estufa, a adoção de práticas sustentáveis e a preservação de ecossistemas são essenciais para garantir um futuro habitável para as gerações futuras.

Diante desse contexto preocupante, que relaciona crise climática, meio ambiente e sociedade, é crucial considerar uma perspectiva de educação científica que contemple as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Enfatiza-se a necessária contextualização de problemas contemporâneos, com vistas ao engajamento e ativismo sociais, considerando um conjunto coerentemente articulado de conhecimentos científicos, valores, atitudes e habilidades (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Nesse sentido, as questões sociocientíficas (QSC) assumem um lugar de destaque, pois “envolvem distintas situações sociopolíticas, tornando-se uma abordagem promissora para o Ensino de Ciências, uma vez que permitem a apresentação de diversas perspectivas do meio sociocientífico para que o estudante tome a decisão mais acertada para si e sua comunidade” (Fonseca; Duso, 2024, p. 202).

Por motivos diversos, os professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) costumam se amparar no livro didático para orientar suas práticas de resolução de problemas em sala de aula (Leite; Garcia, 2018). Seus vínculos com determinado livro não são tão fortes quanto são com uma certa “forma de ensinar” que tem os exercícios como principal estratégia didática (Zambon; Terrazzan, 2017).

No âmbito da educação científica, muitos estudos têm focado o tema da resolução de problemas (RP) na aprendizagem, enquanto fundamentação, sugestões de utilização, desenvolvimento de estratégias, críticas a estas, dificuldades e possibilidades de superação. Enfim, há um número considerável de trabalhos à disposição (Siqueira; Goi, 2020;), principalmente na área de Educação em Ciências e Matemática.

Entretanto, é bastante frequente a alusão de que, na prática, não há avanços significativos e representativos no chão da escola (Ustra; Hernandez, 2010; Solino; Sasseron, 2019). No contexto escolar, a RP costuma estar associada às listas de exercícios geralmente organizadas para solução mais rápida e direta.

Aos exercícios, também denominados de problemas fechados, habitualmente desenvolvidos em sala de aula, é atribuída uma “fixação funcional” que seria o principal obstáculo a um pensamento criativo (e grande responsável pelo “fracasso generalizado” dos alunos em resolução de problemas). As orientações metodológicas do modelo de resolução de problemas como investigação, bastante conhecido na área e que visa superar as limitações apontadas anteriormente (Gil Pérez *et al.*, 1988), consideram as etapas: análise qualitativa da situação e

emissão de hipóteses; elaboração de estratégias de resolução; resolução do problema e análise dos resultados.

Neste contexto, destaca-se a necessidade de incluir, para além dos problemas de enunciado fechado (exercícios), que permanecem importantes (mas não são suficientes), os problemas abertos. Estes, por vezes denominados de problemas propriamente ditos (ou genuínos), contribuem para uma aprendizagem mais profunda e consistente dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, especialmente porque promovem o trabalho colaborativo em grupo, a articulação dos conhecimentos a serem ensinados com os saberes prévios e envolvem interações entre estudantes e professores mais favoráveis ao trabalho pedagógico (Oliveira *et al.*, 2017).

Assim, torna-se relevante compreender como o livro didático apresenta atividades envolvendo exercícios e situações problemas (estas geralmente compreendidas como problemas abertos), sobretudo em um viés de apoio crítico-reflexivo aos professores.

No âmbito do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), no período considerado (PNLD 2021-2025), as coleções destinadas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) eram compostas por seis volumes voltados aos três anos do Ensino Médio, de uso comum aos professores de Biologia, Física e Química. Essa estrutura passou a vigorar a partir de 2021, com a implantação do “novo ensino médio” (NEM), pautado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Na edição 2026-2029 do PNLD, as coleções didáticas da área CNT são compostas por três livros, sendo um livro único para cada componente curricular (Biologia, Física e Química) ao longo de todo o Ensino Médio.

Nesse panorama, a utilização de uma coleção didática na escola, simultaneamente por professores de três subáreas das Ciências da Natureza, poderia favorecer uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos, especialmente se estivessem disponíveis atividades didáticas de resolução de problemas (ADRP) que envolvam contextos sociais.

É importante ressaltar que, na interdisciplinaridade, “o conhecimento passa de algo setorizado e especializado para um conhecimento integrado onde as disciplinas científicas interagem entre si” (Oliveira *et al.*, 2021, p. 381), num processo que é efetivamente potencializado através da efetiva interação dialógica entre os professores responsáveis pelos componentes curriculares (pelas disciplinas). Nesse sentido, uma abordagem investigativa das ADRP certamente favoreceria fortemente a atuação interdisciplinar dos envolvidos (Clement; Terrazan, 2011).

Nesse quadro, em um projeto de investigação mais amplo, buscamos compreender como estes temas, dentre outros que pautam as Questões Sociocientíficas (QSC), têm sido integrados ao ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) no Ensino Médio.

Este artigo é oriundo de uma pesquisa sobre a problematização em coleções didáticas da área CNT, desenvolvida junto a um grupo de pesquisadores que atua na formação de professores de física na universidade. Neste recorte, apresentamos os principais resultados da análise das duas coleções didáticas mais amplamente adotadas no Ensino Médio das escolas da região do Triângulo Mineiro no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), com foco na abordagem da realidade social em ADRP, particularmente considerando a perspectiva das QSF.

## Metodologia

Com base nas informações disponíveis na página eletrônica do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), na área do PNLD, foram identificadas as duas coleções didáticas com maior quantidade de exemplares distribuídos nas escolas públicas de Ensino Médio da região do Triângulo Mineiro, no período de 2021 a 2025: a Coleção A - Moderna Plus Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Torres *et al.*, 2020) e a Coleção B - Multiversos Ciências da Natureza (Godoy *et al.*, 2020).

Os capítulos e unidades temáticas das coleções abordam conteúdos da BNCC e são estruturados de maneira similar, sempre contando com uma apresentação inicial do tema do capítulo, atividades correspondentes e a aplicação dos conteúdos desenvolvidos no decorrer do trabalho pedagógico, além de propostas de trabalhos e pesquisas complementares.

Segundo o Guia do PNLD, a linguagem empregada procura aliar a precisão conceitual da comunicação científica à clareza didática. Em determinadas situações são articulados assuntos do cotidiano, o que visa tornar conceitos e fenômenos científicos mais familiares aos estudantes (Brasil, 2021).

Através de uma análise minuciosa das atividades didáticas de resolução de problemas (ADRP), inspirados em uma perspectiva qualitativa para a Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), foram utilizadas categorias que auxiliam na compreensão da abordagem pedagógica da realidade social. Nesse sentido, também enfatizamos a importância da interdisciplinaridade, buscando compreender sua relação com as QSC, especialmente na perspectiva da interação dialógica entre os especialistas representantes de suas áreas, ou seja, os professores das disciplinas envolvidas.

Os exercícios e problemas foram agrupados em categorias de contextualização pautadas em diferentes perspectivas do cotidiano dos estudantes. Estas perspectivas consideram: "(i) exemplificação, ou entendimento, ou informação do cotidiano, (ii) entendimento crítico de questões científicas e tecnológicas relevantes que afetam a sociedade – característica do movimento CTSA e (iii) transformação da realidade social – caracterizada pela inserção da prática social no ensino com vistas à transformação social" (Silva; Marcondes, 2010, p. 114).

Desta forma, foram utilizadas, enquanto categorias: a aplicação do conhecimento (AC), que se baseia em ilustrações e exemplos de eventos diários relacionados às Ciências Naturais; a descrição científica de fatos e processos (DC), que oferece explicações científicas para eventos do cotidiano relacionados ao conteúdo; a compreensão da realidade social (CRS), que utiliza o conteúdo para entender problemas sociais; e a transformação da realidade social (TRS), que envolve a discussão de questões sociais e incentiva os alunos a se posicionar e intervir no problema (Silva; Marcondes, 2010).

Além disso, foram usadas duas subcategorias: cotidiano próximo (CP), que se refere a situações relacionadas ao cotidiano dos alunos; e cotidiano distante (CD), que engloba situações que, embora possam ser um pouco distantes do cotidiano, ainda são acessíveis e familiares (Borges; Ustra, 2022).

## Resultados e discussões

A partir da categorização das ADRPs, identificou-se um predomínio significativo do tipo AC/DC nas duas coleções de livros didáticos. As frequências das categorias AC/CP, DC/CD e DC/CP vão diminuindo significativamente, nesta ordem, como apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Categorização das ADRPs

Categoria A		Coleção	
		B	
AC	CP	154	244
	CD	309	275
DC	CP	102	180
	CD	133	138
CRS		20	104
TRS		17	33
NC		351	162
Total		1.086	1.136

Fonte: Dados da pesquisa.

Observou-se uma prevalência de atividades envolvendo cotidiano distante (CD), as quais, apesar de apresentarem certa aproximação com os contextos vivenciados pelos estudantes, remetem a um aumento potencial de dificuldade na compreensão e no engajamento no processo de resolução dos exercícios.

É importante destacar a presença expressiva de exemplares não contextualizados (NC), embora em menor frequência em comparação com abordagens mais tradicionais, que eram características marcantes de coleções aprovadas em editais anteriores do PNLD (Artuso *et al.*, 2020).

A Figura 1 ilustra um exemplo de exercício não contextualizado. Conforme se depreende do enunciado fechado, trata-se de um exemplar onde são dadas instruções para construção de gráficos das densidades de duas substâncias metálicas, sem qualquer apresentação de suas conexões ao cotidiano dos estudantes, configurando uma perspectiva bastante tradicional de “fixação de conhecimentos”.

Figura 1: Exemplar não contextualizado (NC)

### Aplicando conhecimentos

1. As densidades dos metais titânio e níquel, a 25 °C, são, respectivamente, 4,5 g/cm<sup>3</sup> e 9,0 g/cm<sup>3</sup>.  
Construa, em um mesmo sistema de eixos, um gráfico de massa (em g) em função de volume (em cm<sup>3</sup>) para cada um dos dois metais. Empregue uma escala para o eixo x (volume) que compreenda de zero a 10, dividida de 2 em 2 unidades. No eixo y (massa), use uma escala de zero a 100, dividida de 20 em 20 unidades.

Fonte: Coleção A

Na Figura 2, consta um exemplar do tipo AC com referência a um cotidiano distante (CD), também com enunciado fechado e opção de marcar a resposta correta.

Figura 2: Exemplar AC/CD

5. (Enem) Para realizar o desentupimento de tubulações de esgotos residenciais, é utilizada uma mistura sólida comercial que contém hidróxido de sódio (NaOH) e outra espécie química pulverizada. Quando é adicionada água a essa mistura, ocorre uma reação que libera gás hidrogênio e energia na forma de calor, aumentando a eficiência do processo de desentupimento. Considere os potenciais padrão de redução ( $E^\circ$ ) da água e de outras espécies em meio básico, expressos no quadro.

Semirreação de redução	$E^\circ$ (V)
$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,83
$\text{Co}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Co} + 2 \text{OH}^-$	-0,73
$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu} + 2 \text{OH}^-$	-0,22
$\text{PbO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + 2 \text{OH}^-$	-0,58
$\text{Al}(\text{OH})_4^- + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al} + 4 \text{OH}^-$	-2,33
$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe} + 2 \text{OH}^-$	-0,88

Qual é a outra espécie que está presente na composição da mistura sólida comercial para aumentar sua eficiência?

- a) Al                      c)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$                       e) Pb  
b) Co                      d)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$

Fonte: Coleção A

O exemplar da Figura 3 consiste em uma questão do tipo DC também aludindo a uma situação não próximo do cotidiano da maioria dos estudantes, portanto do tipo CD, para a qual uma das opções abaixo consiste na resposta correta.

Figura 3: Exemplar DC/CD

**4. (Enem)**

Recentemente um estudo feito em campos de trigo mostrou que níveis elevados de dióxido de carbono na atmosfera prejudicam a absorção de nitrato pelas plantas. Consequentemente, a qualidade nutricional desses alimentos pode diminuir à medida que os níveis de dióxido de carbono na atmosfera atingirem as estimativas para as próximas décadas.

(Fonte: BLOOM, A. J. *et al.* Nitrate assimilation is inhibited by elevated CO<sub>2</sub> in field-grown wheat. *Nature climate change*, n. 4, abr. 2014. Adaptado.)

Nesse contexto, a qualidade nutricional do grão de trigo será modificada primariamente pela redução de

- a) amido.
- b) frutose.
- c) lipídios.
- d) celulose.
- e) proteínas.

Fonte: Coleção A

Exemplares de CRS e TRS são notavelmente escassos, principalmente na Coleção A, o que indica uma sensível diminuição das oportunidades para promover o protagonismo estudantil. Afinal, considerando as contribuições dos conteúdos das distintas áreas ou subáreas do conhecimento, o “protagonismo requer dos estudantes uma compreensão do contexto social para que possam emitir julgamentos, tomar decisões, argumentar, propor solução para os problemas comunitários e usar os recursos acessíveis de forma cônica” (Borges; Ustra, 2024, p. 802).

Mesmo que ambas as coleções sejam direcionadas às três subáreas (Biologia, Física e Química), pouquíssimas situações-problemas envolveram até duas delas simultaneamente. A Tabela 2 apresenta a distribuição dos conteúdos dos exemplares CRS e TRS nas subáreas ou disciplinas de Biologia (B), Física (F), Química (Q) e nas interfaces entre Biologia-Física (B-F) e Física-Química (F-Q).

Tabela 2: Distribuição dos conteúdos por subárea

Categoria	Coleção	Conteúdos				
		B	F	Q	B-F	F-Q
CRS	A	9	8	3	0	0
	B	54	30	15	3	2
TRS	A	9	2	6	0	0
	B	23	2	7	0	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Os conteúdos de Biologia articulados aos aspectos da realidade social foram claramente predominantes, especialmente na coleção B. Esta predominância parece não estar relacionada à formação acadêmica majoritária dos autores. Nesta coleção, consta um autor para cada subárea.

Na coleção A, a maioria dos autores possui formação em Física (quatro físicos), seguida por três biólogos e um químico. Dessa forma, pode-se evocar o peso de uma tradição curricular pautada na biologização do ensino de Ciências, a qual se estende desde o Ensino Fundamental (Mendes; Souza Filho, 2022).

Os desdobramentos das atividades propostas (CRS ou TRS) preveem sistematização de informações e apresentações para os colegas, toda a comunidade escolar e/ou para a população em geral, buscando, em alguns casos, uma conscientização quanto a problemas sociais para além da sala de aula. O conhecimento sistematizado ou produzido pelos alunos e professores é utilizado na elaboração de material de divulgação, como cartazes, páginas da internet, folhetos e anúncios. Nos exemplares TRS de ambas as coleções, as atividades desenvolvidas visam uma efetiva mobilização dos estudantes para modificar a realidade social problematizada.

Quanto aos exemplares CRS e TRS que abordam conteúdos de mais de uma área (Biologia, Física ou Química), são contempladas as temáticas de Fontes de Energia (FdE), Saúde e Segurança (S&S) e Meio Ambiente (MA). A Tabela 3 apresenta a distribuição desses exemplares nestas temáticas, por coleção.

Tabela 3: Distribuição dos conteúdos por temática

Categoria	Coleção	Conteúdos	
		B-F	F-Q
CRS	A	-	-
	B	FdE: 2 MA: 1	FdE: 2
TRS	A	-	-
	B	-	S&S: 1

Fonte: Dados da pesquisa.

A escassez de exemplares de CRS ou TRS que integrem conteúdos das subáreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) destoa da concepção interdisciplinar que pode ser atribuída à realidade social, compreendida como a principal fonte de contextualização (Broietti; Leite, 2019).

Também se poderia evocar a ideia de que os conteúdos das ciências naturais são “naturalmente” interdisciplinares, prescindindo de esforços para ultrapassar fronteiras disciplinares (Moraes; Ustra, 2024).

Por outro lado, considerando que as coleções didáticas preveem a utilização simultânea pelos professores das três subáreas das Ciências da Natureza, perde-se uma possibilidade de importante abordagem interdisciplinar dos conteúdos.

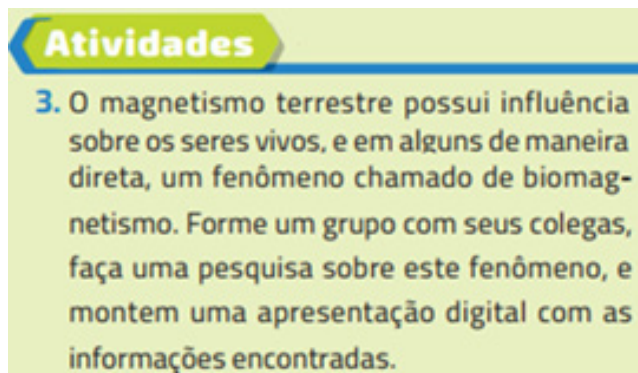
É crucial ressaltar que os exemplos de CRS e TRS são frequentemente apresentados em caixas de atividades separadas do texto principal, o que pode dificultar ainda mais sua efetiva implementação em sala de aula. O grupo com a maior quantidade de exemplos, relacionado às FdE, aborda diversas fontes energéticas, com destaque para as renováveis, explorando especialmente a natureza dessas energias.

No entanto, não há uma ênfase significativa em questões mais diretamente relacionadas ao MA, sendo que apenas um problema está associado a esse tema, conforme indicado na Figura

4. Nesta atividade, o foco está na influência do magnetismo terrestre sobre os seres vivos, que deverá ser pesquisada e apresentada com recursos digitais.

Temáticas voltadas à intensificação do aquecimento global, influência das atividades humanas no meio ambiente e suas repercussões mais importantes não aparecem nos problemas. Isso pode comprometer a abordagem e a compreensão dos estudantes em relação às interconexões entre fontes de energia e questões ambientais.

Figura 4. Exemplar de CRS – MA



Fonte: Coleção B.

Na Figura 5, consta um exemplar CRS na temática FdE. Os estudantes, novamente em grupos, são orientados a pesquisar sobre a produção de energia a partir de uma usina hidrelétrica a ser escolhida e seus impactos sociais, ambientais e econômicos, com posterior apresentação em sala de aula.

Figura 5. Exemplar de CRS – FdE

**b) Forme um grupo com seus colegas e realizem uma pesquisa a respeito de uma usina hidrelétrica brasileira e seus impactos sociais, ambientais e econômicos. Elaborem uma apresentação de slides a partir dos resultados de sua pesquisa e a apresentem à turma.**

Fonte: Coleção B.

As outras duas abordagens didáticas relacionadas às FdE concentram-se em propriedades químicas. O exemplo apresentado na Figura 6 ilustra essa característica. Nesse exemplo específico, os alunos são incentivados a comparar as vantagens entre biocombustíveis e combustíveis derivados do petróleo na geração de energia.

Figura 6. Exemplar de CRS – FdE

- 3. Uma pesquisa realizada por um grupo de pesquisadores brasileiros estuda a possibilidade de ampliar a produção de um biocombustível a partir do óleo vegetal produzido por algas encontradas em corpos de água doce. De acordo com o grupo, esse biocombustível é mais vantajoso que aqueles produzidos a partir de oleaginosas, como a soja e a canola. No caso, além das algas disponibilizarem uma quantidade de matéria-prima maior (o óleo vegetal), elas podem ser cultivadas em áreas desmatadas – diferentemente das oleaginosas, cuja produção, muitas vezes, necessita da desocupação de áreas de florestas. Quais as vantagens dos biocombustíveis, de modo geral, em comparação aos combustíveis derivados do petróleo?**

Fonte: Coleção B.

No entanto, é perceptível que as implicações do uso de um tipo de combustível ou outro não são examinadas em profundidade. Há uma preferência por discutir questões mais técnicas, geralmente relacionadas aos ganhos de produção ou desempenho, em detrimento das questões sociais associadas a essas escolhas energéticas.

Estes exemplos voltam-se a contemplar de forma restrita e passivamente as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). O ensino parece limitar-se à compreensão dos resultados e dos efeitos do progresso, considerados inevitáveis e que, portanto, devem ser aceitos sem questionamento. Outras possibilidades não são exploradas.

Ressoam, a esta altura, questionamentos quanto a novas alternativas, demandadas, inclusive, pelas outras perspectivas, outras realidades. Nas palavras de Arroyo, “esse conhecimento dos Outros Sujeitos, outros educandos, dos movimentos sociais como autores de processos/ concepções pedagógicas traz sérias interrogações: Seria pretensão que os movimentos sociais se pensem atores que constroem Outras Pedagogias?” (Arroyo, 2012, p. 29).

O único exemplo identificado como TRS, que aborda aspectos da realidade social, embora guardando certa distância do contexto de muitos estudantes, permite uma conexão do tipo F-Q, mesmo que de forma indireta, como mostrado na Figura 7.

Figura 7. Exemplar de TRS – S&amp;S

**1.** No dia 15 de novembro de 2018, um viaduto em São Paulo cedeu e foi totalmente interditado, provocando diversos transtornos.

» Viaduto que cedeu (São Paulo, SP, 2018).



ESDR LOPES JUNIOR/ALPHAPRESS

Forme um grupo de 4 integrantes para realizar um trabalho de pesquisa sobre esse acidente acontecido em São Paulo.

Sugestão de áreas a serem pesquisadas.

1. Tipo de material do viaduto e suas características de corrosão.
2. As condições ambientais urbanas e sua influência na durabilidade dos materiais.
3. Idade do viaduto e a importância dos métodos de manutenção.
4. Eficiência na construção.
5. Faça uma comparação do viaduto em São Paulo com a ponte sobre o Rio São Francisco, na região da cidade de Pirapora, Minas Gerais, que alguns anos antes já estava nas condições apresentadas na imagem a seguir.



» Ponte Marechal Hermes sobre o rio São Francisco (Pirapora, MG, 2015).

Enriqueça sua pesquisa e apresente em forma de seminário. Se possível, use ambientes virtuais para sua comunidade escolar conhecer seu trabalho. Aproveite para incentivar a cidadania. Estimule as pessoas para que tenham atenção nas construções e recorram às subprefeituras, com fotos, apresentando as condições de alguma situação visivelmente perigosa em construções. Pode começar em sua escola com a contribuição de professores e gestão para orientar os caminhos de possíveis solicitações de melhorias estruturais.

Fonte: Coleção B.

Este caso envolve conceitos de equilíbrio e propriedades dos materiais, considerando as condições de segurança em estruturas urbanas, como os viadutos. A atividade é direcionada para a realização de uma pesquisa em grupos de quatro alunos, sem explicação para essa quantidade específica. A apresentação dos resultados está vinculada à ideia de “promover a cidadania” na comunidade escolar, expandindo assim para além da sala de aula, com a sugestão de uso de plataformas virtuais.

Ao término do processo, é recomendado aos alunos que ampliem suas propostas dentro do ambiente escolar, considerando as contribuições tanto dos professores quanto da gestão para possíveis melhorias estruturais necessárias. Embora os alunos estejam encarregados das etapas de pesquisa, apresentação e promoção da cidadania, utilizando mídias digitais, é responsabilidade dos adultos (professores e gestão) o efetivo exercício da cidadania, incluindo o direito de reivindicar a segurança das construções.

A realização de pesquisas pelos estudantes é frequentemente sugerida nas ADRPs CRS ou TRS, mas não são oferecidas orientações específicas sobre os procedimentos e a validade das fontes. Embora o Manual do Professor contenha sugestões para indicar ou alertar sobre o uso de fontes confiáveis, essas orientações não são detalhadas nem para os próprios professores. Desta forma, o uso das mídias digitais acaba reduzindo-se a uma ênfase instrumental, sem avançar para uma atitude mais crítica e compreensiva destes recursos (Cerigatto, 2022).

As situações-problema identificadas como CRS e TRS, mesmo sendo limitadas em quantidade, geralmente apresentam enunciados abertos que podem contribuir significativamente para a aprendizagem. No entanto, a problematização é conduzida a partir das direções fornecidas,

sem permitir que os alunos identifiquem ou construam problemas com base em seus próprios interesses ou contextos vivenciados.

Em relação aos professores, os Manuais (do Professor) das diferentes coleções não oferecem sugestões ou orientações específicas para que incentivem os alunos a construir problemas. Além disso, não há sugestões para colaboração pedagógica sequer entre os professores da mesma área utilizando as situações CRS ou TRS, mesmo aquelas que abordam temas potencialmente interdisciplinares.

No que diz respeito aos temas abordados nas situações-problemas analisadas, há uma falta de conexão com QSC relevantes que poderiam estar mais associadas ao contexto atual, em níveis local, regional e global, como doenças, mudanças climáticas, perda de biodiversidade e desigualdades socioeconômicas e de acesso a direitos sociais, especialmente no contexto das relações CTSA (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Trata-se, pois, de encontrar inspiração ou apoio em outros recursos pedagógicos, para fomentar o engajamento e o ativismo por meio da educação científica, buscando “transformar o currículo científico focado em avaliação de fatos e processos em um agente político encorajador, com justiça social no seu núcleo” (Levinson, 2023, p. 5).

## Considerações finais

Apesar das coleções serem destinadas à área de CNT, as ADRPs não favorecem uma atuação interdisciplinar dos professores dos componentes disciplinares de Biologia, Física e Química. Por outro lado, as atividades propostas pouco se referem a questões prementes do âmbito CTSA e que representam um grande desafio à educação científica na atualidade.

O predomínio de questões que se concentram em aspectos mais técnicos, em detrimento de questões sociais, também limita a compreensão do real impacto da ciência e da tecnologia na sociedade e no meio ambiente.

Os resultados obtidos permitem destacar a necessidade da contextualização na apresentação de exercícios e situações problemas, pois, quanto mais próximas da realidade, do cotidiano dos alunos, estiverem as atividades, mais fácil torna-se a compreensão do conteúdo e o seu envolvimento no processo de aprendizagem. Certamente que esta proximidade por si não é suficiente para contemplar uma compreensão mais ampla dos conteúdos. Torna-se necessário avançar para categorias que envolvam a própria realidade social.

Se, por um lado, a carência das categorias CRS e TRS enfraquece uma compreensão contextualizada por parte dos estudantes, por outro permite evidenciar suas diferenças com as demais categorias e sinalizar perspectivas mais promissoras voltadas à necessidade uma postura reflexiva por parte dos professores, permitindo vislumbrar importantes contribuições em atividades de formação inicial ou mesmo na formação continuada de professores de Biologia, Física e Química.

Sendo assim, uma das principais contribuições do estudo desenvolvido poderia ser localizada na necessidade de um conjunto de esforços por uma educação científica mais contextualizada e engajada, que potencialize o protagonismo dos estudantes para o enfrentamento dos desafios presentes na sociedade contemporânea. A análise das obras evidenciou que tais

esforços ainda se mostram tímidos, uma vez que os livros analisados nem sempre subsidiam, de forma consistente, práticas docentes mais alinhadas às demandas sociais. Esse trabalho requer não apenas uma revisão de conteúdos e estratégias pedagógicas, mas também valorização e apoio ao trabalho dos professores na implementação de abordagens mais integradas e significativas dentro das escolas.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, a FAPEMIG e a PROPP/UFU pelas bolsas de iniciação científica e pelo apoio concedido.

## Referências

- ARROYO, Miguel G. **Outros sujeitos, outras pedagogias**. Petrópolis/RJ: Vozes, 2012.
- ARTUSO, Alysson R.; MARTINO, Luiz H.; COSTA, Henrique V.; LIMA, Letícia. As características do livro didático de física mais valorizadas pelos professores brasileiros. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, nº 1, p. 26-44, 2020. Disponível em: <https://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/view/438>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.
- BORGES, Aline A.; USTRA, Sandro R. V. Análise do livro didático de física com vistas à inclusão de alunos autistas. **Revista Argentina de Investigación Educativa**, v. 2, p. 243-260, 2022. Disponível em: <https://portalrevistas.unipe.edu.ar/index.php/raie/article/view/57>. Acesso em: 04 abr. 2023.
- BORGES, Juliana R. A.; USTRA, Sandro R. V. Traçando rotas para o protagonismo estudantil nas aulas de Física do Ensino Médio. **Temas & Matizes**, v. 17, n. 31, p. 800-820, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.48075/rtm.v17i31.31951>. Acesso em: 3 jun. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Guia PNLD 2021 – Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2020. Disponível em: [https://pnld.nees.ufal.br/pnld\\_2021\\_didatico/inicio/pnld-2021-obj2-ciencias-natureza-suas-tecnologias?menu=obras\\_didaticas&tab=detalhes&total\\_obras=7](https://pnld.nees.ufal.br/pnld_2021_didatico/inicio/pnld-2021-obj2-ciencias-natureza-suas-tecnologias?menu=obras_didaticas&tab=detalhes&total_obras=7). Acesso em: 19 dez. 2025.
- BROIETTI, Fabiele C. D.; LEITE, Rosana F. Contextualização no ensino de Ciências: compreensões de um grupo de professores em serviço. **Imagens da Educação**, v. 9, p. 16-32, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v9i2.38300>. Acesso em: 04 mar 2022.
- CERIGATTO, Mariana P. Experiências pedagógicas com mídia e educação: caminhos para superar a abordagem instrumental e desenvolver habilidades crítico-reflexivas sobre a cultura midiática. **Educação em Revista**, v. 38, p. e25791, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-469825791>. Acesso em: 04 mar. 2022.

CLEMENT, Luiz; TERRAZZAN, Eduardo A. Atividades Didáticas de Resolução de Problemas e o Ensino de Conteúdos Procedimentais. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 87-101, 2011. Disponível em: <https://reiecv2.unicen.edu.ar/reiec/article/view/63/63>. Acesso em: 03 jan. 2021.

CONRADO, Dália M.; NUNES-NETO, Nei. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: Conrado, Dália M.; Nunes-Neto, Nei (org.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: UFBA, 2018. p. 77-118.

FONSECA, Eril M.; DUSO, Leandro. Proposta de organização curricular sobre resíduos baseada em questões sociocientíficas para o ensino de ciências. **Vivências**, v. 20, n. 41, p. 199–219, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v20i41.1162>. Acesso em: 4 jul. 2024.

GIL PÉREZ, Daniel; MARTÍNEZ-TORREGROSA, Joaquín; SENENT PÉREZ, F. El fracaso em la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las Ciencias**, 6(2), 131-146, 1988.

GODOY, Leandro P.; AGNOLO, Rosana M. D.; MELO, Wolney C. **Multiversos: Ciências da Natureza: Ensino Médio**. 6 Volumes. São Paulo: FTD, 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Ano de 2023 é o mais quente da série histórica no Brasil**. In: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil#:~:text=O%20ano%20de%202023%20%C3%A9,16%C2%BAC%20abaixo%20da%20m%C3%A9dia%20hist%C3%B3rica>. Publicado em 09 jan. 2024. Acesso em 11 mar. 2024.

IPCC. **Climate Change 2023: Synthesis Report**, 2023.

LEITE, Álvaro E.; GARCIA, Nilson M. D. A formação inicial de professores e o livro didático de Física: passos e descompassos. **Ciência & Educação**, 24(2), p.411-430, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180020010>. Acesso em: 02 fev. 2021

LEVINSON, Ralph. Questões sociocientíficas na ciência escolar: uma sugestão teórica. **Ciência & Educação**, v. 29, p. e23000A, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-73132023000A>. Acesso em: 03 jul. 2024.

MENDES, Thales; SOUZA FILHO, Moacir. Dos produtos educacionais ao ensino de ciências no Ensino Fundamental: resiliência da biologização. **Conjecturas**, v. 22, n. 3, p. 909–923, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.53660/CONJ-972-M05>. Acesso em: 06 jul. 2023.

MORAES, Sandra A.; USTRA, Sandro R. V. Levantamento bibliográfico sobre a interdisciplinaridade no ensino de física. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 14, n. 1, p. 40-52, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.31512/encitec.v14i1.980>. Acesso em: 05 mai. 2024.

OLIVEIRA, Renata E.; FIGUEIREDO, Rodolfo A.; MAKISHI, Fausto; SAIS, Adriana C.; OLIVAL, Alexandre de A.; ALCÂNTARA, Liliane C. S.; MORAIS, Jozivaldo P. G.; VEIGA, João P. C. A interdisciplinaridade na prática acadêmica universitária: conquistas e desafios a

partir de um projeto de pesquisa-ação. **Avaliação**: Revista da Avaliação da Educação Superior, v. 26, n. 2, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-40772021000200003>. Acesso em: 06 jun. 2022.

OLIVEIRA, Vagner; ARAUJO, Ives S., VEIT, Eliane A. Resolução de problemas abertos no ensino de física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 39(3):e3402, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0269>. Acesso em: 06 jun. 2022.

POTT, Crisla M.; ESTRELA, Carina C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 271–283, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021>. Acesso em 03 jul. 2024.

SILVA, Erivanildo L.; MARCONDES, Maria E. R. Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, 12(1), 101-118, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172010120107>. Acesso em: 13 mai. 2020.

SIQUEIRA, Vanessa F.; GOI, Mara Elisângela J. Formação de Professores: resolução de problemas no Ensino de Ciências da Natureza. **Revista Conexão UEPG**, vol. 16, núm. 1, 2020 Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil Disponível em: <https://doi.org/10.5212/Rev.Conexao.v.16.13570.002>. Acesso em: 22 abr. 2026.

SOLINO, Ana P.; SASSERON, Lucia H. A significação do problema didático a partir de Potenciais Problemas Significadores: análise de uma aula investigativa. **Ciência & Educação**, 25(3), p. 569-587, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190030015>. Acesso em: 06 jun. 2022.

TORRES, Carlos M. A.; CANTO, Eduardo L.; MARTHO, Gilberto R.; AMABIS, José M.; SOARES, Júlio; LEITE, Laura C. C.; FERRARO, Nicolau G.; PENTEADO, Paulo C. M. **Moderna Plus** – Ciências da Natureza e suas Tecnologias. 6 volumes. São Paulo: Moderna, 2020.

USTRA, Sandro R. V.; HERNANDES, Claudio L. Enfrentamento de problemas conceituais e de planejamento ao final da formação inicial. **Ciência & Educação**, v.16, n. 3, p. 723-733, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000300015>. Acesso em: 07 jun. 2022.

ZAMBON, Luciana B.; TERRAZZAN, Eduardo A. Livros didáticos de Física e sua (sub) utilização no Ensino Médio. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. e2668, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172017190114>. Acesso em: 05 mar. 2022.