



ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Uma Ferramenta para Orientar e Mapear Sequências Didáticas Fundamentadas em Questões Sociocientíficas

A tool to guide and map didactic sequences based on socio-scientific issues

Maria Stela Vilas Boas^a; Bárbara Alice Piedade dos Santos^b; Nilmara Braga Mozzer^a

^a Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil – maria.boas@aluno.ufop.edu.br; nilmara@ufop.edu.br

^b Departamento de Educação, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, Brasil – barbara.piedade@aluno.ufop.edu.br

Palavras-chave:

Questões sociocientíficas.
Educação CTSA.
Caracterização de sequências didáticas.
Letramento científico.

Resumo: As questões sociocientíficas (QSC) vêm ganhando notoriedade no ensino de Ciências, por viabilizarem o ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, importantes para o posicionamento crítico e a promoção de ações frente às problemáticas presentes no cotidiano. Entretanto, os objetivos de aprendizagem almejados na abordagem de QSC no Ensino de Ciências têm tido pouca visibilidade nas pesquisas. Na presente pesquisa, propomos o aperfeiçoamento de uma ferramenta analítica para orientar e mapear propostas didáticas baseadas em QSC por meio de eixos norteadores e subcategorias representativas das características essenciais relacionadas aos objetivos de ensino subjacentes a essas propostas. Tal ferramenta atualizada foi utilizada na caracterização de sequências didáticas (SD) elaboradas por professores de Ciências em um curso de formação continuada. A análise desses dados permitiu inferir que, embora as SD apresentassem objetivos distintos, elas estavam embasadas, em maior ou menor grau, em uma perspectiva dos professores que objetivam um letramento científico crítico dos estudantes.

Keywords:

Socio-scientific Issues.
STSE Education.
Characterization of didactic sequences.
Scientific literacy.

Abstract: Socio-scientific issues (SSI) have been gaining notoriety in Science teaching, as they enable the teaching of conceptual, procedural and attitudinal content, important for critical positioning and the promotion of actions in the face of problems present in everyday life. However, the learning objectives pursued in the SSI approach in Science Teaching have had little visibility in research. In this research, we propose the improvement of an analytical tool to guide and map teaching proposals based on SSI through guiding axes and subcategories representing the essential characteristics related to the teaching objectives underlying these proposals. This updated tool was used to characterize didactic sequences (DS) created by Science teachers in a continuing education course. The analysis of these data allowed us to infer that, although the DS had different objectives, they were based, to a greater or lesser extent, on the perspective of teachers who aim for students' critical scientific literacy.



Esta obra foi licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Introdução

A disponibilidade atual de tecnologia oferece aos indivíduos a facilidade de buscar respostas para questões que os intrigam. No entanto, o uso consciente de tais informações depende do processo cognitivo de análise e construção de posicionamentos críticos. Nesse sentido, a crítica tem um papel central no desenvolvimento de conhecimentos e, particularmente, os científicos e, portanto, é essencial no ensino de Ciências (SASSERON, 2019).

Ao promover o desenvolvimento da habilidade de análise crítica, os estudantes podem examinar e avaliar informações de maneira independente e tomar suas próprias decisões de forma socioambientalmente responsável. Tais objetivos embasam a noção de letramento científico crítico, compreendido como uma perspectiva de ensino de Ciências que busca contribuir para a formação de indivíduos ativistas, capazes de questionar criticamente discursos de autoridade, reconhecer forças antidemocráticas e participar ativamente nas esferas públicas em prol de uma sociedade socialmente mais justa e ambientalmente sustentável (CONRADO, 2017).

A abordagem educacional de Questões Sociocientíficas (QSC) tem sido apontada por diversos autores (SANTOS; MORTIMER, 2002; REIS, 2004; ZEIDLER *et al.*, 2005; HODSON, 2011; BENCZE, 2017; CONRADO, 2017; LIMA, 2019; DIONOR *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2021; BONFIM *et al.*, 2022) como potencialmente capaz de contribuir para essa formação cidadã crítica. Isso porque, as QSC são problemas ou situações controversas e complexas presentes na sociedade que permitem uma abordagem contextualizada e inter/transdisciplinar de conteúdos, apoiada nos conhecimentos científicos como base fundamental para compreender e buscar soluções para esses problemas. Dada a natureza complexa das QSC, a busca por soluções para essas problemáticas demanda considerações em diversas dimensões como a cultural, a política, a econômica e a ética, além da científica (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

No ensino, a abordagem das QSC cria diferentes oportunidades de aprendizagens, dependendo da maneira como o professor planeja e desenvolve suas propostas. Segundo Simonneaux (2014), as potencialidades dessa abordagem educacional podem variar dentro de um *continuum* (vide Figura 1) que vai desde objetivos centrados no desenvolvimento do conhecimento conceitual (*cold end* – extremo frio na representação da figura 1) até objetivos voltados para o ativismo (*hot end* – extremo quente na representação da figura 1). Entre esses extremos, existe uma multiplicidade de possibilidades que vão desde objetivos mais próximos ao *cold end*, guiados por valores epistêmicos, a partir dos quais a compreensão acerca dos conceitos científicos e de Natureza da ciência são priorizadas; passando por objetivos

relacionados ao desenvolvimento de pensamento de ordem superior associados ao raciocínio científico/sociocientífico; até aqueles objetivos mais próximos ao extremo *hot end*, guiados por princípios filosóficos subjacentes aos valores, a partir dos quais o desenvolvimento da cidadania científica e da cidadania política são assumidos como prioridades.

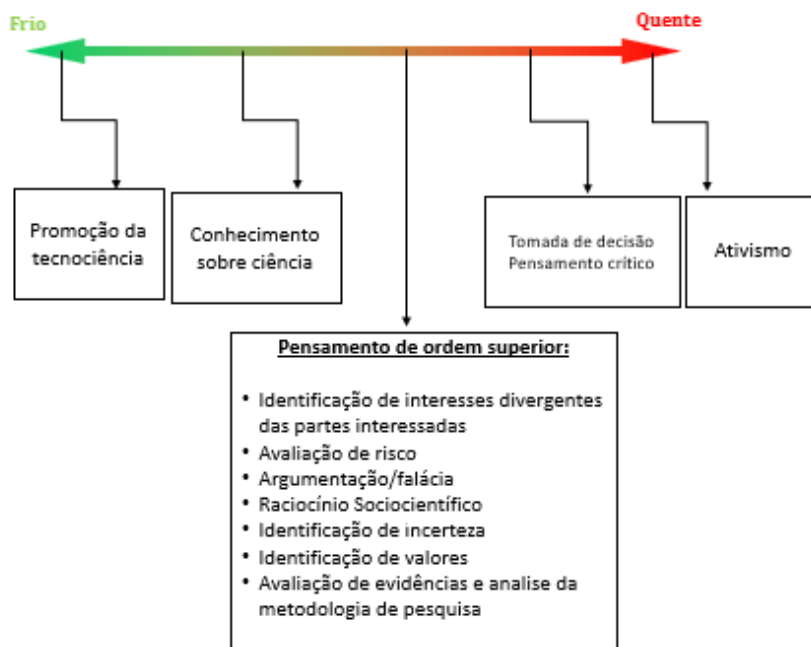


Figura 1 – Variações dos objetivos de ensino com QSC.

Fonte: Simonneaux, 2014, p. 100. Tradução livre pelas autoras.

De acordo com esta autora, ao trabalhar com QSC de forma a atingir objetivos que se situam mais próximos ao *hot end*, os professores precisam abordar explicitamente ideologias de valores, relações de opressão, influências de organizações sociais e as implicações sociais, éticas e políticas das QSC, incentivando os estudantes a refletirem, se posicionarem e mobilizarem ações para mitigar/solucionar os problemas de forma mais ampla e crítica (SIMONNEAUX, 2014). Neste sentido, saberes docentes mais amplos do que aqueles associados aos conhecimentos conceituais dos professores são demandados, os quais abarcam também o saber *fazer* e o saber *ser* (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Neste sentido, para que ocorra a formação integral dos estudantes como agentes ativos na sociedade, torna-se imprescindível que haja um equilíbrio entre as três dimensões dos conteúdos de ensino: Conceitual, Procedimental e Atitudinal (CPA) (CARVALHO *et al.*, 2011). A dimensão *conceitual*, um campo epistemológico, refere-se a fatos, conceitos e princípios, os quais apresentam significado preciso e devem ser utilizados de acordo com o contexto. Já a dimensão *procedimental*, estruturada no campo metodológico, compreende procedimentos, técnicas e métodos, sendo, portanto, um conjunto de ações motoras e cognitivas que são realizadas de forma ordenada para se alcançar determinado objetivo. Por sua vez, a dimensão *atitudinal* faz referência ao campo ético-político e considera valores,

normas e atitudes, necessitando de reflexões sobre as razões que justificam ações individuais e coletivas (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Na contramão do equilíbrio entre essas dimensões, no entanto, o que se observa é uma ênfase às dimensões conceitual e procedimental, a partir de uma visão tradicional/tecnicista do ensino de Ciências (CARVALHO *et al.*, 2011). Para alterar esse cenário, é preciso que o professor assuma práticas intencionais direcionadas ao desenvolvimento cognitivo e moral dos estudantes (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Hodson (2011) destaca que o desenvolvimento cognitivo abrange não apenas a compreensão dos conceitos científicos, mas também a formação de opiniões sobre sua consistência e veracidade, além de um entendimento mais amplo sobre como a ciência se constrói, influencia e sofre influências da sociedade. Sendo assim, é essencial que as práticas pedagógicas visem que os estudantes desenvolvam conhecimentos *de* ciências e *sobre* ciências e valores como responsabilidade e empatia em suas interações com o conhecimento científico, com os outros e com o meio ambiente.

Essas práticas docentes podem ser viabilizadas por propostas de ensino com características que se aproximem do *hot end* de Simonneaux (2014). Motivados por propósitos dessa natureza, Conrado e Nunes-Neto (2018) propuseram um modelo para abordagem educacional de QSC (vide Figura 2), fundamentados na perspectiva de educação que reconhece e problematiza as complexas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Esse modelo é composto por três elementos chaves: caso, questões norteadoras e objetivos de aprendizagem.

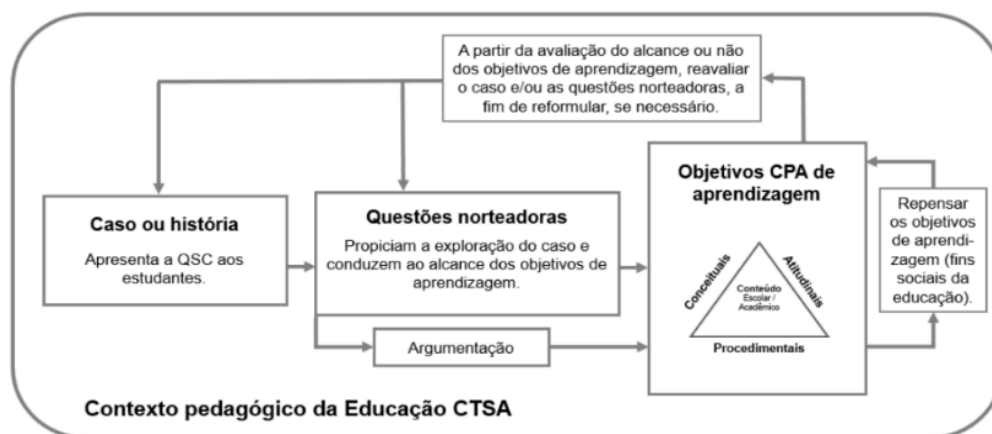


Figura 2 – Estrutura de três elementos (caso, questões norteadoras e objetivos CPA de aprendizagem) para abordagem de QSC em sala de aula, a partir do contexto pedagógico da educação CTSA.

Fonte: Conrado; Nunes-Neto, 2018, p. 107.

O caso geralmente é apresentado em forma de narrativa, contendo enredo, personagens e local de ocorrência dos fatos. O papel do caso é sensibilizar os estudantes por meio da introdução e explicitação de diferentes pontos de vista, para que eles criem um vínculo afetivo com o tema e se sintam motivados a participar das discussões e tomar

decisões. As questões norteadoras são questionamentos, previamente planejados pelos professores, acerca do caso ou de conteúdos/conceitos mencionados ou relacionados ao caso apresentado e direcionam a atenção dos estudantes para a natureza do problema e sua complexidade e atuam como ponte para que os objetivos de aprendizagem sejam atingidos. Por sua vez, os objetivos de aprendizagem relacionam-se às dimensões CPA e contribuem para formação integral dos estudantes, uma vez que, podem ser organizados em objetivos (i) instrumentais, que são habilidades motoras e cognitivas; (ii) interpessoais, voltados para a boa convivência social e; (iii) sistêmicos, que visam a capacidade de compreensão e participação do todo (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Neste artigo, defendemos a necessidade de alcançarmos um letramento científico crítico (HODSON, 2011). Contudo, ainda são necessários esforços para concretizar esse objetivo educacional. Considerando as potenciais contribuições de um ensino de Ciências pautado em QSC para o processo de formação para a cidadania e visto que estas podem atender a diferentes propósitos educacionais, surge a necessidade de criar ferramentas que auxiliem no mapeamento das Sequências Didáticas (SD) em relação aos seus propósitos, bem como na problematização de características que, essencialmente, precisam estar presentes nas propostas voltadas para o *hot end*.

Isso nos motivou a elaborar uma ferramenta que permitisse analisar e observar como características que são consideradas essenciais para um ensino fundamentado em QSC estão explícitas nas propostas elaboradas pelos professores. É fundamental destacar que isso não significa dizer que, necessariamente, essas características serão efetivadas no ensino; para isto, seria necessário olhar para as interações que são estabelecidas nas salas de aula, ao longo do desenvolvimento dessas propostas.

Assim, o foco deste trabalho não reside na análise do processo de aprendizagem, mas em identificar características das propostas de ensino baseadas em QSC, que foram explicitadas pelos professores proponentes por meio dos objetivos CPA com os quais se comprometeram. Neste sentido, buscamos responder às seguintes questões de pesquisa: *Como as SD produzidas por professores de Ciências da educação básica em um curso de formação continuada sobre questões sociocientíficas podem ser caracterizadas em termos dos objetivos CPA de ensino? O que esta caracterização nos diz sobre os objetivos dos professores pesquisados com relação ao ensino fundamentado em QSC?*

Aspectos metodológicos

A presente pesquisa é considerada documental e qualitativa, uma vez que visa compreender significados, processos e suas implicações para o contexto em que está inserida

(CANZONIERI, 2010). Nela, buscamos estabelecer parâmetros que nos possibilitassem (i) a análise dos propósitos educacionais almejados por professores de Ciências a partir das SD estruturadas com base no modelo proposto por Conrado e Nunes-Neto (2018), conforme ilustrado na Figura 2; e (ii) discutir as possíveis implicações destas para o ensino.

Além disso, a pesquisa também pode ser classificada como exploratória, tendo em vista que Andrade (2002) aponta como um aspecto fundamental dessa pesquisa a obtenção de informações mais abrangentes sobre o tema investigado. No caso desta pesquisa, a exploração ocorreu a partir da busca por novas perspectivas teóricas e com o intuito de construir questões e desdobramentos importantes para o ensino e para a pesquisa da área de Educação em Ciências. Para isso, exploramos a literatura da área para aprimorarmos a ferramenta analítica proposta por Dionor *et al.* (2020), com o objetivo de superar limitações apontadas pelos próprios autores.

O curso de formação continuada

A pesquisa foi desenvolvida em um curso de formação continuada que ocorreu em uma universidade pública federal ao longo do ano de 2021 e fazia parte de um projeto de extensão, associado a um projeto de pesquisa mais amplo, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa¹ da mesma universidade.

O curso foi idealizado e coordenado por uma das autoras deste trabalho, a partir da demanda de professores de Ciências que atuavam na região em torno da universidade, que relataram² a necessidade de novas estratégias de ensino em sala de aula e orientações adequadas para tal desenvolvimento. Considerando esses apontamentos dos professores, o curso foi centrado na abordagem educacional de QSC, com os objetivos principais de discutir fundamentos práticos e teóricos do uso de QSC no ensino de Ciências e de produzir e desenvolver em salas de aula de Ciências da Educação Básica, SD fundamentadas nessa abordagem.

O curso estava previsto para ser realizado presencialmente, a partir do início no ano de 2020, mas devido à pandemia da Covid-19, foi adiado. Ele ocorreu de forma remota, ao longo do ano de 2021, em encontros quinzenais ao longo de oito meses e totalizou uma carga horária de 100 horas. Participaram dos encontros nove professores que lecionavam as disciplinas de Ciências, Biologia, Física e Química nas redes estadual e privada de diferentes cidades de Minas Gerais.

¹ Parecer Consubstanciado do CEP de número 4.626.322.

² Uma professora (e diretora de uma escola da educação básica) cursava uma disciplina da pós-graduação ministrada pela idealizadora do curso e relatou o seu interesse e dos demais professores de Ciências da instituição em participar de cursos de formação continuada. Posteriormente, professores de Ciências de escolas situadas em diferentes cidades do interior de Minas Gerais foram consultados e também demonstraram interesse em participar.

A coleta de dados

Antes de iniciar a coleta de dados, os professores tiveram acesso ao programa do curso e ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para participação no curso e na pesquisa. Eles leram e concederam a autorização por meio do preenchimento de um formulário da plataforma *Google Forms*.

Todos os encontros foram gravados utilizando-se a plataforma *Google Meet* e as produções escritas dos professores participantes foram compartilhadas em pastas do *Google Drive*. Ao longo do curso, os participantes foram divididos em três grupos de três integrantes³ para discussão das vivências no curso e elaboração das SD.

Três SD foram elaboradas⁴, uma delas teve como tema central uma problemática local, com consequências amplas, foi intitulada: “As consequências do rompimento da barragem de Fundão para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce” (SD1). Por meio dela, as professoras buscavam mobilizar discussões em torno de áreas do conhecimento como Biologia, Física, Química e Economia. A segunda, tratou sobre “Fome e o desperdício” (SD2), um problema global que a sociedade enfrenta em diversos locais e que durante a pandemia da Covid-19 se agravou ainda mais. Por meio dela, os professores buscaram mobilizar discussões em torno de áreas do conhecimento como Biologia, Química e Nutrição. A terceira, apresentou como temática “Verdade ou mentira: o álcool gel combate a Covid-19?” (SD3), outra problemática global, enfrentada, principalmente, no decorrer do ano de 2020, quando surgiram diversas *fake news* a respeito da eficácia do álcool. A partir desta proposta, os professores buscaram mobilizar discussões em torno de áreas do conhecimento como Ecologia, Saúde Preventiva, Química, Economia, Comunicação e Direito.

A análise dos dados

Para caracterizar as SD, utilizamos como referência o trabalho de Dionor e seus colaboradores (2020), os quais propuseram uma ferramenta analítica com cinco eixos, que abarcam características essenciais relacionadas aos objetivos principais subjacentes às propostas de ensino com QSC. São eles: (1) *relevância e contextualização*; (2) *motivação e aplicação*; (3) *argumentação e posicionamento*; (4) *análise e resolução de problemas*; (5) *compreensão e mobilização de conteúdo*. Esses pesquisadores sinalizaram a necessidade de um desdobramento da ferramenta inicial em dez eixos, que devem ser considerados na caracterização das propostas fundamentadas em QSC, a saber: (1) *Relações CTSA da QSC*; (2) *Contextualização da QSC com o cotidiano*; (3) *Motivação a partir da realidade do estudante*; (4) *Aplicação de conteúdos científicos*; (5) *Argumentação*; (6) *Posicionamento*;

³ Os grupos eram acompanhados por três pós-graduandos, além de quatro bolsistas de extensão do curso de Química Licenciatura e uma colaboradora com mestrado em Educação, que auxiliavam nas discussões teórico-metodológica e na elaboração das SD.

⁴ <https://drive.google.com/drive/folders/1T4hB1qanBQ0JO9zNINKtS7TG27uU-7aV?usp=sharing>

(7) *Análise de controvérsia*; (8) *Resolução de problemas*; (9) *Compreensão conceitual*; (10) *Mobilização de dimensões CPA dos conteúdos* (DIONOR *et al.*, 2020, p. 455).

Com o intuito de que a caracterização das SD fosse pormenorizada com base nos 10 eixos apontados, buscamos explorar, com base na literatura da área, novas instâncias e aspectos que nos possibilitassem um melhor mapeamento das propostas de ensino fundamentadas em QSC. Assim, para cada um dos dez eixos, elaboramos os objetivos de ensino que se pretende alcançar por meio de propostas fundamentadas em QSC e estabelecemos subcategorias que ampliam a compreensão dessas dimensões.

A seguir, apresentamos, resumidamente, os objetivos gerais de ensino associados a cada eixo e indicamos nos quadros as subcategorias e os aspectos centrais de cada uma delas, expressas por meio de perguntas-chave que guiam a análise daquela dimensão na SD.

Eixo 1: Relações CTSA da QSC

Visa abordar as relações CTSA com diferentes objetivos de ensino e aprendizagem (CONRADO, 2017). De acordo com Santos e Mortimer (2001), o movimento CTSA busca propiciar o letramento científico dos estudantes por meio do desenvolvimento de suas compreensões sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade, estabelecendo relações entre estes domínios e no contexto cotidiano. Dessa forma, o estudante tem um ambiente que favorece sua formação cidadã através de reflexões.

Quadro 1 – Subcategorias referentes ao Eixo 01 “Relações CTSA da QSC” e perguntas-chave para sua análise.

Subcategoria	Descrição
1.1 – Realidade da problemática	Em que medida a sequência trata de um problema social real?
1.2 – Linguagem	Em que medida a sequência possui uma linguagem adequada para os estudantes compreenderem e relacionarem com suas vivências?
1.3 – Relevância	Em que medida a sequência possibilita que os estudantes compreendam a importância de se discutir a problemática?
1.4 – Relações CTSA	Em que medida a sequência permite a consideração dos efeitos e aplicações da ciência <i>na</i> e <i>para</i> a sociedade e ambiente?
1.5 – Perspectivas	Em que medida a sequência possibilita discussões a partir de diferentes dimensões: científica, ambientais, políticas, econômicas, sociais, éticas, culturais etc.?
1.6 – Mídias	Em que medida a sequência estabelece conexões com informações sobre a problemática, presentes na mídia?

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Eixo 2: Contextualização da QSC com o cotidiano

Busca transcender o espaço escolar e fomentar a contextualização social de assuntos tratados em sala de aula. Essa correlação colabora para o aumento do interesse dos estudantes,

pois existe o reconhecimento da importância do assunto para a solução de problemas que ocorrem em seu cotidiano (CONRADO, 2017).

Quadro 2 – Subcategorias referentes ao Eixo 02 “Contextualização da QSC com o cotidiano” e perguntas-chave para sua análise.

Subcategoria	Descrição
2.1 – Familiaridade	Em que medida a sequência trata de uma problemática da qual os estudantes têm familiaridade?
2.2 – Extrapolação do ambiente escolar	Em que medida a sequência estimula os estudantes a pensarem em problemáticas presentes em outros ambientes que frequenta, além do escolar?
2.3 – Influência na sociedade	Em que medida a sequência possibilita discussões sobre a influência do problema tratado no dia a dia dos estudantes (influências socioambientais)?

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Eixo 03: Motivação a partir da realidade do estudante

Objetiva o estabelecimento de vínculo afetivo através da QSC. Este é reconhecido como um aspecto essencial para o comprometimento e o empenho do estudante na resolução de problemas (SADLER, 2004; KERCKHOFF; REIS, 2014). A proximidade do tema abordado com situações cotidianas do estudante desperta o interesse deste, aumentando o engajamento e o diálogo em sala de aula. Dessa forma, o estudante é capaz de se perceber como um responsável direto da problemática e se vê como um indivíduo necessário para promover mudanças (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Quadro 3 – Subcategorias referentes ao Eixo 03 “Motivação a partir da realidade do estudante” e perguntas-chave para sua análise.

Subcategoria	Descrição
3.1 – Familiaridade	Em que medida o caso possibilita o estabelecimento de vínculos dos estudantes com a problemática (aspectos afetivos)?
3.2 – Realidade da sociedade	Através da sequência os estudantes são capazes de entender como a problemática afeta a comunidade local e/ou global?
3.3 – Interesse	Em que medida a problemática desperta o interesse dos estudantes?
3.4 – Valorização	Em que medida a sequência busca valorizar os pontos de vista dos estudantes?

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Eixo 04: Aplicação de conteúdos científicos

Visa estabelecer relações entre a dimensão conceitual e a aplicação prática desse campo epistemológico. Para a percepção da importância da educação científica e o uso do conhecimento científico no cotidiano, deve-se estimular o estudante, por meio da mobilização de fatos, conceitos e princípios em diferentes contextos (ZABALA, 1998).

Quadro 4 – Subcategorias referentes ao Eixo 04 “Aplicação de conteúdos científicos” e perguntas-chave para sua análise.

Subcategoria	Descrição
4.1 – Educação científica	Em que medida a importância da educação científica é realçada na sequência?
4.2 – Reconhecimento da dimensão científica	Em que medida há espaço para que os estudantes reconheçam os conceitos, princípios e fatos científicos que fundamentam o tema em discussão?
4.3 – Agentes ativos	Em que medida a sequência fornece oportunidades para os estudantes usarem/aplicarem o conteúdo científico como agentes ativos?

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Eixo 05: Argumentação

Visa desenvolver a capacidade dos estudantes de formular e apresentar argumentos fundamentados em evidências, visando contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos estudantes (MENDONÇA; IBRAIM, 2019). Além disso, busca promover um ambiente dialógico, por meio do qual se incentive a participação ativa dos estudantes, permitindo que eles expressem suas ideias, debatam diferentes pontos de vista e desenvolvam habilidades comunicativas (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2008). A partir da argumentação, os estudantes podem melhorar sua compreensão sobre Natureza da ciência, que envolve reconhecer as limitações desse domínio e a influência dos contextos socioeconômicos e culturais, entre diversos outros aspectos (DUSCHL; OSBORNE, 2002).

Quadro 5 – Subcategorias referentes ao Eixo 05 “Argumentação” e perguntas-chave para sua análise.

Subcategoria	Descrição
5.1 – Dialogia	Em que medida a sequência fornece suporte para os estudantes expressarem seus pontos de vista?
5.2 – Processo argumentativo	Em que medida a sequência fornece condições para os estudantes defenderem uma posição ou de convencer alguém?
5.3 – Crenças epistemológicas	Em que medida a sequência fornece suporte para que os estudantes externalizem suas crenças epistemológicas?
5.4 - Distinção	Em que medida a sequência fornece suporte para os estudantes distinguirem entre argumento e mera opinião?
5.5 - Fundamentação	Em que medida a sequência fornece suporte para que os estudantes fundamentem/justifiquem seus pontos de vista?
5.6 - Avaliação	Em que medida a sequência estimula questionamentos/avaliação em relação ao(s) critério(s) utilizados pelos estudantes para fundamentar seus argumentos?

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Eixo 06: Posicionamento

Busca avaliar se os estudantes são capazes de se posicionar criticamente, refletir e avaliar os conhecimentos, crenças, atitudes e valores em relação aos problemas socioambientais, agindo de modo independente de discursos e práticas autoritários,

desenvolvendo independência intelectual e autonomia pessoal; aspectos esses indicativos do desenvolvimento do letramento científico dos estudantes (HODSON, 2011).

Quadro 6 – Subcategorias referentes ao Eixo 06 “Posicionamento” e perguntas-chave para sua análise.

Subcategoria	Descrição
6.1 – Justificativa	Em que medida a sequência fornece condições para que os estudantes utilizem recursos para justificar seu ponto de vista?
6.2 – Avaliação de evidências	Em que medida a sequência fornece condições para os estudantes avaliarem evidências?
6.3 – Interrogar argumentos	Em que medida a sequência fornece condições para os estudantes interrogarem os argumentos de autoridade?
6.4 – Desenvolvimento de opiniões	Em que medida a sequência estimula para os estudantes desenvolverem opiniões independentes?
6.5 - Posicionamento	Em que medida a sequência estimula os estudantes se posicionarem diante da problemática, considerando diferentes pontos de vista?
6.6 – Tomada de decisões	Em que medida a sequência estimula os estudantes tomarem decisões conscientes e justificadas, com argumentos qualificados sobre suas decisões?
6.7 – Impacto das decisões	Em que medida a sequência estimula os estudantes refletirem sobre o impacto de suas decisões na mudança/manutenção de condutas para uma sociedade socioambientalmente mais responsável?
6.8 – Competências críticas	Em que medida a sequência fornece condições para os estudantes desenvolverem a competência de criticar os discursos que contribuem para as relações assimétricas de poder?

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Eixo 07: Análise de controvérsia

Busca trabalhar com o pensamento crítico através da percepção e da análise de diferentes perspectivas, como influências políticas, econômicas e científicas. Fazendo assim, com que o estudante busque possíveis soluções para a questão sociocientífica tratada, articulando as três dimensões: avaliação, julgamento e posicionamento (SADLER; ZEIDLER, 2004).

Quadro 7 – Subcategorias referentes ao Eixo 07 “Análise de controvérsia” e perguntas-chave para sua análise.

Subcategoria	Descrição
7.1 – Análise	Em que medida a sequência fornece condições para os estudantes analisarem a problemática sob diferentes perspectivas?
7.2 – Envolvimento	Em que medida a sequência estimula os estudantes a avaliarem e assumirem as responsabilidades pelas decisões tomadas?
7.3 – Plano de ação	Em que medida a sequência fornece condições para os estudantes desenvolverem algum plano de ação sociopolítica?

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Eixo 08: Resolução de problemas

Visa contribuir para a formação de cidadãos capazes de agir para a transformação em direção a uma sociedade mais socioambientalmente justa. Os estudantes precisam ser incentivados a se mobilizarem para a tomada de decisões, no desenvolvimento de ações sociopolíticas nos níveis individual e coletivo, e na busca por soluções (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Quadro 8 – Subcategorias referentes ao Eixo 08 “Resolução de problemas” e perguntas-chave para sua análise.

Subcategoria	Descrição
8.1 – Ação	Em que medida a sequência fornece condições para mobilização de ações sociopolíticas no nível individual/coletivo?

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Eixo 09: Compreensão sobre ciência

Visa desenvolver no estudante a compreensão da epistemologia do conhecimento científico (Natureza da ciência) e o entendimento da ciência como uma forma de conhecimento que sustenta tomadas de decisões, a partir de avaliações críticas das afirmações científicas (SADLER; ZEIDLER, 2004).

Quadro 9 – Subcategorias referentes ao Eixo 09 “Compreensão sobre ciência” e perguntas-chave para sua análise.

Subcategoria	Descrição
9.1 – Construtos da ciência	Em que medida a sequência aborda fatos históricos, conceitos e princípios científicos?
9.2 – Natureza da ciência	Em que medida a sequência aborda a construção do conhecimento científico e seus determinantes (natureza da ciência)?

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Eixo 10: Mobilização de dimensões CPA dos conteúdos

Visa o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes essenciais para uma formação integral para a cidadania a partir de relações entre objetivos associados às dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). O desenvolvimento dos estudantes é visto de forma cognitiva, comportamental e social (ZABALA, 1998).

Quadro 10 – Subcategorias referentes ao Eixo 10 “Mobilização de dimensões CPA dos conteúdos” e perguntas-chave para sua análise.

Subcategoria	Descrição
10.1 – Dimensão conceitual	Em que medida a sequência didática mobiliza a dimensão conceitual?
10.2 – Dimensão procedimental	Em que medida a sequência didática mobiliza a dimensão procedimental?
10.3 – Dimensão atitudinal	Em que medida a sequência didática mobiliza a dimensão atitudinal?

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Após o estabelecimento das subcategorias apresentadas nos quadros 1 a 10, foi criada uma representação em forma de decágono (vide Figura 3) que possibilitasse uma visão geral do mapeamento de cada SD. Essa representação foi elaborada com base no pentágono proposto por Dionor *et al.* (2020), mas, em lugar de representar os três níveis e classificá-los em graus de abrangência (abordagem simplificada, nível 1 de aprofundamento no tratamento do eixo na proposta de ensino; abordagem intermediária, nível 2 de aprofundamento no tratamento do eixo; e abordagem ampliada, nível 3 de aprofundamento no tratamento do eixo), todas as subcategorias associadas aos eixos foram retratadas a partir dos seus números, indicados nos quadros 1 ao 10.

A proposição do decágono a partir do aprimoramento da ferramenta proposta por Dionor *et al.* (2020) teve como objetivo atender ao duplo propósito de possibilitar uma análise mais refinada e minuciosa das SD, bem como uma orientação mais precisa com relação às características que uma proposta didática voltada para o *hot end* de Simonneaux (2014) precisaria atender. Portanto, ao ampliar as informações referentes a cada um dos eixos com a inclusão de subcategorias, nossa intenção foi capturar uma gama mais abrangente e detalhada de aspectos relacionados aos objetivos de ensino.



Esta obra foi licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

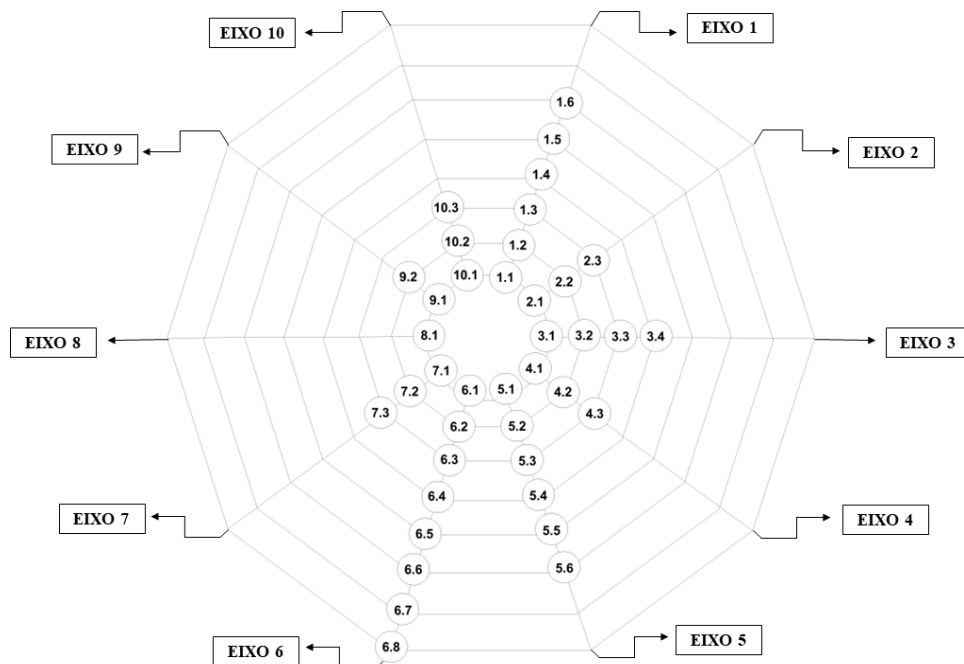


Figura 3 – Representação panorâmica para análise das sequências a partir dos dez eixos e suas subcategorias.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Com o intuito de garantir a validade e confiabilidade das análises e de minimizar as subjetividades do processo de análise, os documentos das SD produzidas pelos professores, os *links* de vídeos, reportagens e áudios incorporados, foram minuciosamente examinados por meio de leituras e revisões repetidas, num processo de triangulação entre fontes de dados (COHEN et al., 2011). As duas primeiras autoras deste trabalho conduziram uma análise detalhada das SD, a fim de identificar elementos *explícitos*, relacionados a cada uma das subcategorias dos eixos propostos. Em outras palavras, investigamos se nas SD haviam indícios, nos recursos previstos para serem destinados aos estudantes – perguntas, vídeos, reportagens, entre outros – da intenção dos professores de atender a um determinado objetivo CPA de ensino enunciado na proposta didática. Neste sentido, buscamos discutir nossas interpretações desses indícios nos recursos de que uma dada subcategoria era contemplada na SD.

Posteriormente a essa análise inicial, foram estabelecidas discussões em torno dos aspectos dissonantes na interpretação dos dados, com a participação da terceira autora. O intuito dessas discussões foi o de se chegar a um consenso quanto à presença ou ausência desses indícios nas SD. Sendo assim, o processo de caracterização foi revisado e refinado por meio da triangulação entre investigadores (COHEN et al., 2011).

A fim de dar visibilidade ao perfil das SD no mapeamento realizado nessa análise, os círculos associados a cada subcategoria na representação da figura 3 foram preenchidos com a cor cinza, enquanto aquelas não atendidas permaneceram em branco. Isso nos possibilitou uma avaliação geral das SD quanto aos eixos e aos elementos destes que foram contemplados nas propostas.

Resultados e discussões

Caracterização geral da Sequência Didática 1 (SD1)

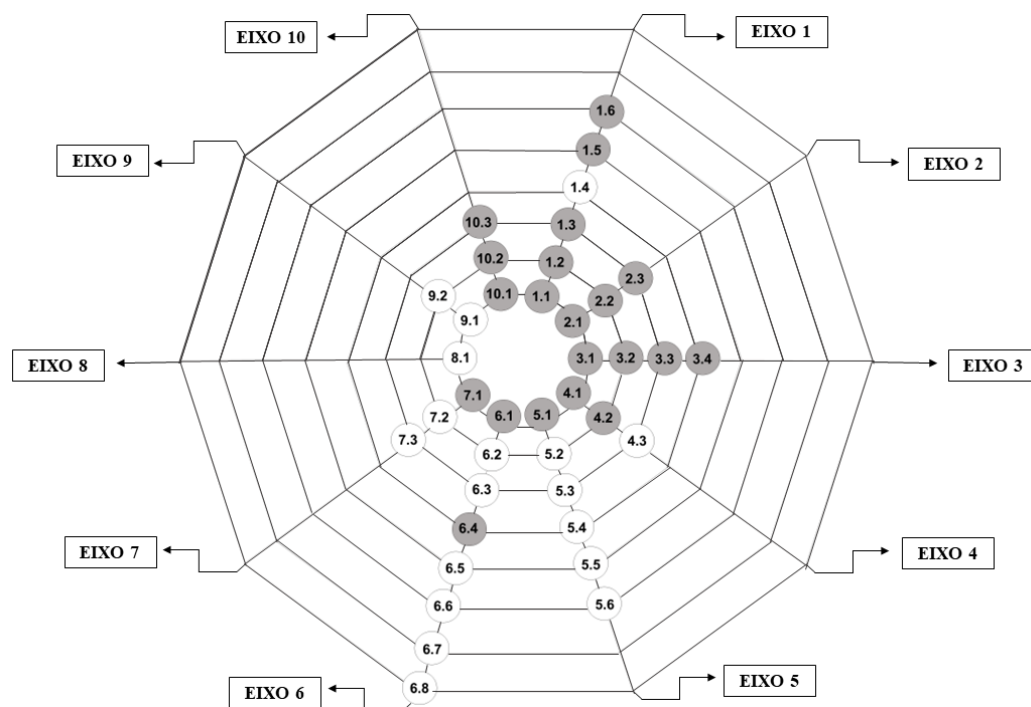


Figura 4 – Representação do mapeamento da SD1 “As consequências do rompimento da barragem de Fundão para a qualidade da água de abastecimento aos ribeirinhos do Rio Doce” a partir dos dez eixos analíticos e suas subcategorias.

Fonte: Elaborado pelas autoras

Consideramos que a SD1, por abordar uma problemática real com impactos tanto globais, quanto locais, os quais afetaram diretamente a comunidade da região do local de trabalho das autoras e seus estudantes, tem o potencial de motivar esses estudantes e outros estudantes a se engajarem com o tema. Isso porque, como apontado por Conrado e Nunes-Neto (2018), a conexão afetiva e emocional entre a controvérsia sociocientífica e o estudante é um fator essencial para seu engajamento na resolução do problema, pois os capacitam a perceberem-se como responsáveis diretos pela resolução ou mitigação dos problemas socioambientais atuais, promovendo, assim, uma aprendizagem significativa e um comprometimento ativo com questões sociais e científicas.

Dessa forma, foi possível verificar que os eixos 1, 2, 3 e 4 são bem contemplados, pois as autoras propuseram uma abordagem contextualizada, que se distancia de visões reducionistas da Educação CTSA, as quais tendem a se limitar à apresentação de exemplos cotidianos, sem problematizações, e que visam ilustrar a aplicabilidade de conceitos científicos. Mais especificamente, consideramos que estes eixos foram bem contemplados, pois na SD são propostas discussões acerca dos impactos do rompimento de uma barragem de rejeitos para diferentes organismos e para outras localidades afetadas que não apenas aquela

onde se deu o rompimento. As autoras também utilizaram uma linguagem adequada, apresentando textos e questões relacionadas: à importância da água, seus diferentes usos cotidianos e alertas para o desperdício; aos metais tóxicos presentes na água contaminada; aos danos ambientais e à população ribeirinha após o rompimento; e aos malefícios gerados à saúde da população, favorecendo, assim, que os estudantes possam compreender a relevância de se discutir a problemática e os conceitos envolvidos.

Outro aspecto importante que esta SD contempla é a criação de momentos propícios para que os estudantes exponham seus pontos de vista a partir de questões norteadoras em diferentes dimensões, como por exemplo: *“Quais atitudes os seres humanos podem desenvolver para preservar a qualidade da água?”*; *“como é a água na sua casa?”*; *“o que são rejeitos de mineração?”*, fazendo assim, com que eles possam perceber como a problemática afeta a comunidade local. A sequência também destaca a importância da educação científica quando problematiza acerca do porquê o Sr. Joaquim (personagem do caso) não poder mais pescar nem plantar em sua residência, possibilitando o reconhecimento de conceitos, princípios e fatos que embasam o assunto, por meio da compreensão da toxicidade de certos metais, por exemplo.

Destaca-se, nesse sentido, que a Educação CTSA busca uma maior contextualização e, conforme discutido por Penha (2012), a abordagem contextualizada visa permitir que os estudantes se apropriem dos conhecimentos de maneira crítica e significativa. Essa abordagem, de acordo com Wartha *et al.* (2013), deve ser o princípio orientador do ensino de Ciências, indo além de simples exemplificações cotidianas, sem explorar contextos conceituais mais amplos.

Entretanto, não observamos indícios de solicitações para que os estudantes avaliem as implicações e discutam as influências da ciência na sociedade e no ambiente e, por isso, inferimos que a proposta não contempla a subcategoria 1.4. Além disso, a subcategoria 4.3, concernente à possibilidade de os estudantes utilizarem os conhecimentos científicos, não foi contemplada nesta SD. A pouca atenção a esses aspectos no ensino pode desfavorecer processos de tomada de decisões e a mobilização de ações sociopolíticas e favorecer a consolidação de visões de ciência neutra e a serviço do bem.

É preciso abordar de forma explícita as inúmeras relações existentes entre a ciência e os aspectos tecnológicos em meio aos contextos econômicos, sociais, políticos etc., pois, assim, os professores podem levar os estudantes a perceberem como o desenvolvimento das teorias científicas afeta a maneira pela qual os indivíduos concebem a si mesmos, os problemas e suas soluções (SANTOS; MORTIMER, 2002).

A SD1 também deixou de abordar alguns outros aspectos que são importantes para o desenvolvimento de competências relevantes no contexto da abordagem de QSC. Em

específico, as competências de argumentação e posicionamento, referentes aos eixos 5 e 6, não foram tratadas com devido destaque e ênfase. No que diz respeito ao eixo 5, apenas a subcategoria 5.1 é contemplada, pois embora algumas das questões norteadoras incentivem os estudantes a expressarem seus pontos de vista – como por exemplo: *“O que deve ser feito para que a água do rejeito se torne própria para consumo novamente?”* ou *“Quais atitudes os seres humanos podem desenvolver para preservar a qualidade da água?”* –, não há questionamentos que levem a uma discussão sobre os diferentes posicionamentos.

Já no eixo 6, a SD confere condições propícias para que os estudantes justifiquem seus pontos de vista (subcategoria 6.1), pois são apresentados diversos dados sobre contaminação da água, do solo e os malefícios à saúde humana decorrentes dos rejeitos da barragem. É importante ressaltar que, embora não seja explicitamente solicitada a justificação de suas explicações, cabe ao professor, no momento de desenvolvimento da sequência, proporcionar esse direcionamento. Consideramos que a sequência também estimula o desenvolvimento de opiniões independentes (subcategoria 6.4), visto que, após a leitura de textos e/ou visualização de vídeos propostos, existe a solicitação para que os estudantes expressem suas próprias considerações. A título de exemplo, uma das questões norteadoras indaga: *“Além dos impactos na saúde humana, quais outros impactos o rompimento da barragem pode causar para a população?”*.

Ademais, os textos apresentados fornecem suporte para que tais pontos de vista sejam justificados pelos estudantes. No entanto, não há solicitações explícitas para que eles fundamentem seus argumentos com base nessas informações, tampouco, não se demanda que eles avaliem os critérios empregados nas explicações, isso pode desfavorecer o desenvolvimento de elementos centrais de uma educação científica que visa preparar os estudantes para avaliar e lidar com os impactos da ciência no cotidiano (NEWTON et al., 2000; MENDES, 2012).

É importante que as sequências proporcionem debates entre os pontos de vista apresentados, de modo a possibilitar a formulação de posicionamentos embasados em argumentos justificados e coerentes com base em evidências. É nesse processo de argumentação que se desenvolve a capacidade de articular as esferas social e científica, apropriando-se de noções e conceitos relevantes (LEWIS; LEACH, 2006; MENDONÇA; JUSTI, 2013).

A SD1 possibilita aos estudantes a oportunidade de analisar a problemática em diferentes perspectivas (social, ambiental, econômica), atendendo a subcategoria 7.1. Contudo, no eixo 7, a proposta não contempla momentos que visam fomentar a conscientização dos estudantes sobre suas responsabilidades frente à problemática e a elaboração de um plano de ação sociopolítica. Isso porque as questões apresentadas tendem a

focar nos debates sobre eventos passados e seus possíveis malefícios, incentivando discussões e reflexões sobre a contaminação da água e do solo e seus impactos na população, mas não solicitam que os estudantes se posicionem como agentes capazes de traçar estratégias para modificar a situação decorrente desses eventos.

De forma semelhante, quando é proposto que os estudantes criem cartazes contendo uma linha do tempo do rompimento da barragem, escolhendo uma das dimensões (ambiental, econômica ou social), além de desassociar as relações existentes na problemática, a SD1 não estimula o posicionamento e à tomada de decisões que essas reflexões precisam suscitar.

Pensar em soluções para a problemática por meio de ações sociopolíticas é um aspecto apontado como imprescindível por Santos e Mortimer (2001) se almejamos uma sociedade mais justa e preocupada com as questões socioambientais. Dessa forma, consideramos que o eixo 8, referente à resolução de problemas, não é contemplado, pois não há solicitação para que os estudantes desenvolvam ações sociopolíticas para a diminuição da contaminação das águas ou de problemas causados por tal contaminação, por exemplo.

Quanto ao eixo 9, a SD1 não abarca nenhuma das subcategorias elencadas, pois apesar de incentivar que os estudantes utilizem os conceitos científicos para embasar suas decisões, não lhes oferece a possibilidade de avaliar criticamente esses conceitos apresentados. Portanto, compreendemos também que, tal situação pode, inadvertidamente, retratar a ciência como a única solução para os problemas da sociedade, desconsiderando suas complexas relações com os contextos social, cultural e político, os quais se influenciam mutuamente (CACHAPUZ et al., 2005). Assim sendo, é imprescindível que os estudantes sejam oportunizados a compreender por que a ciência exerce influência e é influenciada (MOURA, 2014).

Ao deixar de contemplar a Natureza da ciência, a SD1 deixa de articular elementos históricos, filosóficos e sociológicos necessários para o entendimento do que realmente engloba a ciência, seu funcionamento intrínseco, o papel desempenhado pelos cientistas e as transformações da sociedade decorrentes dos avanços científicos. A abordagem da Natureza da ciência é entendida como um elo entre a cultura dos cientistas e a cultura escolar, por meio da qual os estudantes podem compreender a ciência como uma entidade provisória e construída coletivamente, na tentativa de explicar fenômenos naturais (REIS, 2004).

No que tange ao eixo 10, verifica-se uma abordagem abrangente, pois além de abarcar as dimensões conceituais – ao tratar, por exemplo, dos estados físicos da água, de processos de tratamento de água, da conceituação de metais tóxicos e suas influências nos organismos etc. – e procedimentais – contemplada nas solicitações de identificação de fontes de poluição, tipos de poluentes encontrados, no processo argumentativo e na confecção de cartazes –, atribuiu também relevância à dimensão atitudinal – buscando fomentar a conscientização dos

estudantes sobre importância da preservação dos leitos de rios e do tratamento de água e reflexões sobre ações que evitem a poluição das águas.

Isto é, além de conceitos e técnicas, se evidencia uma preocupação com o ensino de valores e um incentivo à reflexão sobre as consequências da problemática para diferentes organismos, aspecto essencial para formação de cidadãos capazes de se engajarem em ações sociopolíticas; por este motivo a dimensão atitudinal foi considerada, pois, apesar de não ser solicitada uma ação sociopolítica, de maneira explícita, a promoção de reflexão e conscientização é destacada (SADLER; ZEIDLER, 2004; PEDRETTI; NAZIR, 2011; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Caracterização geral da Sequência Didática 2 (SD2)

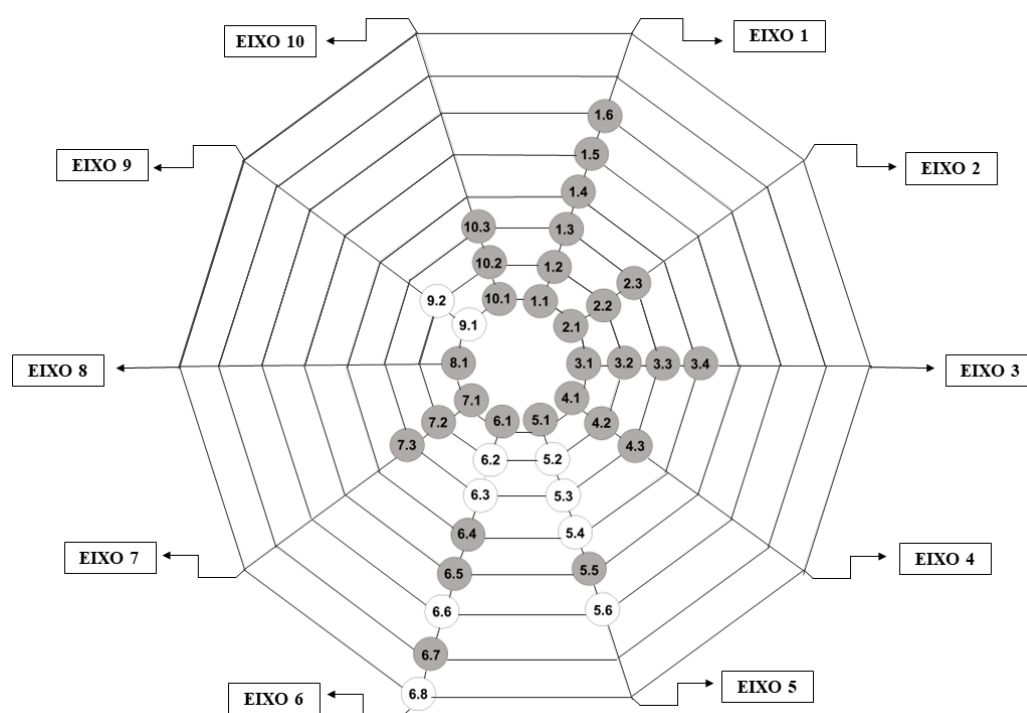


Figura 5 – Representação do mapeamento da SD2 “Fome e o desperdício” a partir dos dez eixos analíticos e suas subcategorias.

Fonte: Elaborado pelas autoras

A SD2 atende todas as subcategorias elencadas para os eixos 1, 2, 3 e 4, uma vez que, aborda um problema em que os estudantes possuem familiaridade, compreendem sua relevância e os impactos em diferentes perspectivas. A contradição que caracteriza a problemática, residente na combinação entre escassez e abundância de alimentos e materializada no contraste entre fome e desperdício, a qual foi agravada no período da pandemia da COVID-19, era amplamente sentida pelas pessoas e trazia à tona a necessidade de discussões sobre segurança alimentar e responsabilidade individual. Como discutido, o vínculo emocional entre a controvérsia sociocientífica é importante para incentivá-los a se envolver na resolução do problema. Essa ligação emocional pode contribuir para um

reconhecimento das relações CTSA e das influências de interesses e valores, por meio da abordagem da QSC (HODSON, 2004; 2011).

Em particular, entendemos que esses eixos são bem tratados, pois ao explorar a importância da educação científica e sua aplicação no cotidiano, ao apresentar processos de melhoramento genético em alimentos e a ocorrência de processos de deterioração dos alimentos e fomentar reflexões sobre interesses e valores relacionados à produção e à distribuição de alimentos a SD2 contribui para que os estudantes não apenas adquiram conhecimentos científicos, mas também sejam capazes de aplicar esses conhecimentos de forma crítica no mundo real (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Além disso, é solicitado que os estudantes sugiram intervenções às autoridades locais em relação ao descarte de alimentos deteriorados, o que requer a utilização de conhecimentos científicos que sustentem suas propostas de intervenção. Por exemplo, ao sugerir locais adequados para o descarte dos alimentos, é necessário considerar a proliferação de organismos que poderiam acarretar doenças para a população. Da mesma forma, ao propor a utilização desses alimentos para a adubação, é necessário analisar quais deles são adequados e porque outros não o são.

Já o eixo 5 recebe pouca ênfase, contemplando apenas as subcategorias 5.1 e 5.5. Por meio de informações, vídeos e questões, diferentes perspectivas são abordadas acerca da temática, o que proporciona aos estudantes oportunidades para expressarem seus pontos de vista. Além disso, são solicitadas fundamentações e justificativas para esses pontos de vista por meio de questões como: *“quais processos podem ser feitos para diminuir as perdas de alimentos na pós-colheita até chegar na mesa do consumidor?”*. Nesse contexto, os estudantes precisam, por meio de argumentos embasados, justificar suas escolhas.

Entretanto, a sequência não propicia momentos para que os estudantes possam distinguir argumentos de meras opiniões, como por exemplo, para que aprendam a discernir informações verdadeiras das falsas (*fake news*) e nem questionar os critérios utilizados para fundamentar os argumentos.

A SD2 aborda parcialmente o eixo 6, contendo momentos para que os estudantes possam, com base nas informações fornecidas em textos e mídias, justificar seus pontos de vista e se posicionem, refletindo sobre suas atitudes cotidianas. Um exemplo disso ocorre por meio do questionamento: *“Na sua opinião, os descartes têm sido feitos de maneira correta?”*, que busca que os estudantes avaliem suas próprias práticas de descarte de alimentos.

A partir de indagações como essa, busca-se estimular o posicionamento dos estudantes, de forma que eles possam se colocar diante do problema, expressar suas opiniões, identificar desafios e propor soluções. Esses momentos de discussão e exposição de opiniões são fundamentais para o desenvolvimento do pensamento crítico e fomentam a

participação ativa dos estudantes na construção coletiva do conhecimento. Além disso, permitem que os estudantes expressem suas perspectivas individuais, promovendo um ambiente propício para o diálogo e a reflexão sobre as questões relacionadas ao tema abordado.

No entanto, na SD 2 não são observadas solicitações para que os estudantes avaliem evidências e questionem discursos de autoridade, associadas ao objetivo de auxiliá-los a tomar decisões melhor fundamentadas em argumentos justificados. Esta lacuna, pode contribuir, em parte, para a perpetuação do poder hegemônico, que se apoia na baixa reflexão sobre diferentes caminhos de organização da sociedade.

Por ser relacionado à tomada de decisões, a não contemplação de certas subcategorias deste eixo pode limitar a contribuição da sequência no desenvolvimento das habilidades de comunicação dos estudantes, bem como ao estímulo do pensamento crítico diante de conteúdos que são compartilhados por eles (SANTOS; SCHNETZLER, 2010; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; PUIG, 2012; MENDONÇA; JUSTI, 2013).

No eixo 7, a sequência atende às três subcategorias elencadas. Identificamos nela elementos que possibilitam aos estudantes uma análise abrangente sobre questões como desperdício, fome, desigualdade social e biotecnologia para atender à solicitação de desenvolvimento de um texto dissertativo-argumentativo, que responda a seguinte questão: *“Para acabar com a fome no mundo, quais os possíveis desafios e soluções individuais e coletivas?”*. Além disso, a SD2 solicita aos estudantes que avaliem suas atitudes e assumam responsabilidades sobre elas, incluindo formas de melhorar o tratamento do lixo orgânico. Dessa forma, eles têm a possibilidade de compreender que suas atitudes podem ter influências negativas ou positivas na sociedade.

O eixo 8 também foi contemplado, pois é proposta uma intervenção junto às autoridades locais para solucionar o problema do descarte adequado de alimentos deteriorados. A contemplação destes eixos nos chama a atenção pela possibilidade oferecida pela sequência, na qual os estudantes são instigados a assumirem responsabilidade por suas decisões e ações. Concordamos com Santos e Mortimer (2001), ao reconhecerem a importância dos estudantes de terem a oportunidade de compreender que as problemáticas socioambientais são também uma preocupação pessoal.

Já no eixo 9, não há subcategorias contempladas, pois não observamos solicitações ou atividades destinadas à construção de entendimentos consistentes pelos estudantes sobre o que é ciência e como ela é praticada, suas interrelações com a tecnologia, com a sociedade e com o meio ambiente, as quais poderiam lhes fornecer melhores condições de se posicionar em situações que envolvam a ciência (CACHAPUZ et al., 2000; REIS, 2004).

Nesta SD, as três dimensões do conteúdo são mobilizadas, contemplando, deste modo, todo o eixo 10. A dimensão conceitual é atendida quando são abordados termos como alimentos transgênicos, orgânicos e híbridos e sobre os processos de deterioração de alimentos. Já a dimensão procedimental é atendida quando são solicitadas discussões de temas como a separação de resíduos, avaliação dos processos de deterioração dos alimentos e a preservação dos alimentos, bem como seus motivos.

Destaca-se aqui a dimensão atitudinal, que se manifesta através de diversos momentos reflexivos e do estímulo ao engajamento em ações sociopolíticas. Na proposta, foram observadas reflexões voltadas para a sustentabilidade (por exemplo, sobre as maneiras de descarte de alimentos) e para a conscientização (por exemplo, sobre a redução do desperdício de alimentos), bem como solicitações associadas à proposição de ações junto às autoridades locais para o descarte adequado de alimentos deteriorados. Iniciativas de ativismo como essa podem conduzir a transformações identitárias e contribuir para a formação de indivíduos que buscam justiça social e sustentabilidade ambiental, almejando melhorias para a sociedade (HODSON, 2004; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Para além disso, a dimensão ética poderia ser melhor abordada na sequência, por se tratar de uma temática que pode englobar discussões acerca de desigualdade e justiça. Dessa forma, assuntos como valores, moral e ética poderiam ser desenvolvidos, para uma análise ética e política das atividades científicas. De acordo com Conrado e Conrado (2016), o papel da ética neste contexto é a promoção de mudanças de hábitos, os quais não dependem apenas de conhecimento científico, mas também da aceitação de novos valores. Isso pode se dar a partir de questionamentos de como as atividades da ciência e tecnologia afetam a sociedade.

Neste sentido, seria relevante a abordagem da importância de políticas públicas de segurança alimentar e nutricional em nível nacional, políticas de incentivo à agricultura familiar e agroecologia, bancos de alimentos que combatem a fome, bem como realçar a relevância do Guia Alimentar para a População Brasileira, documento mundialmente reconhecido nas áreas de nutrição e saúde, o qual oferece diretrizes claras e baseadas em evidências científicas para promoção de hábitos alimentares saudáveis. Questões ético-políticas, como em torno do lobby de ultraprocessados, que visa priorizar e diminuir a taxa de impostos sobre esses produtos, constituem outro aspecto relevante a ser explorado na abordagem dessa QSC. Contudo, compreendemos que as autoras optaram por limitar a discussão a certos aspectos, devido ao seu objetivo principal, à extensão da SD e ao tempo necessário para o seu desenvolvimento.

Caracterização geral da Sequência Didática 3 (SD3)

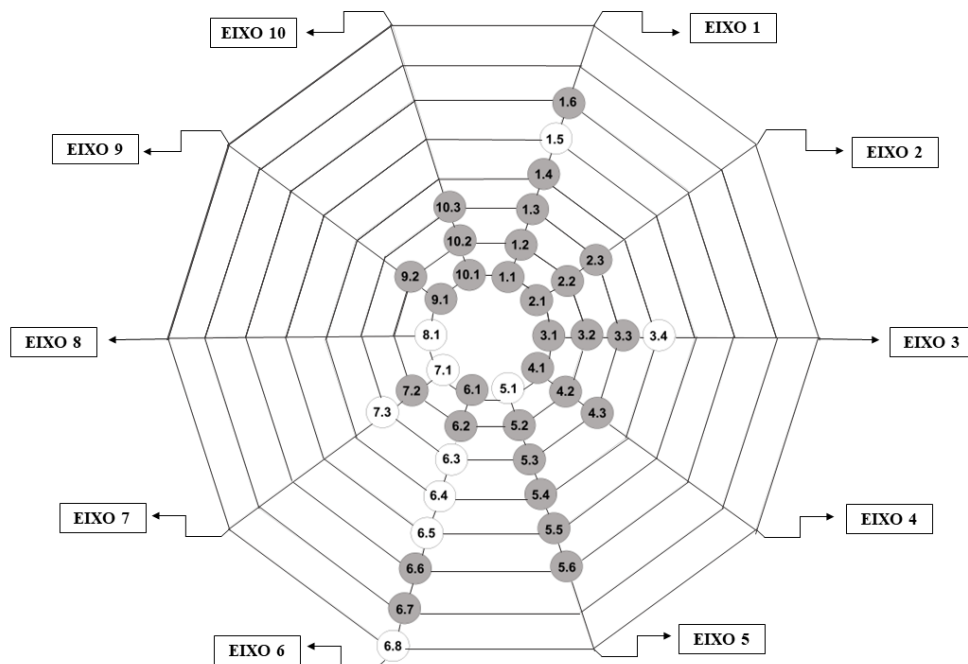


Figura 6 – Representação do mapeamento da SD3 “Verdade ou mentira: o álcool gel combate a Covid-19?” a partir dos dez eixos analíticos e suas subcategorias.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Na SD3, os eixos 1, 2 e 3 são abordados com destaque, pois a QSC se refere a problemas enfrentados durante a pandemia da Covid-19, apresenta também uma linguagem adequada e informações contidas em diferentes meios de comunicação *online*. Isso possibilita aos estudantes terem uma compreensão mais ampla acerca da problemática e permite que eles estabeleçam conexões com suas próprias vivências. Além disso, há a extrapolação do ambiente escolar, levando em consideração a reflexão sobre a influência que as notícias exercem na sociedade em geral.

Além disso, os autores buscam estabelecer um vínculo afetivo dos estudantes visando despertar o interesse deles para que assumam compromissos e percebam-se como agentes responsáveis para evitar a disseminação do vírus, bem como por analisar a aceitação e a propagação de notícias e aprender a utilizar os conhecimentos científicos de maneira adequada frente a essas questões. Um exemplo disso é a proposição de discussões sobre o uso do álcool 70% e seus benefícios e das razões pelas quais o vinagre não seria eficaz para esse fim.

Contudo, apesar da SD3 destacar a importância social do tema, a relevância da problemática e de estabelecer conexões com informações atualizadas, presentes na mídia, a subcategoria 1.5 não é contemplada, ou seja, discussões em torno de outras dimensões além da científica (como a política, a ambiental, a econômica, a ética, entre outras) não são fomentadas na proposta. Isto limita o enfoque para preocupações em evitar a propagação do vírus da Covid-19 por meio do uso de álcool 70% e para o combate à disseminação de notícias falsas, quando, para além disso, há debates sobre diversas questões socioeconômicas

que poderiam ser abordadas por meio da QSC, como o acesso a itens de higiene pessoal, máscaras e a importância do distanciamento social, entre outras medidas necessárias. Além disso, seria interessante explorar alternativas eficazes além do álcool, como a utilização de água e sabão para a lavagem das mãos. Promover discussões dessa natureza permitiria aos estudantes uma compreensão mais abrangente da complexidade e da natureza dinâmica das QSC em suas múltiplas interações (REIS, 2004).

À vista disso, consideramos que a subcategoria 3.4 também não foi atendida pela SD2, pois, conforme ressaltado por Reis (2004), o mero uso de temas controversos no ensino não garante, por si só, que os estudantes se engajem e exponham seus pontos de vista, sendo necessário empregar estratégias que estimulem o confronto de opiniões. Nesse sentido, a idealização de momentos nos quais os estudantes possam expressar seus pontos de vista em relação ao caso apresentado, pode favorecer debates acerca de questões como pobreza e desigualdade no desenvolvimento da SD em sala de aula.

As três subcategorias do eixo 4 foram contempladas, uma vez que a importância da educação científica é realçada na sequência. São propostas atividades que podem favorecer a compreensão dos estudantes sobre a eficácia do álcool 70% na prevenção do coronavírus, e que englobam debates sobre a verificação de fatos, aspectos que contribuem para o letramento científico daqueles.

A SD3 proporciona aos estudantes o entendimento de conceitos, como soluções, concentrações e misturas por meio das atividades e informações propostas. No final da SD, os estudantes são solicitados a criar publicações em redes sociais para conscientizar a população sobre o uso adequado do álcool 70%. Essa tarefa requer a aplicação dos conhecimentos científicos desenvolvidos no decorrer das discussões, portanto, os conceitos científicos abordados estabelecem uma clara relação com o contexto social que os estudantes estão inseridos, promovendo a valorização da ciência e sua influência na sociedade.

O eixo 5 (de argumentação) também é bem atendido, visto que requer que os estudantes proponham uma estratégia para comparar duas notícias distintas: um vídeo, no qual um autodidata em Química defende o emprego do vinagre em substituição ao álcool 70% para a prevenção da Covid-19 e uma notícia veiculada pela Fiocruz, que aborda os diversos tipos de álcool e suas finalidades. Para a promoção de habilidades argumentativas, caberá aos estudantes defenderem suas opiniões fundamentadas na verificação minuciosa dos fatos e dados extraídos dessas fontes, reconhecendo as inconsistências e contradições presentes para chegarem às suas próprias conclusões a respeito das informações.

Além disso, a SD3 proporciona um contexto propício para que os estudantes exponham seus entendimentos acerca de conceitos específicos, tais como soluções diluídas e concentradas, possibilitando ao professor identificar as crenças epistemológicas subjacentes.

Ademais, ao serem solicitados a emitir um parecer acerca da utilização adequada do álcool 70%, os estudantes têm a oportunidade de justificar e sustentar suas posições mediante a consideração dos conceitos químicos e bioquímicos relacionados à sua eficácia, bem como das reflexões acerca da confiabilidade das informações em pauta. Por fim, vale ressaltar que a SD3 também estimula a indagação acerca dos critérios utilizados para fundamentar os argumentos, ao fomentar a reflexão sobre os conceitos empregados e a validação das notícias apresentadas.

Entretanto, a subcategoria 5.1, a qual está relacionada à expressão dos pontos de vista dos estudantes, não é contemplada nesta sequência. Não há solicitações na SD para que os estudantes possam compartilhar seus pontos de vista, como, por exemplo, por meio de questões que visem a exposição de suas perspectivas. Para assegurar que os estudantes expressem e defendam suas ideias, é necessário empregar estratégias que suscitem o confronto de opiniões, sendo fundamental que, durante o desenvolvimento desta SD, os professores incluam momentos para que todos os estudantes possam expressar seus pontos de vista, promovendo assim um ambiente mais participativo e enriquecedor para o processo de aprendizagem.

Quanto ao eixo 6, a SD3 permite que os estudantes utilizem os conceitos científicos como base para fundamentar suas opiniões. Por exemplo, em atividades presentes na sequência, é solicitado aos estudantes que escolham um suco de laranja e uma das soluções de diferentes concentrações de permanganato de potássio dissolvido em água. Nesses casos, o emprego do conceito de concentração é importante para justificar suas escolhas. A SD também proporciona aos estudantes a oportunidade de avaliar evidências por meio de discussões acerca da problemática das *fake news* e da desinformação, no qual o intuito é questionar e compreender a identificação de fontes de informação e notícias confiáveis. As subcategorias relacionadas à tomada de decisões e seus impactos também são contempladas, visto que os estudantes são solicitados a discutir o uso do álcool e do vinagre na prevenção da Covid-19 e, posteriormente, fazer uma escolha e avaliar os impactos de suas decisões.

Por outro lado, o eixo 6 teve algumas subcategorias não atendidas. A SD3 não propõe momentos para que os estudantes questionem argumentos e expressem suas posições. Isso poderia limitar uma análise ampla da QSC, uma vez que para além da habilidade de expressar ideias e argumentar, os estudantes necessitam avaliar diferentes opiniões, indo além da noção de escolha entre uma opção ou outra. É preciso que eles se envolvam em debates para perceberem que há diversos conflitos envolvidos nos diferentes aspectos que permeiam uma QSC e que suas escolhas influenciam tais conflitos (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Com relação ao eixo 7, a sequência busca promover a conscientização dos estudantes e o envolvimento deles para que percebam como são responsáveis pelas decisões tomadas,

pensando-se nos impactos destas para a sociedade. Por exemplo, ao compartilharem notícias, é importante que avaliem sua veracidade e reflitam sobre como o fato de que, não desmentir uma notícia, pode prejudicar outros indivíduos. No entanto, apesar dessa demanda por reflexão e conscientização, a sequência não incentiva os estudantes a se posicionarem e desenvolverem um plano de ação (subcategoria 7.3), deixando de estimular a promoção de ações sociopolíticas. Além disso, assim como a subcategoria 1.5 (relacionada às discussões estabelecidas a partir de diferentes dimensões), a subcategoria 7.1 também fica comprometida, uma vez que a análise a partir de diferentes pontos de vista não é demandada.

Da mesma forma que não observamos na proposta solicitações para que os estudantes se posicionassem diante da problemática (ou de aspectos dessa), também não observamos nenhuma ação sociopolítica sendo fomentada na proposta e, por isso, consideramos que o eixo 8 não foi contemplado nela. A SD3 aborda apenas a conscientização sobre o uso do álcool, sem demandas para que os estudantes apontem possíveis soluções para aqueles que não têm acesso a esse recurso ou para que problematizem a importância da atenção que a população deve ter diante de notícias. Além disso, não são propostas situações para reflexão sobre como os órgãos responsáveis deveriam tomar medidas adequadas para combater e banir essas notícias, num movimento contrário ao do compartilhamento em massa e acrítico de informações que se propagou ainda mais na pandemia.

O eixo 9 teve todas as subcategorias contempladas na SD3, sendo a única sequência, entre as três analisadas, a abordar a Natureza da ciência, a partir de explicações relevantes sobre a ação do álcool na estrutura viral, a importância da concentração adequada do álcool e os perigos associados ao seu uso na forma líquida. Para enriquecer a discussão sobre a eficácia dessa concentração de álcool, a SD propõe a utilização de uma nota técnica elaborada por uma professora do Departamento de Farmácia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Portanto, o ensino de Natureza da ciência pode ser promovido, permitindo que os estudantes se familiarizem com as diversas facetas do conhecimento científico, o que contribui para melhorar a relação entre ciência e sociedade. Dessa forma, eles poderiam compreender os riscos envolvidos nas disputas sociocientíficas relacionadas à problemática em questão e participar de discussões e decisões embasadas (FREIRE, 2003 apud REIS, 2004).

Consideramos que o eixo 10 tem todas as suas subcategorias contempladas na SD3. A dimensão conceitual é abordada quando os estudantes têm a possibilidade de construir entendimentos sobre a estrutura do vírus e a ação do álcool 70% sobre ele, assim como conceitos de solução, concentrações e mecanismo de ação. A dimensão procedimental se manifesta no fomento à análise das fontes de notícias/pesquisas e na criação de mídias de conscientização sobre o uso adequado do álcool 70%.

Já com relação à dimensão atitudinal entendemos que, embora timidamente, ela foi considerada na proposição da SD3, porque são observados objetivos relacionados à promoção de reflexão e conscientização dos estudantes, o que, de acordo com Hodson (2013), são objetivos de importância e impactos significativos. No entanto, é válido destacar que não abordar as causas e agentes reais da problemática pode limitar a capacidade dos sujeitos de gerar mudanças sociais amplas e abrangentes (HODSON, 2013; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Comparativo geral das Sequências Didáticas

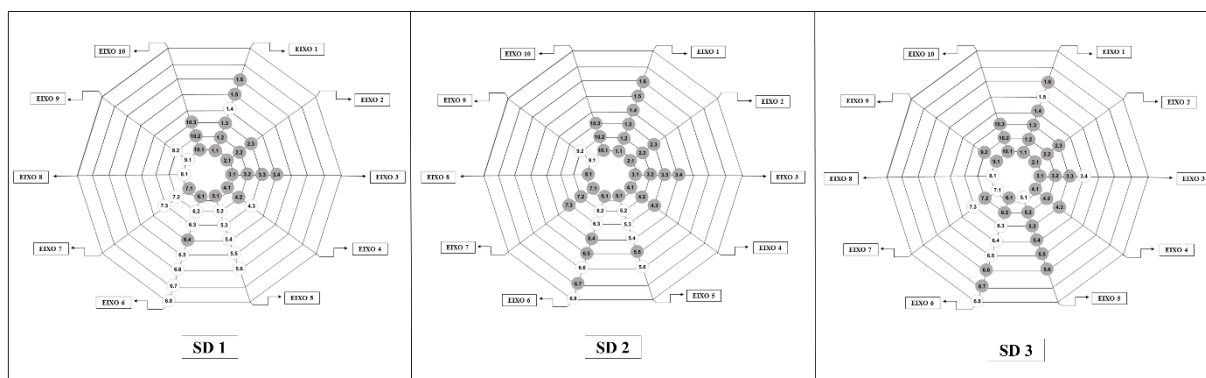


Figura 7 – Representação panorâmica das três SD analisadas.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Por meio de uma análise comparativa com base nas características mais gerais das três sequências, identificadas na representação panorâmica da Figura 7, é possível observar que os eixos 1, 2, 3 e 4 foram muito bem contemplados nas três SD. Embora as temáticas abordadas sejam distintas, todas apresentam problemáticas reais e pertinentes (eixo 1), que pode contribuir para despertar o interesse dos estudantes, facilitado pela sensibilização diante dessas problemáticas locais e globais e pelas informações veiculadas pela mídia (eixo 2). Esse vínculo estabelecido com a QSC (eixo 3) pode favorecer a compreensão de conceitos, princípios e fatos subjacentes ao problema e a percepção dos estudantes sobre a importância da educação científica e vislumbrem oportunidades de utilizarem tais conceitos (eixo 4).

É importante ressaltar que todas as sequências abordaram as três dimensões dos conteúdos de ensino, ainda que com ênfase variada em cada uma delas e que se tenha observado uma menor ênfase na perspectiva ética. Conforme mencionado por Conrado e Nunes-Neto (2018), em diferentes momentos do processo de ensino e aprendizagem, uma dimensão específica pode se destacar em relação às demais. Dessa forma, é natural que as sequências abordem as dimensões dos conteúdos de ensino de maneira diversificada, refletindo as diferentes demandas e objetivos de cada proposta.

Os professores-autores realizaram uma seleção cuidadosa dos conceitos científicos, visando proporcionar aos estudantes uma compreensão da relevância deles na fundamentação

das soluções propostas. Essa perspectiva reforça a importância de uma abordagem equilibrada e integrada, na qual os aspectos conceituais sejam adequadamente valorizados em conjunto com outras dimensões (CARVALHO *et al.*, 2020).

Todavia, observa-se que o eixo 6 não recebeu uma atenção adequada em nenhuma das SD. Embora todas elas proporcionem condições para que os estudantes justifiquem seus pontos de vista, isto é, todas elas abarquem a subcategoria 6.1, nenhuma delas oferece oportunidades para que eles possam criticar os argumentos de seus colegas e os discursos de diferentes sujeitos e entidades da sociedade, como indicado pelas subcategorias 6.3 e 6.8. Essa falta de abordagem pode limitar o desenvolvimento da capacidade crítica dos estudantes. Conforme destacado por Sasseron (2019), a crítica desempenha um papel essencial no avanço do conhecimento científico e constitui um elemento central no ensino de Ciências.

A escola possui um papel fundamental na criação de oportunidades que fomentem a exposição de ideias, possibilitando o surgimento de pensamentos divergentes, essenciais para a construção do conhecimento. A reflexão crítica, aliada à participação ativa no questionamento do *status quo* e à adoção de atitudes proativas, configura-se como exercício desse raciocínio crítico (YOUNG, 2007; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010; SASSERON, 2019).

Nota-se também que apenas a SD2 contemplou a subcategoria 6.5, a qual se refere ao posicionamento dos estudantes. Possivelmente, por essa razão, essa SD tenha também sido a única a contemplar de maneira mais abrangente o eixo 7 e a única a contemplar o eixo 8, os quais envolvem análise da problemática e mobilização de ações sociopolíticas. Isso ocorre porque, conforme apontado por Conrado e Nunes-Neto (2018), quando os estudantes têm oportunidades de expressar claramente seu posicionamento a respeito da QSC, eles são capazes de tomar decisões e propor ações socioambientalmente responsáveis.

Quanto aos eixos 5 e 9, pode-se observar que apenas a SD3 os abarcou bem. Isso pode ser explicado pelo objetivo central estabelecido pelos professores-autores, os quais visavam contestar uma notícia falsa. Dessa forma, os estudantes precisam se envolver em debates para distinguir entre argumentos e opiniões, permitindo-lhes estabelecer critérios sólidos para fundamentar suas explicações sobre as informações presentes na notícia (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010). Nesse processo, a compreensão dos conceitos científicos se torna essencial para que os estudantes compreendam as razões e as evidências que fundamentam a eficácia do álcool 70% na assepsia do corpo humano (CACHAPUZ *et al.*, 2000; REIS, 2004).

Pode-se perceber também que, as três SD contemplaram todas as subcategorias pertencentes ao eixo 10, o que implica na proposição de objetivos destinados à promoção de aprendizagens nas três dimensões do conteúdo: Conceitual, Procedimental e Atitudinal. Isso é

consonante com a perspectiva de Educação CTSA, que visa à formação integral dos sujeitos (cognitiva e moral) (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

De um modo geral, as três sequências apresentam características semelhantes, o que pode ser atribuído ao fato de todas terem sido elaboradas com base no modelo proposto por Conrado e Nunes-Neto (2018). No entanto, as diferenças observadas refletem a diversidade de contextos escolares e sociais, bem como os interesses e necessidades dos grupos de professores-autores, que se manifestaram nas problemáticas socioambientais selecionadas e nos objetivos de aprendizagem estabelecidos por eles em suas SD.

Além disso, a forma como o curso de formação continuada foi promovido também pode ter desempenhado um papel importante na abrangência dos eixos nas sequências elaboradas, uma vez que ele foi cuidadosamente planejado levando-se em consideração as demandas dos professores participantes e buscando proporcionar oportunidades de colaboração e aprendizagem (GALINDO; INFORSATO, 2016).

Ele foi idealizado a partir de objetivos claros, visando a ampliação, o aprofundamento e a melhoria das competências profissionais e pessoais dos participantes. Dessa forma, buscou-se discutir os processos de ensino e aprendizagem, embasados em práticas, falas, comportamentos e histórias dos professores participantes, levando-se em consideração seus tempos de aprendizagem e as condições das escolas. Isso permitiu momentos de aprofundamento, reflexões e discussões críticas entre os pares acerca das temáticas e atividades que foram propostas e trocas de experiências entre os professores e a equipe do curso, resultando em ajustes e adequações das SD, conforme necessário.

Considerações finais

Ao analisarmos as sequências, foi possível observar que elas contemplaram características importantes relacionadas aos eixos norteadores. Embora tratassem de temáticas distintas e possuísem objetivos específicos para cada contexto de ensino, todas apresentaram, de certo modo, similaridades em relação aos seus aspectos essenciais. Essas semelhanças incluíram, por exemplo: a contextualização das problemáticas, considerando-se o contexto escolar onde professores-autores atuavam; a discussão das relações CTSA; a abordagem das dimensões Conceitual, Procedimental e Atitudinal dos conteúdos.

Esses resultados indicam que as SD elaboradas pelos professores de Ciências no contexto do curso de formação continuada, embasadas no modelo de Conrado e Nunes-Neto (2018), estão mais próximas do *hot end* do que do *cold end* do *continuum* proposto por Simonneaux (2014). Identificamos nelas aspectos que explicitam objetivos voltados para a formação de cidadãos críticos, por meio do desenvolvimento de reflexões, argumentos e

posicionamentos fundamentados, os quais podem impactar na proposição de ações sociopolíticas pelos estudantes.

A SD 1, por exemplo, solicita aos estudantes a análise das consequências advindas do rompimento da barragem, como a contaminação por metais tóxicos prejudiciais ao ecossistema e à população ribeirinha. Essa solicitação demonstra a intencionalidade das professoras autoras em promover reflexões críticas que abrangem diversas dimensões através das quais a problemática necessita ser abordada, compreendendo o contexto para além do âmbito conceitual. Na SD2, nos foi possível perceber que, por meio de discussões sobre desperdício, desigualdade social e biotecnologia, as professoras autoras buscaram como propósito central, a elaboração de posicionamentos. As questões norteadoras permitem aos estudantes assumirem responsabilidade por suas decisões, contemplando os desafios e soluções tanto individuais quanto coletivos para combater a fome global, além de encorajá-los a mobilizarem uma intervenção junto às autoridades locais, visando um plano para o descarte correto de alimentos. Já a SD3, centrada na argumentação em torno da eficiência do álcool na análise da confiabilidade de notícias sobre o assunto, fundamentada em conceitos químicos, bioquímicos e na veracidade das informações, evidencia propósitos centrais relacionados ao desenvolvimento de habilidades argumentativas e de pensamento crítico pelos estudantes.

A caracterização dessas SD, detalhadamente discutida na seção de resultados deste trabalho, nos possibilita afirmar que os objetivos dos professores de Ciências que as propuseram, ainda de forma embrionária, são coerentes com uma visão de letramento científico crítico, que entende que ensinar Ciências implica em promover a formação de estudantes responsáveis e capazes de dialogar criticamente nas diferentes esferas públicas e de *agir* por um mundo mais justo socioambientalmente (CONRADO, 2017).

Ao considerar as três dimensões de conteúdo os professores não menosprezaram a importância da compreensão dos conceitos, dos processos e produtos da ciência; ao contrário buscaram deixar claro suas intenções de, apoiados neles, promover um ambiente argumentativo e suscitar reflexões, discussões e posicionamentos sobre as implicações sociais, políticas e éticas da ciência e da tecnologia. Em outras palavras, eles buscaram, intencionalmente, idealizar ocasiões em suas propostas para que os estudantes possam questionar, desafiar e agir de maneira crítica e consciente.

Isso nos permite afirmar que o uso dessa ferramenta que criamos, aliada ao modelo proposto por Contado e Nunes-Neto (2018), além de mapear pode também contribuir para orientar a elaboração de propostas fundamentadas em QSC voltadas para a integração entre o ensino de Ciências e a formação de estudantes críticos e preparados para enfrentar os desafios e os dilemas da sociedade contemporânea.

Entretanto, reconhecendo as limitações desse trabalho de caracterização das propostas em lidar com as especificidades e com a complexidade dos contextos educativos, consideramos também a necessidade de pesquisas que busquem investigar: como essas propostas didáticas são desenvolvidas em contextos de ensino? como se dá a promoção desses objetivos nesses contextos? quais objetivos de aprendizagem são promovidos, suprimidos ou alterados neles? quais as razões para isso? Isso porque um objetivo de ensino, por melhor que seja, só pode ser alcançado, modificado ou suprimido nas relações sociais produzidas pelos sujeitos em atividades socioculturais como as que ocorrem em salas de aula (ROGOFF, 2003). Não menos relevante, seria a condução de uma investigação sobre a distribuição de cada uma das dimensões CPA nas SD e de como essa distribuição impacta o processo de ensino e aprendizagem.

Referências

ANDRADE, M. M. *Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas*. São Paulo: Atlas, 2002.

BENCZE, L. S. A framework prioritizing altruistic actions to address socioscientific issues. In: BENCZE, J. L. (Org.) *Science and technology education promoting wellbeing for individuals, societies and environments*. Toronto: Dordrecht: Springer, 2017. p. 19-45.

BONFIM, C. S.; STRIEDER, R. B.; MACHADO, P. F. L. Articulações entre Educação CTS e Natureza da Ciência na Pesquisa em Educação em Ciências. *ALEXANDRIA: REVISTA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA*, v. 15, n. 2, p. 307-333, nov. 2022.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ D.; CARVALHO A. M. P.; PRAIA J.; VILCHES A. *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A.; PRAIA J.; PAIXÃO F.; MARTINS I. Uma visão sobre o ensino das ciências no pós-mudança conceptual: Contributos para a formação de professores. *Inovação*, v. 13, n. 2-3, p. 117-137, 2000.

CANZONIERI, A.M. *Metodologia da pesquisa qualitativa na saúde*. Petrópolis: Vozes, 2010.

CARVALHO, I. N.; EL-HANI, C. N.; NUNES-NETO, N. How should we select conceptual content for biology high school curricula? *Science & Education*, v. 29, n. 3, p. 513-547, 2020.

CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 1, n. 1, p. 67-100, 2011.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. *Research Methods in Education*. London: Routledge, 2011.

CONRADO, D. M. *Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico*. Tese de doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências – Universidade Federal de Feira de Santana, 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 Pesquisa Qualitativa*, [S. l.], v. 4, n. 5, p. 218–231, 2016.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: EDUFBA, 2018.

DIONOR, G.; CONRADO, D.; MARTINS, L.; NUNES-NETO, N. Avaliando Propostas de Ensino Baseadas em Questões Sociocientíficas: Reflexões e Perspectivas para Ciências no Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência*, v. 20, p. 429-464, jul. 2020.

DUSCHL, R.A.; OSBORNE, J. Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, v. 38, n. 1, p. 39-72, mar. 2002.

GALINDO, C. J.; INFORSATO, E. C. Formação continuada de professores: impasses, contextos e perspectivas. *Revista online de Política e Gestão Educacional*, v. 20, n. 3, p. 463-477, dez. 2016.

HODSON, D. Going Beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. *The Science Education Review*, v. 3, n. 1, p. 2-7, 2004.

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

HODSON, D. Don't Be Nervous, Don't Be Flustered, Don't Be Scared. Be Prepared. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education*, v. 13, n. 4, p. 313-331, out. 2013.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. 10 Ideas clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas. *Educatio Siglo XXI*, v. 29, n. 1, p. 363-366, 2010.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in science education: An overview. In: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (Org.) *Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008. p. 3-27.

JIMÉNEZ-ALEXAIDRE. M. P.; PUIG, B. *Argumentation evidence evaluation and critical thinking. Second international handbook of Science education*. Dordrecht: Springer, 2012.

KERCKHOFF, A. S.; REIS, G. Responsible Stewards of the Earth: narratives of youth activism in high school (science). In: BENCZE, L.; ALSOP, S. (Orgs.) *Activist science and technology education*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014, p. 465-476.

LEWIS, J.; LEACH, J. Discussion of Socio-scientific Issues: The role of science knowledge. International. *Journal of Science Education*, v. 28, n.11, p. 1267–1287, fev. 2006.

LIMA, A. M. *Análise do desenvolvimento de aprendizagens nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal em uma sequência didática sobre o uso de agroquímicos fundamentada na modelagem analógica*. Dissertação de mestrado em Educação – Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2019.

MENDES, M. R. M. *A argumentação em discussões sociocientíficas: o contexto e o discurso*. Tese de doutorado em Educação – Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

- MENDONÇA, P. C. C.; IBRAIM, S. S. Argumentação no ensino de química. In: MALDANER, A. O.; MACHADO, P. F. L.; SANTOS, W. L. P. (Org.) *Ensino de Química em Foco*. Rio Grande do Sul: Unijuí, 2019. p. 217- 235.
- MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Ensino-aprendizagem de ciências e argumentação: discussões e questões atuais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 1, p. 187-216, maio 2013.
- MOURA, B. A. O que é Natureza da ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência. *Revista Brasileira da Ciência*, v. 7, n. 1, p. 32-46, jun. 2014.
- OLIVEIRA, T.; MOZZER, N.; NUNES-NETO, N. Um olhar sobre a noção de saberes docentes na abordagem de Questões Sociocientíficas por professores de Ciências. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, 2021. Anais. [...]. online, 2021, p. 1-7.
- PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE education: mapping a complex field, 40 Years On. *Science Education*, v. 95, n. 4, p. 601-626, jan. 2011.
- PENHA, S. P. *Atividades sociocientíficas em sala de aula de física: As argumentações dos estudantes*. Tese de doutorado em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- REIS, P. *Controvérsias sociocientíficas: Discutir ou não discutir? Percursos de Aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida*. Tese de doutorado em Educação – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004.
- ROGOFF, B. *The cultural nature of human development*. New York: Oxford University Press, 2003.
- SADLER, T. D. Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 41, n. 5, p. 513–536, abr. 2004.
- SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, v. 88, n.1, p.4-27, dez. 2004.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência e Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, fev. 2001.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 110-132, dez. 2002.
- SASSERON, L. H. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 25, n. 3, p. 563-567, out. 2019.
- SCHNETZLER, R. P.; SANTOS, W. L. P. dos. *Educação em Química: Compromisso com a Cidadania*. Porto Alegre: UNIJUI, 2010.
- SIMONNEAUX, L. From Promoting the Techno-Sciences to Activism – A Variety of Objectives Involved in the Teaching of SSIs. In: ASLOP, S.; BENCZE, L. (Org.) *Activist Science and Technology Education*. Canadá: Springer, 2014. p. 99–111.
- WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.S.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 84-91, maio 2013.

YOUNG, M. Para que servem as escolas? *Educação e Sociedade*, v. 28, n. 101, p. 1287-1302, dez. 2007.

ZABALA, A. *La práctica educativa. Cómo enseñar*. Barcelona: Graó Serie Pedagogía, 1998.

ZEIDLER, D. et al. Beyond STS: A Research-based Framework for Socioscientific Issues Education, *Science Education*, v. 89, n. 3, p.357–377, mar. 2005.

SOBRE OS AUTORES

MARIA STELA VILAS BOAS. Licenciada em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto (2023) e mestranda do programa de pós-graduação em química da Universidade Federal de Ouro Preto.

BÁRBARA ALICE PIEDADE DOS SANTOS. Graduada em Química Licenciatura pela Universidade Federal de Ouro Preto (2021), mestranda em Educação na mesma instituição

NILMARA BRAGA MOZZER. Licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (2004), Mestre e Doutora em Educação (linha de pesquisa Educação e Ciências) pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. Doutorado Sanduiche nas Universidades Paris VII e Paris VIII (França). Professora do curso de Química Licenciatura e do Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto. Coordenadora do grupo de pesquisa Práticas Científicas e Epistêmicas na Educação em Ciências (UFOP) e membro do grupo de pesquisa REAGIR - Modelagem e Educação em Ciências (UFMG). Experiência na área de Ensino de Química, atuando principalmente nos temas: analogias, raciocínio analógico, modelos e modelagem no ensino de ciências, questões sociocientíficas e formação de professores.

NOTAS DE AUTORIA

Maria Stela Vilas Boas

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4170-4577>

Filiação institucional: Departamento de Química, Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, Brasil, 3540-000 - E-mail da instituição: ppgquimica.iceb@ufop.edu.br

E-mail da autora: maria.boas@aluno.ufop.edu.br

Bárbara Alice Piedade dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5026-9564>

Filiação institucional: Departamento de Educação, Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, MG, Brasil, 35420-000– E-mail da instituição: posedu.ichs@ufop.edu.br

E-mail da autora: barbara.piedade@aluno.ufop.edu.br

Nilmara Braga Mozzer

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2060-7964>

Filiação institucional: Departamento de Química, Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, Brasil, 3540-000 - E-mail da instituição: dequi@ufop.edu.br

E-mail da autora: nilmara@ufop.edu.br

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Pró-reitoria de Extensão e Cultura da UFOP.

Como citar esse artigo de acordo com as normas da ABNT

VILAS BOAS, M. S.; SANTOS, B. A. P.; MOZZER, N. B. Uma ferramenta para orientar e mapear sequências didáticas fundamentadas em questões sociocientíficas. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v. 17, p. 1-36, 2024.

Contribuição de autoria

Maria Stela Vilas Boas: concepção, análise de dados, elaboração do manuscrito, redação, discussão de resultados.

Bárbara Alice Piedade dos Santos: concepção, coleta de dados, análise de dados, elaboração do manuscrito, redação, discussão de resultados.

Nilmara Braga Mozzer: concepção, coleta de dados, análise de dados, elaboração do manuscrito, redação, discussão de resultados.

Financiamento

CNPq: equipamentos e materiais de consumo e bibliográfico (Processo: 403042/2021-6)

FAPEMIG: bolsa de mestrado, equipamentos, materiais de consumo e bibliográfico (Processo: APQ-00953-22)

PROEX-UFOP: bolsa de extensão (não se aplica).

Consentimento de uso de imagem

Não se aplica

Aprovação de comitê de ética em pesquisa

Aprovado pelo comitê de ética, parecer consubstanciado do CEP de número 4.626.322, 02/04/2021.

Conflito de interesses

Não se aplica.

Licença de uso

Os/as autores/as cedem à *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia* os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution \(CC BY\) 4.0 International](#). Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

Publisher

Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Publicação no [Portal de Periódicos UFSC](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus/suas autores/as, não representando, necessariamente, a opinião dos/as editores/as ou da universidade.

Histórico

Recebido: 29 de setembro de 2023

Revisado: 25 de abril de 2024

Aceito: 05 de julho de 2024

Publicado: 15 de outubro de 2024