

Análise investigativa de Questões Sociocientíficas sobre a temática da água em processo formativo no Ensino de Ciências

Investigative Analysis of Socioscientific Issues Related to Water in a Teacher Education Process in Science Education

Aleson da Silva Fonseca ^a, Ivaneide Alves Soares da Costa ^b

^a Departamento de Práticas Educacionais e Currículo, Centro de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Brasil; ^b Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Brasil;

Resumo. As Questões Sociocientíficas (QSC) têm se consolidado como campo de investigação no Ensino de Ciências por favorecerem a problematização de temas socialmente relevantes que articulam ciência, valores e dimensões socioambientais. Entre esses temas, a água destaca-se pela centralidade nos debates contemporâneos sobre sustentabilidade. Apesar dos avanços teóricos, observa-se uma lacuna na literatura quanto à análise de propostas de ensino elaboradas por professores em contextos formativos, especialmente no que se refere à incorporação de problemas sociocientíficos autênticos. Objetivou-se analisar sequências de ensino fundamentadas em QSC relacionadas à temática da água, produzidas por professores de Ciências e Biologia participantes de um curso de formação pedagógica. A pesquisa qualitativa e documental envolveu 107 docentes em formação inicial e continuada, desenvolvida em três etapas formativas, que resultaram na elaboração de 21 sequências. Os dados foram submetidos à análise de conteúdo, considerando categorias e eixos definidos por uma ferramenta analítica específica para QSC. Os resultados indicaram a predominância de abordagens intermediárias, evidenciando potencialidades na articulação entre dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como limitações na formulação de problemas investigativos e no protagonismo discente. Conclui-se que formações docentes orientadas por QSC contribuem para o letramento científico e evidenciam desafios persistentes no ensino da temática da água.

Palavras-chave:

Questões
Sociocientíficas,
Educação CTSA,
Letramento Científico,
Ensino por
Investigação.

Submetido em

11/01/2025

Aceito em

18/12/2025

Publicado em

22/12/2025

Abstract. Socioscientific Issues (SSI) have been consolidating as a field of research in Science Education by fostering the problematization of socially relevant topics that articulate science, values, and socio-environmental dimensions. Among these topics, water stands out due to its centrality in contemporary debates on sustainability. Despite theoretical advances, a gap remains in the literature regarding the analysis of teaching proposals developed by teachers in educational contexts, particularly concerning the incorporation of authentic socioscientific problems. This study aimed to analyze teaching sequences grounded in SSI related to the theme of water, produced by Science and Biology teachers participating in a pedagogical training course. The qualitative and documentary research involved 107 teachers in initial and continuing education and was developed in three training stages, resulting in the elaboration of 21 teaching sequences. Data were subjected to content analysis, considering categories and axes defined by an analytical tool specific to SSI. The results indicated the predominance of intermediate approaches, revealing potentialities in the articulation of conceptual, procedural, and attitudinal dimensions, as well as limitations in the formulation of investigative problems and in student protagonism. It is concluded that teacher education oriented by SSI contributes to scientific literacy while also revealing persistent challenges in teaching the theme of water.

Keywords:

Socioscientific Issues,
STSE Education,
Scientific Literacy,
Inquiry-based
Teaching.

Introdução

A abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) tem se consolidado como uma vertente importante no campo do Ensino de Ciências, especialmente por favorecer a articulação entre conhecimento científico e aspectos sociais, valores ético-morais e participação cidadã (Lima-de-Jesus; Carvalho & Orquiza-de-Carvalho, 2025). Diversos estudos apontam que o trabalho com QSC na formação de professores e estudantes contribui para a problematização crítica do conteúdo escolar, deslocando o foco da simples transmissão conceitual para a análise de dilemas reais que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente CTSA) (Ratcliffe & Grace, 2003; Reis, 2013; Conrado & Nunes-Neto, 2018; Zeidler, 2014). Nessa perspectiva, as QSC assumem um papel formativo ao promover o desenvolvimento do pensamento crítico e da argumentação, elementos centrais para o letramento científico e para a tomada de decisão informada em contextos socialmente controversos (Martínez-Pérez, 2012).

A incorporação das QSC no ensino de Ciências tem sua origem no movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), do qual carrega o compromisso de contextualizar o conhecimento científico e tecnológico de modo indissociável com os possíveis impactos sociais e implicações ambientais do contexto em que se insere. Entretanto, o uso de QSC amplia essa perspectiva ao incorporar, de maneira mais evidente, os dilemas ético-morais e sociopolíticos associados às inovações tecnocientíficas (Reis, 2013; Conrado & Nunes-Neto, 2018; Zeidler, 2014). Assim, enquanto a Educação CTSA busca integrar ciência e sociedade de maneira crítica e interdisciplinar, o enfoque das QSC propõe a problematização de questões controversas, exigindo do estudante a construção de argumentos fundamentados e a tomada de decisões informadas sobre problemas reais da contemporaneidade (Orquiza-de-Carvalho; Gonçalves & Chapani, 2021).

Conrado e Nunes-Neto (2018), ao discutirem o currículo escolar, ressaltam que o uso das QSC, por estarem ancoradas em problemáticas reais do cotidiano, promove o envolvimento dos estudantes com questões relacionadas à Natureza da Ciência (NdC), especialmente pelo entendimento de como o conhecimento científico é constituído, validado, aplicado e como ele sofre influências da dinâmica socioeconômica e histórica da sociedade. Portanto, o trabalho com essa abordagem didática contribui significativamente para o desenvolvimento de habilidades de argumentação, análise crítica de evidências científicas e tomada de posição informada. De acordo com Santos (2007), o letramento científico, é encarada como uma prática social que requer a ação e reflexão constante para mobilizar saberes do campo científico para interpretar situações conflituosas da realidade, saber argumentar e agir de forma ética frente aos problemas reais. Isso representa aspectos essenciais para a formação cidadã e para o exercício da cidadania, uma vez que a aprendizagem deixa de se restringir à mera memorização de conceitos e passa a estimular ponderações epistêmicas e não epistêmicas para proposição de ações sociopolíticas (Lima-de-Jesus et al., 2025).

Ao considerar as dimensões práticas do ensino interdisciplinar, destacam-se as características do ensino baseado em metodologias ativas, associadas as atividades de caráter temático-investigativo, a exemplo dos Três Momentos Pedagógicos, que podem se articular com as QSC. Para isso, se faz necessário um bom planejamento pedagógico, no intuito de oportunizar vivências formativas por meio de atividades potencialmente significativas. Nessa

interface, alguns desafios que emergem desse processo de articulação entre QSC e ensino temático-investigativo é a escolha de objetos de conhecimento que sejam do interesse dos estudantes e que faça parte do seu contexto social. Além disso, diferentes estudos apontam fragilidades na formação inicial e continuada de professores de Ciências, principalmente sobre a apropriação teórico-metodológica essencial para o desenvolvimento de práticas formativas fundamentadas na educação CTSA e na abordagem de QSC (Fonseca, 2021; Martínez-Pérez, 2012; Conrado & Nunes-Neto, 2018). Dessa forma, é fundamental que os cursos de formação docente promovam o domínio conceitual e procedural das QSC por meio de estratégias didáticas que favoreçam a problematização e o estímulo à argumentação.

Em relação a esses desafios, a temática da água se apresenta como unidade curricular que pode servir como um tema gerador no ensino e aprendizagem em Ciências, uma vez que apresenta dimensões que retratam conceitos da sustentabilidade, se constitui enquanto uma demanda emergente para o enfrentamento do equacionamento das problemáticas hídricas que estão em curso, possibilita a discussão da governança hídrica sob a perspectiva dos diferentes atores sociais, tem potencial para estimular a participação dos estudantes em processos de tomada de decisão descentralizada e equitativa para garantir água em quantidade e qualidade para esta e as próximas gerações por meio de ações sociopolíticas para o uso sustentável desse recurso natural (Soares *et al.*, 2020). Isso se deve a sua importância para manutenção da vida no planeta e ao seu valor socioambiental. Esse nível de relevância se traduz em ações normativas, como é o caso, por exemplo, da Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997). Tal instrumento jurídico prevê e orienta à tomada de decisão para um melhor gerenciamento desse recurso natural, garantindo água em quantidade e qualidade necessária à população, sobretudo, por representar um marco legal que reconhece a água como um patrimônio público, finito e dotado de valor econômico, o que se destaca na relevância de uma gestão descentralizada e da participação ativa da coletividade em sua preservação e uso responsável.

O aspecto da democratização nos processos decisórios referente aos recursos hídricos, prevista nesse dispositivo normativo, está alinhada a um importante objetivo da educação nacional brasileira, que é promover uma formação que garanta o pleno desenvolvimento pessoal, preparando os indivíduos para o exercício da cidadania (Brasil, 1996). Assim, temáticas como essa, além de serem essenciais no âmbito do ensino de Ciências e Biologia, também representam uma importante questão ambiental.

Nessa discussão, Porto-Gonçalves (2016, p. 139) acrescenta:

Verifica-se que a questão ambiental não pode ser reduzida ao campo específico das ciências da natureza ou das ciências humanas. Ela evoca diversos campos do saber, pois a questão ambiental, na verdade, diz respeito ao modo como a sociedade se relaciona com a natureza. Estão aí implicadas, portanto, as relações sociais e as complexas relações entre o mundo físico-químico e o mundo orgânico. Nenhuma área de conhecimento específico tem competência, pois, para decidir sobre ela, embora, muitos tenham com que contribuir [...] A questão ambiental é, assim, mais que um campo interdisciplinar, pois nela se entrecruzam o conhecimento técnico-científico; as normas e valores; o estético-cultural, regidos por razões diferenciadas, porém não dicotômicas.

A perspectiva de Porto-Gonçalves (2016) ajuda a entender que a questão ambiental está intrinsecamente relacionada aos impactos da globalização neoliberal, que estabelece padrões de comportamento social insustentáveis. A complexidade desse tema emerge, sobretudo, da interação entre sociedade e natureza. Nesse contexto, as concepções humanas acerca dos elementos naturais estão marcadas por uma lógica de dominação e por uma confiança excessivamente otimista na capacidade da tecnologia de resolver os graves desafios que enfrentamos atualmente. No entanto, sabe-se que os artefatos tecnocientíficos carregam as contradições da sociedade que o constituiu, evidenciando um cenário permeado de aspectos sociocientíficos notáveis para problematização no ensino de Ciências e Biologia.

Conforme se pode notar, é fundamental refletir sobre os aspectos relacionados à governança hídrica, cujo caminho formativo pode ser estimulado por meio de processos educacionais críticos e engajadores, como é o caso das QSC (Conrado & Nunes-Neto, 2018). Para que isso seja efetivado, é essencial que a comunidade civil exerça sua cidadania de forma ativa, especialmente em questões relacionadas à qualidade da água, um aspecto diretamente impactado pelo gerenciamento inadequado desse recurso (Fonseca, 2021). Desse modo, o tema “água” no contexto escolar possui um grande potencial para abordar questões socioambientais que envolvem dimensões éticas, filosóficas e políticas, que não se limitam a soluções práticas nem podem ser resolvidas exclusivamente por meio de recursos técnicos (Porto-Gonçalves, 2016).

Por conseguinte, a questão hídrica deve ser compreendida como um tema crucial, capaz de integrar diferentes áreas do conhecimento para fomentar debates teóricos. Além disso, possui o potencial de impulsionar a mobilização social e promover uma reorganização coletiva, apoiada no letramento científico e na tomada consciente de decisões no âmbito da sustentabilidade (Fonseca, 2021). Por sua vez, isso exige que as práticas de formação de professores de Ciências e Biologia sejam revistas no sentido de assegurar o entendimento de metodologias e abordagens didáticas que promovam esses objetivos formativos, as quais são indispensáveis no mundo contemporâneo, marcado por discussões dessa natureza.

Com base nessa exposição, o presente artigo visa responder a seguinte indagação: Em que medida as sequências de ensino elaboradas por professores de Ciências e Biologia, no contexto de um curso de formação fundamentado na abordagem de QSC e no ensino temático-investigativo sobre a temática da água, revelam compreensões docentes acerca das controvérsias sociocientíficas e de sua aplicação no ensino de Ciências?

Assim, o objetivo deste trabalho é analisar sequências de ensino fundamentadas em QSC relacionadas à temática da água, produzidas por professores de Ciências e Biologia participantes de um curso de formação pedagógica.

Formação de professores de Ciências integrada a abordagens didáticas problematizadoras

Ao considerar o ensino de Ciências no cenário brasileiro, tem se observado que as QSC têm se mostrado um campo em processo de expansão e consolidação, especialmente a partir de pesquisas que discutem sua relevância para o desenvolvimento da educação científica, da

argumentação e da formação moral (Jesus et al., 2025; Souza & Gehlen, 2017). Esses estudos evidenciam um movimento crescente de incorporação das QSC tanto na formação docente quanto na elaboração de propostas curriculares e sequências didáticas, o que demonstra o fortalecimento dessa abordagem didática no contexto nacional (Orquiza-de-Carvalho et al., 2021; Souza & Gehlen, 2017; Conrado & Nunes-Neto, 2018).

As fragilidades formativas, por sua vez, não se constituem como o único obstáculo que inibe a aplicação de sequências de ensino. Observa-se também que alguns professores exibem insegurança em aplicar aulas com essa abordagem, por se tratar de uma exposição que apresenta um grau de abertura de problematização, que exige certo tempo para o planejamento e sua aplicação. Somam-se ainda a isto, a baixa carga horária dos componentes curriculares, a pressão do aspecto tradicional do ensino e a dificuldade de reunir um grupo de professores empenhados para ensinar sob essa perspectiva (Martínez-Pérez, 2012).

Todavia, um dos caminhos para a ampliação do letramento científico¹ passa pela inserção de QSC, no intuito de problematizar os temas científicos, proporcionando uma formação crítica, reflexiva e emancipatória no enfrentamento dos desafios futuros (Santos, 2007; Freire, 2005). Vale ressaltar, que embora a escola tenha um papel fundamental diante desse processo, ela sozinha não dá conta, sendo necessárias políticas públicas de incentivo à formação de professores, melhoramento do currículo escolar, além de adequação de carga horária pedagógica para planejamento e reajuste salarial para atingir esse fim.

Ao considerar o papel dos docentes como um dos agentes responsáveis pela formação de indivíduos críticos e participativos para o exercício da cidadania na prática social (Santos, 2007), há a necessidade de pensar na formação de professores para que se voltem à contextualização dessa temática enquanto tema controverso, passível de ser demarcado pela abordagem de QSC. No entanto, cabe salientar que a sua discussão não pode ser mecanicista, em função da sua relevância. Assim sendo, se faz necessária a utilização de abordagens didáticas com potencial para promovam a aprendizagem significativa (Gil-Pérez & Carvalho, 2000; Auler & Delicoiv, 2001; Fourez, 2003; Conrado & Nunes-Neto, 2018; Dionor et al., 2020), de modo a instrumentalizá-las para que os professores se sintam sensibilizados, confiantes e preparados para abordar esse tema dentro de uma perspectiva inovadora e ativa.

Nesse sentido, as abordagens de ensino problematizadoras têm sido empregadas na busca para a mudança de postura social no ensino, por reunirem atividades que estimulam a aprendizagem de conceitos por meio de metodologias ativas, ou seja, colocando o aluno como protagonista da própria aprendizagem, sendo citada como meio de promover o maior interesse pela ciência e aguçá a curiosidade para resolução de problemáticas, o que corresponde ao elemento primordial dessa categoria de perspectiva pedagógica de ensino (Campos & Nigro, 1999; Leite & Afonso, 2001; Delizoicov et al., 2002; Bybee et al., 2006; Projeto Irresistible, 2014; Diesel; Baldez & Martins, 2017). Essas abordagens anteriormente

¹ Entendemos que “letramento científico” como capacidade de fazer uso do conhecimento científico e tecnológico como prática social, como forma de reconhecer e intervir sobre situações problemas do dia-a-dia. Vincula-se a habilidades de argumentar, fazer uso da linguagem científica, explicar fenômenos científicos do cotidiano, obter de informações para tomada de decisão informada ou baseadas em evidências (Santos, 2007; Lima & Weber, 2019). Reconhecemos que o significado é controverso no campo do ensino de ciências, com perspectivas divergentes (Sasseron, 2020; Santos, 2007; Montimer & Machado, 1996).

citadas, trianguladas com as QSC, podem potencializar a aprendizagem, e assim, auxiliar no desenvolvimento do letramento científico dos professores e repercutir na educação básica.

Diante do exposto, esse contexto pode ser usado como unidade temática para trabalhar aspectos relevantes para a reflexão de sociedades sustentáveis, uma vez que a sustentabilidade funciona como eixo integrador, capaz de reivindicar valores coletivos e solidários, através de práticas educativas problematizadoras, e contextualizadas, pelo paradigma da complexidade, gerando assim, o ciclo de ação-reflexão-ação (Jacobi, Toledo & Grandisoli, 2016).

A literatura na área de ensino destaca a importância da formação de professores motivados e capacitados para conduzir processos formativos que contribuam para a melhoria da qualidade de vida a partir de processos interativos, capaz de gerar uma nova estrutura socialmente responsável (Silva & Teixeira, 2015; Jacobi, Toledo & Grandisoli, 2016; Santos; Conrado & Nunes-Neto, 2018; Viesba-Garcia; Viesba & Rosalen, 2019). Diante disso, uma etapa crucial anterior a efetivação dos processos educativos em sala de aula é a fase de planejamento, que se constitui por uma ação pedagógica que visa organização e estruturação metodológica das atividades didáticas de maneira sequencial, revela-se uma importante relação entre professor e estudante na constituição de práticas educativas que possibilitem a interação e a mediação no processo de ensino e aprendizagem, com a pretensão de desenvolver a produção de conhecimento no espaço escolar (Libâneo, 1994). Ademais, é essencial considerar os seguintes aspectos:

conhecimento e análise da realidade do aluno, do professor, da escola e da comunidade; definição dos objetivos dos alunos e dos professores em relação à disciplina; delimitação dos conteúdos mais significativos para atingir os objetivos; escolha dos melhores procedimentos e técnicas de ensino; seleção dos possíveis e melhores recursos humanos e materiais; estabelecimento dos melhores processos de avaliação, assim como das melhores técnicas e instrumentos (Martins & Mendes, 2006, p. 2).

Segundo esses autores, para definição desses elementos, é fundamental que o professor busque conhecer a realidade do estudante, considerando o contexto da sua vivência. Assim, será possível traçar um planejamento de um componente curricular por meio de uma sondagem inicial. *“Isso, certamente, proporcionaria a determinação de um verdadeiro diagnóstico capaz de permitir a cada professor e a seus alunos projetarem um trabalho efetivo e produtivo a ser desenvolvido na disciplina”* (Martins & Mendes, 2006, p. 4). Dionor *et al.* (2020, p. 431) aponta ainda:

[...] necessidade de repensarmos o ensino e nos voltarmos a refletir sobre um currículo que tenha como um dos seus princípios norteadores a politização dos estudantes, estimulando-os para a tomada de decisão socioambientalmente responsável, visando ações sociopolíticas para uma maior justiça socioambiental.

De acordo com a perspectiva desses autores, as QSC como eixo norteador de práticas de ensino vêm sendo estudada por diversos pesquisadores da área de ensino de Ciências (Dionor *et al.*, 2020). Contudo, pouco se fala sobre ferramentas analíticas que podem ajudar a compreender o potencial de sequências de ensino fundamentadas com essa abordagem didática, considerando as características, a relevância e demonstração de atividades

formativas que favoreçam o tratamento das QSC, essencialmente, vinculadas à discussão e reflexão das potencialidades e dos desafios na formação de professores de Ciências.

Métodos

No tocante ao método de investigação, adotou-se uma pesquisa com abordagem qual-quantitativa, com finalidade exploratória e descritiva (Gil, 2008), que discutirá características relacionadas entre a investigação no campo do Ensino de Ciências e o planejamento de sequências de ensino fundamentadas na abordagem de QSC na interface com os aspectos temáticos-investigativos da água, o que implica compreender situações problemáticas, sejam elas reais ou fictícias, pautadas por processos de ensino investigativo, mediadas por questões fundamentadas em ciência e tecnologia, que sejam socialmente relevantes e próximas da realidade do estudante. Além disso, este estudo pode se configurar como sendo de caráter documental, conforme explica Gil (2008, p. 87), uma vez que “[...] pesquisas elaboradas com base em documentos, as quais, em função da natureza destes ou dos procedimentos adotados na interpretação dos dados, desenvolvem-se de maneira significativamente diversa”, sendo capaz de abranger tanto documentos de natureza quantitativa quanto análises de conteúdo de textos e registros diversos.

A presente proposta de pesquisa foi submetida a análise do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), de modo que foi apreciado e recebeu aprovação para sua execução (CAAE: 30106420.4.0000.5537). Desse modo, foi organizado um curso de formação pedagógica como procedimento metodológico para realização desta investigação, o que recebeu o seguinte título – “Estratégias inovadoras no ensino de Ciências e Biologia: questões sociocientíficas e investigativas na perspectiva do letramento científico sobre a temática da água”, cadastrado como ação de extensão universitária sob o registro CR422-2020, com duração de 60 horas, ofertado na modalidade de Educação à Distância, pela Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) e em parceria com a Secretaria de Educação à Distância (SEDIS), ambas as instituições vinculadas à UFRN, sendo disponibilizado o ambiente virtual de aprendizagem “Mandacaru Acadêmico” para realização desta formação. Enfatiza-se que os resultados que serão descritos neste artigo correspondem a um recorte da pesquisa de mestrado do primeiro autor.

A proposta do curso deu ênfase nas etapas de planejamento e avaliação de sequências de ensino. Todas as fases desta formação pedagógica foram desenvolvidas à distância, tendo em vista a conjuntura sanitária que estava em curso, mediante o agravamento da pandemia imposta pelo Covid-19 (Sars-Cov-2), respeitando as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) para o distanciamento social, de modo a conter o avanço da doença. A divulgação dessa formação ocorreu entre os dias 25 de junho a 3 de julho do 2020, por meio do site PROEX, na guia ações de extensão. Ademais, também por meio das redes sociais (*Facebook, Instagram e WhatsApp*), iniciada, efetivamente, em 6 de julho e se estendeu até 7 de agosto de 2020.

No período de inscrição no curso, 206 professores demonstraram interesse em participar da formação pedagógica. Esse dado ficou registrado no formulário *online* de caracterização dos participantes. Tendo em vista a alta procura, esse formulário foi utilizado como instrumento

para deferimento das inscrições dos candidatos, uma vez que foram constatados profissionais com outras formações que não se enquadravam no público-alvo. Para efetivação da inscrição, o candidato ao curso deveria ser graduando ou graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas. Após análise prévia do critério de inclusão baseada na formação do público-alvo, foi possível efetivar as inscrições dos professores interessados, compreendendo um universo amostral de 107 professores formalmente matriculados no curso. Esses participantes eram oriundos de diversas instituições públicas e privadas de ensino superior do Brasil.

Portanto, os documentos que representam o *corpus* de análise do presente artigo estão representados por um conjunto de 21 sequências de ensino elaboradas por esses docentes ao final da última etapa do curso de formação (Quadro 1).

Quadro 1. Sequências de ensino analisadas nesta pesquisa.

Nº do grupo	Títulos das sequências de ensino
1	Uma grande questão de saúde em um pingo de água
2	Poluição hídrica: O que o desenvolvimento tem a ver com isso?
3	Poluição hídrica por microesferas sintéticas: Qual é o preço da beleza?
4	Como consumir de forma consciente a água em tempos de pandemia de corona vírus?
5	Enchentes: Fatalidade ou falta de planejamento?
6	Água com qualidade: direito acessível a todos?
7	Se tem água, pode ter peixe: é possível (des)envolver o semiárido brasileiro de modo sustentável?
8	E se os moluscos falassem, o que eles diriam do ambiente?
9	Saneamento básico na periferia: falta de engajamento da população ou um problema ocasionado pelo descaso do Estado?
10	O Xingu não está mais para peixe!
11	Não podemos chorar pelo óleo derramado! Mas o que podemos fazer?
12	Agrotóxicos: alternativas para salvar as plantações ou um veneno para nossas águas?
13	O planeta água pode sofrer de escassez hídrica? E o que eu tenho a ver com isso?
14	Crise hídrica nas cidades brasileiras: chutar o balde é a gota d'água
15	Água potável é direito de todos?
16	Doenças transmitidas pela água: e eu com isso?
17	Poluição dos oceanos e suas consequências negativas pós-derramamento de óleo. E agora?
18	A vida que depende da água corre perigo. Afinal, por quê?
19	A química no tratamento de água: por que eu tenho que saber isso?
20	Poluição hídrica por medicamentos: a dose que cura pode matar?
21	O Mistério das águas do Rio Potengi: o que a ecotoxicologia pode nos dizer?

Por se tratar de formação que visou o desenvolvimento e a ampliação do letramento científico, a perspectiva retratada neste artigo está fundamentada em Santos (2007). Nesse sentido, a organização da formação pedagógica foi orientada pela condução da sequência de ensino: “Uma jornada à cidadania: Por quê? Para quê? E como letrar cientificamente?”. Desse modo, a investigação das contribuições desta formação seguiu três etapas (Quadro 2), descritas a seguir:

Quadro 2. Etapas da sequência de ensino que orientou a condução do curso de formação pedagógica.

Curso de formação pedagógica – “Uma jornada à cidadania: Por quê? Para quê? E como letrar cientificamente?”		
Etapas	Modo de encontro (duração: 3h)	Tópico abordado
a) Conceitos fundamentais	3h / síncrona	- Caracterização do conhecimento prévio; - Abordagem metodológica de QSC no campo de estudo CTSA
	3h / síncrona	- Ensino temático e investigativo
	3h / síncrona	- Letramento e popularização da cultura científica
b) Da teoria à prática pedagógica	3h / síncrona	- Uso do Instrumento de Planejamento e Avaliação Didática de Questões Sociocientíficas (IPADQSC)
	atividade assíncrona	- Elaboração de sequências de ensino utilizando o IPADQSC
c) Análise e avaliação do curso	3h / síncrona	- Socialização das propostas de sequências de ensino
	atividade assíncrona	- Devolutiva das propostas de sequências de ensino
	atividade assíncrona	- Entrega da versão final das propostas de sequências de ensino
	atividade assíncrona	- Avaliação das estratégias e abordagens do curso

a) Conceitos fundamentais

A plataforma *Google Meet* foi usada como recurso digital para a condução das aulas, com duração de três horas (cada encontro síncrono). O primeiro encontro foi dividido em dois momentos, de modo que, inicialmente, foi aplicado um questionário semiestruturado no *Google Forms* com os professores presente, na intenção de caracterizar os conhecimentos prévios acerca dos tópicos de aula deste curso, identificar o nível de familiaridade, compreensão das estratégias e abordagens didáticas inseridas nesta proposta de formação. No entanto, os resultados apresentados neste artigo referem-se às duas últimas etapas, que englobaram desde o tópico de elaboração das sequências de ensino até a avaliação das estratégias e abordagens desenvolvidas no curso, as quais correspondem aos contextos em que os cursistas finalizaram seus planejamentos didáticos e refletiram sobre o processo formativo. Assim, a escolha baseou-se no fato de evidenciarem, de modo mais claro, as compreensões desses professores acerca das controvérsias sociocientíficas e de suas aplicações no ensino de Ciências, eixo estruturante desta investigação.

Para fins de entendimento, as aulas com a exposição teórica com foco em diferentes estratégias didáticas ocorreram a partir das discussões dos temas estruturantes do curso. Dessa maneira, o primeiro tópico de aula foi sobre “Abordagem metodológica de QSC no campo do estudo CTSA”. Os demais encontros foram discutidos os seguintes tópicos: “Ensino temático e investigativo” e “Alfabetização, letramento, popularização da cultura científica”. Os referenciais foram inseridos no curso como lastro teórico-metodológico para a elaboração de sequências de ensino na perspectiva das metodologias ativas, com potencialidade para trabalhar a sustentabilidade ambiental da água e contribuir na ampliação do letramento

científico dos professores de Ciências e Biologia (Campos & Nigro, 1999; Leite & Afonso, 2001; Delizoicov; Angotti & Pernambuco, 2002; Ratcliffe & Grace, 2003; Bybee *et al.*, 2006; Santos, 2007; Moreira, 2011; Projeto Irresistible, 2014; Diesel; Baldez & Martins, 2017).

Como material complementar para dar suporte didático aos professores participantes do curso, foi elaborado e fornecido um e-book (Autor 1). Este material foi usado como guia didático que forneceu as bases teóricas, que os autores deste artigo julgam ser pertinentes para trabalhar o conteúdo articulado com estratégias didáticas que auxiliam na aprendizagem e ampliação do letramento científico. Assim sendo, o curso de extensão teve um viés instrumentalista, enquanto formação pedagógica, fornecendo alguns recortes teóricos para auxiliar os educadores nas etapas de planejamento e avaliação do processo de ensino-aprendizagem, no intuito de sensibilizar, motivar, incentivar e encorajar os docentes para o uso dessas abordagens metodológicas na prática pedagógica, ou seja, trata-se de um conjunto de conhecimentos teórico-metodológicos que preparam os docentes para planejar, conduzir e avaliar o ensino por meio da abordagem de QSC, utilizando processos de ensino investigativos.

Destaca-se, ainda, que a cada encontro, abria-se a aula com alguns questionamentos norteadores para a verificação da compreensão dos professores sobre os temas a serem discutidos, de modo que em cada novo encontro era realizado uma breve retomada da aula anterior, a partir das perguntas que guiaram o último encontro. Para isso, os docentes eram estimulados à discussão e participação durante as aulas teóricas.

b) Da teoria à prática pedagógica

Nessa etapa, a aula ocorreu balizada pelo tema: “Uso do Instrumento de Planejamento e Avaliação Didática de Questões Sociocientíficas (IPADQSC) como material instrucional de planejamento e avaliação de sequências de ensino”. Na aula, foi feito a exposição desse instrumento e foi explicado o processo de validação do referido material. Dessa maneira, a aula sobre o IPADQSC foi desenvolvida por meio da explicação das suas finalidades, considerando os elementos que o constitui, no intuito de facilitar a compreensão sobre a sua operacionalidade no âmbito do planejamento didático do professor, conforme é mencionado em Fonseca & Costa (2022). Cabe destacar que sua aplicação, além de servir como material para auxiliar, teve também como propósito a coleta e registro dos dados inerentes às propostas das sequências de ensino analisadas neste artigo (Quadro 1).

Para o contexto desse curso, foi dada a ênfase nas controvérsias ligadas à temática da água. Isso se justifica por se tratar de uma unidade que necessita ser trabalhada na prática pedagógica, como contribuição para a ampliação do letramento científico e a formação para educação ambiental no contexto da sala de aula, tendo em vista que se trata de um tema que mobiliza diferentes áreas do conhecimento e pode suscitar à tomada de decisão para sociedades sustentáveis.

À vista disso, os docentes utilizaram o IPADQSC para elaboração de sequências de ensino, em um intervalo de duas semanas. Diante disso, as informações descritas nessa fase de planejamento foram usadas para a avaliação da aprendizagem dos professores sobre os conceitos discutidos na formação pedagógica. A construção das sequências de ensino que foram analisadas, ocorreu de modo colaborativo, com a formação de grupos de três a quatro

integrantes, de acordo com a categoria de formação (inicial ou continuada). Com isso, foram formados seis grupos de professores em formação inicial e 20 grupos de formação continuada, dos quais 21 finalizaram e enviaram as propostas de sequência de ensino avaliadas neste artigo (Quadro 1).

Por conseguinte, os professores cursistas foram instruídos a definir um tema controverso envolvendo a questão hídrica, atendendo aos critérios previstos no IPADQSC, a saber, com desdobramentos sociais, políticos, econômicos, ambientais que reunissem aspectos reais da atualidade, principalmente, vinculados aos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Organização das Nações Unidas (ONU). Com base no tema escolhido pelos integrantes de cada grupo, era necessário ainda definir o título da respectiva sequência de ensino, a partir de alguns critérios, a saber, (i) ser instigante; (ii) provocador, (iii) temático, (iv) interessante, (v) atrativo e (vi) curioso, com o intuito de envolver e estimular a curiosidade no aluno (Fonseca & Costa, 2022).

Durante a etapa de elaboração das sequências de ensino, foi criado um fórum de dúvidas na plataforma *Moodle* da SEDIS/UFRN. Além disso, os professores poderiam sanar suas dúvidas também por meio da interação no grupo do *WhatsApp* e/ou estabelecendo contato via *E-mail* do curso.

c) Análise e Avaliação do curso

Após a elaboração dos planejamentos, foi realizada uma nova aula intitulada de “Socialização das propostas de sequências de ensino”. De tal modo, os professores foram convidados a compartilhar seus planejamentos, de acordo com as orientações do IPADQSC, a partir do auxílio da projeção de tela do computador. Cada grupo dispôs de dez minutos para realizar suas considerações e abriu-se cinco minutos para discussão sobre as propostas, no sentido de oportunizar que outros professores pudessem tirar dúvidas ou efetuar sugestões, também foi usado como espaço de *feedback* do professor-formador responsável pelo curso (primeiro autor). De modo subsequente, foi solicitado aos professores o envio dos respectivos planejamentos ao final dessa aula, para que fosse realizada uma análise detalhada e uma devolutiva aos professores cursistas.

A finalidade dessa análise era observar se os professores conseguiram, minimamente, compreender os conceitos presentes no IPADQSC e seus atributos direcionadores, isto é, descrevendo como seria a execução das etapas da sequência de ensino, ao considerar o modelo teórico-metodológico dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti & Pernambuco, 2002) e as QSC ligadas à temática da água. Para isso, era necessário ponderar os critérios para a proposição de um problema verdadeiro (Figura 1) (Campos & Nigro, 1999), além de outros aspectos (Fonseca & Costa, 2022). Salienta-se que, as análises das produções docentes dialogam com a proposta dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2002), usada como referencial de estruturação metodológica das sequências de ensino, uma vez que essa organização favorece a articulação entre problematização, sistematização e aplicação do conhecimento científico e tecnológicos em contextos sociocientíficos, fundamentados sob perspectiva freiriana. Esses elementos fundamentais do planejamento estavam vinculados as aulas dos encontros anteriores.

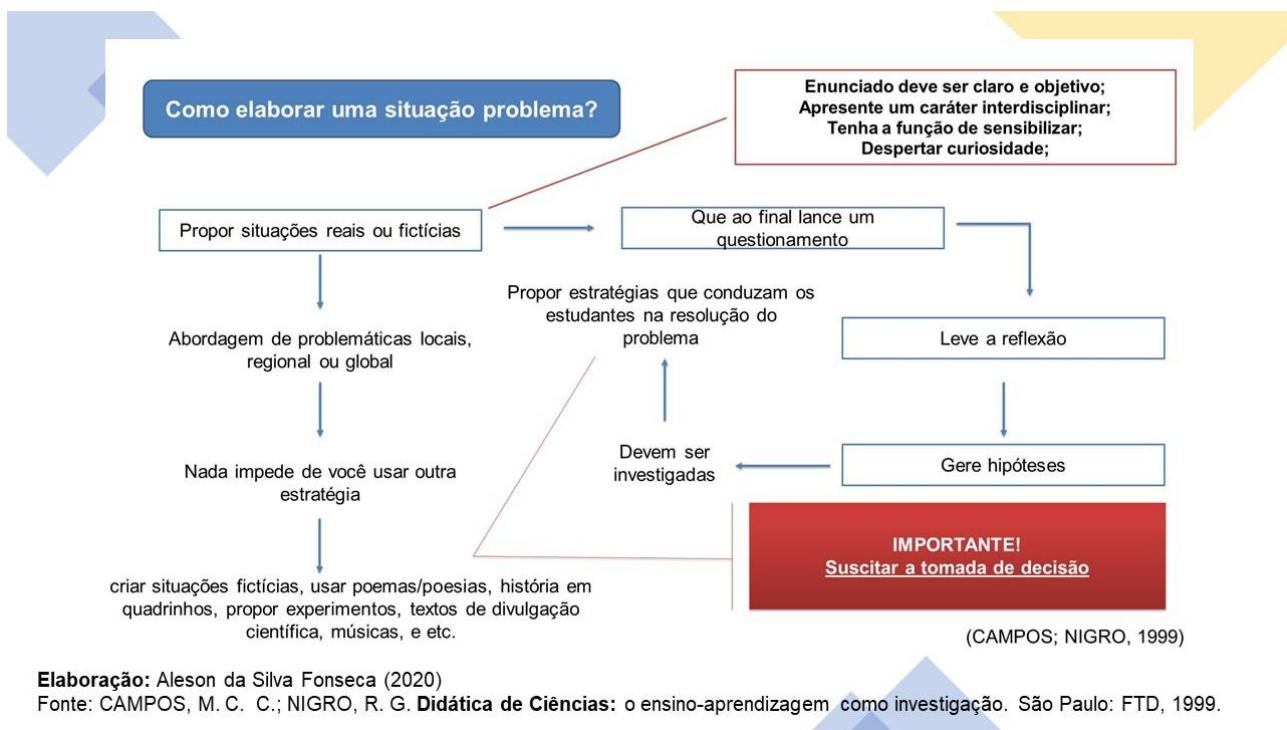


Figura 1. Orientações para produção de um problema verdadeiro (autoria própria com base nos apontamentos de Campos & Nigro (1999).

A devolutiva do planejamento efetuada pelo pesquisador, enquanto professor-formador, oportunizou aos professores cursistas a chance de reconsideração de alguns aspectos que foram apontados, para que fossem revistados, no intuito de possibilitar um aprimoramento didático-pedagógico, servindo como uma importante etapa formativa. Portanto, após os ajustes e/ou correções, os professores cursistas puderam enviar a versão final do planejamento didático, contendo as propostas de sequências de ensino. Foi com base nessa última versão que a presente análise foi realizada. Nesse sentido, foi considerado como critérios de avaliação dos dados descritos no IPADQSC, a fim de identificar as potencialidades e desafios das propostas ao explorar esse instrumento didático de apoio ao professor (Fonseca & Costa, 2022). Esse instrumento foi aplicado como material de coleta e registro de dados, de forma que utilização do referido material nessa formação pedagógica representou a última etapa do seu processo de validação. Para fins de entendimento, o IPADQSC congrega quatro eixos (Fonseca & Costa, 2022):

- *Eixo 1 – contexto da sequência de ensino:* destinado a descrição das informações básicas da proposta, a exemplo do título da sequência, instituição, público-alvo, área de conhecimento, tema, duração, etc.;
- *Eixo 2 – Caracterização do potencial didático da temática como QSC:* elenca um conjunto de questionamentos que auxiliam o professor na caracterização da temática sob a perspectiva sociocientífica;
- *Eixo 3 – Delimitação da sequência de ensino investigativa:* vinculada a descrição das informações do planejamento propriamente dito, exemplificado pelo detalhamento das dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos, competências e

habilidades associadas a área de Ciências da Natureza da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), objetivos da sequência de ensino, definição das atividades didáticas prevista na proposta, conforme os três momentos pedagógicos, etc.;

- *Eixo 4 – Critérios de avaliação da sequência de ensino:* apresenta um conjunto de categorias de análise e interpretação dos resultados alcançados após aplicação da proposta didática, tais como, indicadores de letramento científico dos estudantes, objetivos alcançados quanto à promoção da popularização da cultura científica, dificuldades encontradas, reflexão da ação, dentre outras. Entretanto, destaca-se que esse último eixo não foi considerado, uma vez que não foi possível aplicar as propostas na educação básica, devido a situação de isolamento social imposto pela condição sanitária mundial daquele momento, ficando a análise restrita apenas aos elementos do planejamento dos três primeiros eixos, previstos no IPADQSC.

Deste modo, essas 21 sequências de ensino obtidas nesse processo de formação de professores (Quadro 1), foram constituídas com auxílio do IPADQSC e as informações coletadas por meio desse material passou por uma fase de avaliação, pautados em critérios específicos definidos por uma ferramenta analítica proposta por Dionor *et al.* (2020). Esse dispositivo ajudou a investigar os aspectos do planejamento didático inerentes a abordagem de QSC, o que indica outros eixos, que por sua vez, corresponde agora ao contexto de investigação, elencados por esses autores com base em referenciais teóricos que discutem as contribuições das QSC no âmbito educacional, a saber (Quadro 3):

- *Eixo 1 – Relevância e contextualização:* essencial para despertar uma visão crítica no estudante, oferecendo uma perspectiva geral sobre as relações entre Ciência e Tecnologia no contexto socioambiental da QSC;
- *Eixo 2 – Motivação e aplicação:* para que o estudante reconheça a relevância do conteúdo científico do contexto escolar, compreendendo seu papel no dia a dia;
- *Eixo 3 – Argumentação e posicionamento:* para que o estudante utilize o conhecimento científico escolar de forma fundamentada, permitindo um posicionamento crítico e decisões justificadas sobre a QSC abordada;
- *Eixo 4 – Análise e resolução de problemas:* para promover o desenvolvimento da habilidade de analisar e agir em relação à QSC abordada;
- *Eixo 5 – Compreensão e mobilização de conteúdo:* para integrar virtudes como sensibilidade e criticidade ao processo de aprendizado, permitindo aplicar os conteúdos escolares na convivência e desenvolver habilidades interpessoais.

Para Dionor *et al.* (2020, p. 436), a classificação elencada “[...] surge como uma necessidade de organização e sistematização destas características para fins didáticos e de análise nesta pesquisa, de modo a melhor caracterizar as propostas avaliadas.” Por conseguinte, os resultados são exibidos graficamente de maneira circular, reunindo os cinco eixos radiais estratificados em três níveis (Figura 2).

Quadro 3. Eixos analíticos relacionados aos objetivos de ensino baseados em QSC (adaptado de Dionor et al., 2020).

Eixo	Aspecto de análise
Relevância e contextualização	Analisar se a abordagem prevista permite aos estudantes desenvolver a habilidade de conectar o conteúdo escolar de Ciência e Tecnologia (C&T) com a realidade socioambiental relacionada ao tema em estudo, estabelecendo relações entre os campos da ciência e tecnologia e os contextos sociais, bem como as condições e os impactos ambientais. Considerando sua ligação direta com os debates da Educação CTSA, considera-se fundamental que o ensino baseado em QSC promova nos alunos uma compreensão mais ampla e integrada dessas redes, permitindo que elas sejam reconhecidas no cotidiano em que ocorre a aplicação da QSC.
Motivação e aplicação	Examinar a proposta da sequência de ensino para identificar as atividades que podem ser usadas como meios para destacar a relevância da educação científica, ao mesmo tempo em que enfatiza a aplicação prática dos conteúdos interessados, incentivando os alunos a atuarem como agentes ativos no uso explícito do conhecimento científico. Assim, os objetivos de aprendizagem tendem a ser mais eficazes quando a abordagem de ensino estabelece conexões com aspectos afetivos, levando os estudantes a reconhecerem a importância do conteúdo científico e sua praticidade no cotidiano.
Argumentação e posicionamento	Averiguar se existe potencial na proposta didática, baseada em QSC, para promover o desenvolvimento da habilidade dos estudantes de avaliar e construir argumentos, tornando suas opiniões e pontos de vista mais consistentes e bem fundamentados nos conteúdos interativos. Além disso, considerar atividades que promovam a tomada de decisão, ou seja, verificar se a proposta prevê, em algum momento, que os alunos adotem posturas críticas, proativas e conscientes. Isso implica não apenas analisar a situação com base nos conteúdos, mas também tomar decisões sobre possíveis soluções e contribuições para a resolução da QSC.
Análise e resolução de problemas	Examinar se a proposta em questão visa estimular, junto aos estudantes, uma análise crítica das dimensões da QSC, com o objetivo de incentivar a formulação de soluções e a mobilização de indivíduos para ações sociopolíticas, sejam elas individuais ou coletivas. Isso inclui a execução de ações fundamentadas em uma análise aprofundada de diferentes perspectivas e possíveis soluções para os problemas associados a QSC.
Compreensão e mobilização de conteúdo	Analizar se a sequência didática aborda de forma explícita outras dimensões dos conteúdos além do conceitual; verificar se, ao longo das atividades propostas, as dimensões procedimentais e atitudinais relacionadas aos conteúdos discutidos também são exploradas de maneira clara e sistemática, ressaltando a relevância dessas duas dimensões ao tratar de QSC.

Ademais, essa ferramenta baseia-se na apreciação de critérios de categorização em três níveis de “sofisticação” envolvendo propostas didáticas. Isso representam os graus de extensão para cada eixo elencado, podendo ser enquadradas como: “abordagem simplificada”, “abordagem intermediária” e “abordagem ampliada (Quadro 4).

As informações qualitativas descritas nas sequências de ensino foram investigadas, considerando o detalhamento dos eixos citados anteriormente, por meio da análise do conteúdo (Bardin, 2010), cujo o tratamento seguiu três fases: i) pré-análise, ii) exploração do material, iii) análise e interpretação dos resultados. Em função disso, realizou-se um exame categorial, definido com base nos eixos propostos *a priori* pela ferramenta de Dionor et al. (2020). Com isso, os dados coletados foram digitalizados no programa Microsoft Excel versão 2013, para efetuação da observação dos dados. Os resultados foram tabulados para prosseguir na análise estatística, as quais serão exibidas sob a forma de gráficos de radar ao final deste trabalho. Os fragmentos representativos que serão apresentados foram coletados

por meio de um questionário semiestruturado, utilizado para que os cursistas pudessem descrever melhor os aspectos do seu planejamento. Isso foi essencial, tendo em vista que o curso de formação apresentou um número expressivo de professores matriculados.

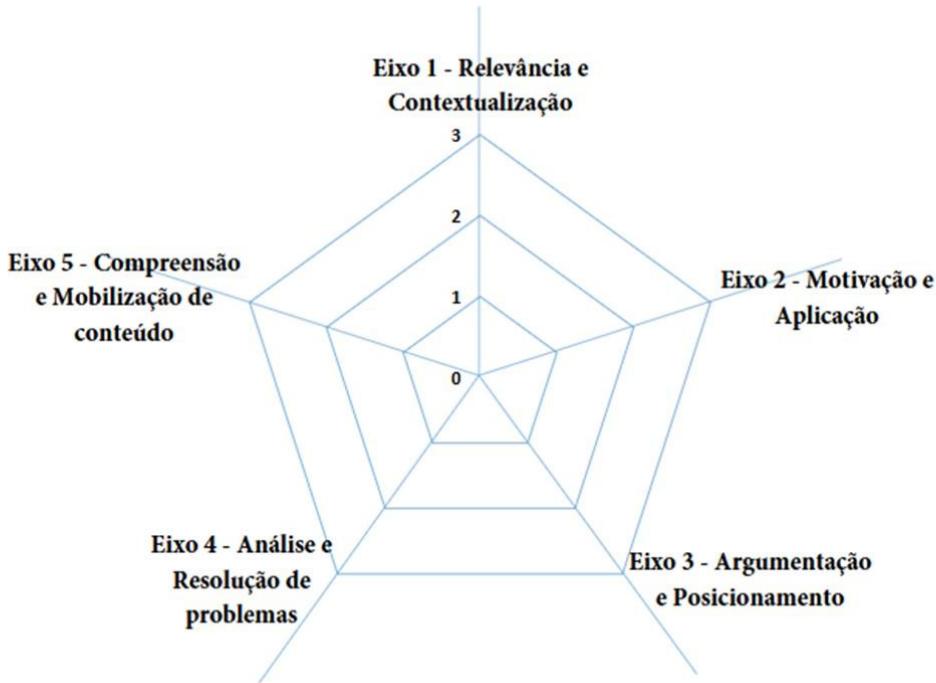


Figura 2. Ferramenta de análise de sequências de ensino baseadas em QSC (extraído de Dionor et al., 2020).

Quadro 4. Detalhamento dos eixos analíticos em relação aos níveis de sofisticação (extraído de Dionor et al., 2020).

Eixos	Níveis		
	Abordagem simplificada (1)	Abordagem intermediária (2)	Abordagem ampliada (3)
Relevância e contextualização	Explicita a existência de relações entre C&T e suas ligações com a esfera social.	Abrange o contexto socioambiental das relações entre C&T, sem relacionar a QSC com o cotidiano do estudante.	Reconhece as mútuas relações entre os domínios CTSA e suas correlações da QSC com o cotidiano do estudante
Motivação e aplicação	Permite reconhecer a importância da Educação Científica para a Sociedade.	Mobiliza conteúdos da Educação Científica no contexto das práticas sociais, de modo alheio/distante da realidade dos estudantes.	Explicita o valor dos conteúdos da Educação Científica para aplicação no contexto social do próprio estudante.
Argumentação e posicionamento	Apresenta diferentes pontos de vista e opiniões acerca da QSC tratada, sem demandar argumentos qualificados ou a tomada de decisão.	Incita os estudantes a debaterem e se posicionarem, considerando, os diferentes pontos de vista.	Estimula os estudantes à apresentarem os diferentes pontos de vista envolvidos na QSC, tomando decisão consciente e justificada com argumentos qualificados sobre sua decisão.
Análise e resolução de problemas	Suscita uma análise da controvérsia em questão.	Busca, através de uma análise crítica, a proposição de possíveis resoluções para o problema abordado.	Após a proposição de possíveis soluções, com base em uma análise crítica, mobiliza os alunos para ações sociopolíticas em nível individual e/ou coletivo.
Compreensão e mobilização de conteúdo	Predomina a mobilização dos conteúdos através da dimensão conceitual.	Explicita, além da dimensão conceitual, a dimensão procedural ou a dimensão atitudinal dos conteúdos.	Mobiliza explicitamente as três principais dimensões do conteúdo – conceitual, procedural e atitudinal.

Investigação das sequências de ensino demarcados pelos eixos analíticos

O formulário *online* de inscrição foi capaz de apontar o perfil dos 107 professores desse curso. Desse universo amostral, 31% eram do sexo masculino (N = 33) e 69% do sexo feminino (N = 74). Os participantes que estavam em formação inicial corresponderam a 32,7% (N = 35), enquanto 67,3% estavam em formação continuada (N = 72). Em relação à titulação acadêmica, observou-se a seguinte distribuição: 54,21% não possuíam nenhuma pós-graduação; 20,56% possuíam nível de especialização (sendo que apenas um cursista não tinha a titulação nesse nível na área de Ensino); 20,56% possuíam mestrado (desses, 13,08% eram das áreas específicas das Ciências Biológicas e 7,48% eram oriundos de mestrados na área de Ensino) e 4,67% alegaram possuir a titulação de doutorado (em que 0,93% são egressos de programas de pós-graduação ligados à área de Ensino e 3,74% em áreas específicas do campo das Ciências Biológicas (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição das frequências absoluta e relativa da titulação acadêmica.

Titulação acadêmica	Frequência (%)	Valor absoluto (N)
Sem pós-graduação	54,21%	58
Especialização	20,56%	22
- áreas específicas	0,93%	1
- área de Ensino	19,63%	21
Mestrado	20,56%	22
- áreas específicas	13,08%	14
- área de Ensino	7,48%	8
Doutorado	4,67%	5
- áreas específicas	3,74%	4
- área de Ensino	0,93%	1

Ao final do curso foi solicitado como sistema de avaliação desse itinerário, a elaboração das sequências de ensino, desse modo, constatou-se um retorno de 66,6% entre os grupos de formação inicial (Número de propostas = 4) e 85,7% dos grupos de educadores em formação continuada (Número de propostas = 17) (Quadro 5). Apesar da desistência de alguns participantes, o que é comum nos cursos de formação, justificada principalmente pela falta de tempo para dedicação das atividades. Com base nisso, em geral julga-se que curso teve um bom percentual de produções ao final das etapas de formação.

Verificou-se entre as temáticas controversas abordados em cada proposta, oito sequências de ensino que apresentaram o enfoque em “poluição hídrica”, demonstrando como as ações humanas impactam os recursos naturais, o que reuniu atividades que estimulam à reflexão para uma mudança de postura; seis trabalhos abordavam “saneamento básico”. Nessas sequências didáticas era chamada atenção para as negligências das políticas públicas e as limitações da racionalidade técnico-científica, como insuficientes diante do tratamento da água, considerando em muitos casos, a exigência de uma reflexão ética e moral para tomada de decisão, de modo a mitigar o problema; cinco sequências de ensino destacavam aspectos para o “consumo sustentável de água”, reivindicando a exigência do repensar a postura da humanidade para garantir as necessidades desta e das futuras gerações; três discutiam os “impactos da expansão urbana nos recursos hídricos”, mediadas pela análise dos potenciais

riscos humanos e ambientais e as possibilidades para sua resolução; três sequências de ensino chamavam atenção para as “doenças de veiculação hídrica”, descrevendo problemáticas presentes no cotidiano, com implicações de ordem moral, o que exige um agir socialmente responsável; uma sequência de ensino discutia o “desenvolvimento sustentável na aquicultura”, como possibilidade de garantir o desenvolvimento socioeconômico, respeitando os limites do ambiente e da biodiversidade. Assim, observou-se em todas as sequências de ensino, questionamentos que tinham potencial para estimular curiosidade do aluno para a análise crítica dos problemas que foram propostos, considerando as implicações sociais, econômicas e ambientais.

Quadro 5. Temáticas controversas das sequências de ensino em relação a categoria de formação de professores.

Nº do grupo	Temática controversa	Formação	
		inicial	continuada
1	Saneamento básico e doenças de veiculação hídrica	X	
2	Poluição hídrica	X	
3	Poluição hídrica		X
4	Consumo sustentável de água		X
5	Impactos da expansão urbana nos recursos hídricos	X	
6	Consumo sustentável de água e saneamento básico		X
7	Desenvolvimento sustentável na aquicultura		X
8	Impactos da expansão urbana nos recursos hídricos		X
9	Saneamento básico e doenças de veiculação hídrica		X
10	Impactos da expansão urbana nos recursos hídricos		X
11	Poluição hídrica		X
12	Poluição hídrica	X	
13	Consumo sustentável de água		X
14	Consumo sustentável de água		X
15	Saneamento ambiental e consumo sustentável de água		X
16	Saneamento básico e Doenças de veiculação hídrica		X
17	Poluição hídrica		X
18	Poluição hídrica		X
19	Saneamento básico		X
20	Poluição hídrica		X
21	Poluição hídrica		X

Em relação aos grupos de professores de formação inicial e continuada, observa-se que no *Eixo 1 – Relevância e contextualização* tiveram predominância da “abordagem intermediária” ($N = 3$ e $N = 10$, respectivamente) (Figura 3). Esse eixo investiga se nas sequências de ensino existem propostas de atividades que podem oportunizar ao estudante a vivência do conteúdo escolar, considerando os aspectos da educação CTSA (Dionor *et al.*, 2020). A análise detalhada de cada sequência de ensino pode ser encontrada no Apêndice 1.

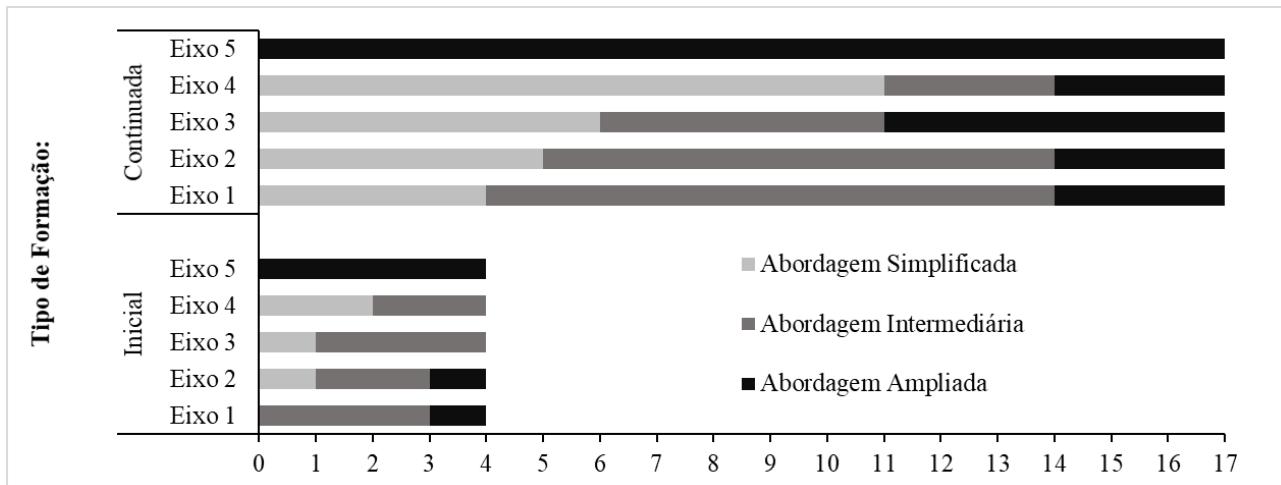


Figura 3. Número de sequências de ensino quanto ao nível de abordagem empregado. Legenda: Eixo 1 – Relevância e contextualização; Eixo 2 – Motivação e aplicação; Eixo 3 – Argumentação e posicionamento; Eixo 4 – Análise e resolução de problemas e Eixo 5 – Compreensão e mobilização de conteúdo.

Em relação a esse eixo, destaca-se a proposta de ensino intitulada “*Crise hídrica nas cidades brasileiras: chutar o balde é a gota d’água*”. O grupo apresentou uma problematização que articula ciência e tecnologia, reconhecendo a crise hídrica como um fenômeno técnico, ambiental e político. A abordagem incorpora elementos da injustiça socioambiental presentes na distribuição dos recursos hídricos, evidenciando dimensões centrais da perspectiva CTSA e situando o tema em um contexto social mais amplo. Nesse âmbito, os autores salientam na sequência de ensino que:

Considere uma cidade média e sua região metropolitana, de pouco mais de 04 milhões de habitantes, que concentra diversas atividades econômicas [...] No último ano, a cidade vem sofrendo a maior crise hídrica dos últimos 15 anos, trazendo diversos impactos. Nos noticiários, o assunto é abordado diariamente, mostrando os níveis do reservatório que abastece as cidades, as previsões climáticas e o rodízio de água estabelecido. Após ler uma reportagem no portal de notícias, o jovem Inácio, que estuda na escola estadual do centro, levantou os seguintes questionamentos: [...] Se somente as residências economizassem água, o problema poderia ser amenizado ou resolvido? É possível que algumas regiões da cidade sofram mais que outras? Esta crise é mais dependente do clima ou do homem? (Grupo 14 – Trecho representativo da sequência de ensino).

O uso das QSC em sequências de ensino tem sido empregado para formação da visão holística da realidade social. Nesse sentido, isso se destaca como elemento importante para contribuir na construção da cidadania, na tomada de decisão, no contexto da convivência em sociedade (Ratcliffe, 1997; Silva, 2016; Conrado, 2017). Sendo assim, a educação científica, na perspectiva do letramento, deve oportunizar uma análise crítica das implicações da ciência e da tecnologia como resultado das construções sociais (Santos, 2007).

Portanto, constatou-se que os professores foram capazes de abordar temas que retratam até certo ponto, as disputas de poder no uso dos recursos naturais, que geram impactos ambientais, de modo que em alguns casos, observa-se a mobilização da racionalidade científica para mitigar os prejuízos ocasionados. A proposta do grupo 14 levantou a preocupação em relação a abordagem de um tema atual que está diretamente ligado à disponibilidade e qualidade de água no âmbito brasileiro. Nesse sentido, foi solicitado aos

professores esclarecimento sobre o planejamento e modo como a sequências de ensino com a temática da água, com enfoque em QSC poderiam contribuir no processo do letramento científico dos alunos. Em resposta a isso, um professor identificado como “Prof. 6” que pertencia a esse grupo deu o seguinte depoimento:

Com o tema Crise Hídrica Urbana no Brasil, tomando como parâmetro as causas, consequências e soluções, partindo da busca de concepções alternativas, aprofundando o conhecimento, em grupo, com pesquisas nos materiais disponibilizados pelo próprio professor e concretizando tudo isso por meio de discussões e, atividade final individual crítico-reflexiva argumentativa (linguagem da ciência), incitando o aluno a ampliar o conhecimento sobre a questão da água no Brasil, relacionando a crise hídrica (trabalhada em sala), com saneamento, enchentes ou seca no Nordeste (que tem aspectos diferentes das crises hídricas das metrópoles), fazendo-o pensar em proposta de intervenção na produção do texto. Porque partindo de uma polêmica que está sendo amplamente discutida na sociedade (seja água ou outra), considerando o papel do professor, surge uma necessidade de desenvolver nos estudantes o aperfeiçoamento de seus posicionamentos críticos, de maneira que não haja um apego inocente ao senso comum com suas concepções alternativas, mas também respeitando os limites do bom senso por parte do professor, para não impor sua opinião. Um estudante crítico é aquele que comprehende o conteúdo, diferencia o que é senso comum do que é conhecimento científico, aprecia seus valores morais e éticos e assume um posicionamento, mesmo que seja diferente da opinião do professor [...] (Prof. 6 – trecho representativo de resposta de um professor de formação continuada).

Conforme fica evidente, o “Prof. 6” chama atenção para alguns aspectos essenciais no trato de QSC, considerando a possibilidade de tomada de decisão bem informada, ao fazer o uso de conhecimentos inerentes ao campo científico e tecnológico, associado a princípios e valores éticos e morais. Nessa análise das temáticas de cada planejamento, foi notada a primeira evidência que traz indícios do interesse em querer desenvolver o letramento científico nos alunos, uma vez que traz um eixo articulador dentro do planejamento, sinalizando que esse profissional agiu na proposição de atividades que estão vinculadas ao indicador de *compreensão dos conceitos, termos e conhecimentos científicos diante do contexto da realidade*.

Ao tomar como base o *Eixo 2 – Motivação e aplicação*, as categorias de formação inicial e continuada revelaram sequências de ensino com “abordagem intermediária” ($N = 2$ e $N = 9$, respectivamente) (Figura 3). O tratamento dado para o indicador *Motivação e Aplicação*, descrito nesse eixo, está na investigação dos objetivos da ação educativa, com o intuito de gerar no aluno um posicionamento ativo e participativo diante dos conteúdos, de modo a motivá-lo a aplicar os conceitos científicos no cotidiano (Dionor *et al.*, 2020). Para isso, é importante destacar que as sequências de ensino precisam se aproximar da realidade dos estudantes para que o objetivo da aprendizagem seja atingido (Libâneo, 1994). Isso ajuda na valorização da ciência e no reconhecimento da cultura científica nas relações diárias (Ratcliffe, 1997; Ratcliffe & Grace, 2003; Conrado, 2017). Esse elemento foi destacado na fala de um dos professores, como é o caso do “Prof. 5”, quando foi indagado sobre o que configurava o letramento científico:

Ensinar conteúdos que envolvam problemas sociais que afetam a realidade vivida pelos alunos incentivando-os a pensarem e praticarem estratégias a fim de contribuir com a boa relação

homem-natureza (Prof. 5 – Trecho representativo de resposta de um professor de formação continuada).

Diante disso, ressalta-se o Grupo 4, que propôs um planejamento didático dentro dessa proposição, com o potencial de partir do contexto de vida do aluno que vive em meio a uma crise sanitária imposta pela pandemia de COVID-19, que exige a higienização como uma das medidas preventivas, mas que se depara com a falta da água. Com o propósito de trabalhar ações socioambientalmente responsáveis, essa proposta pedagógica visa estimular os alunos a adotar medidas que reduzam o consumo hídrico, contudo garantindo a proteção contra o patógeno. Por conseguinte, os professores integrantes desse grupo mobilizam recursos didáticos que apresentavam alternativas para estimular os estudantes a adotar um comportamento preventivo e baseado em valores sociais. Assim, a motivação e o cenário de aplicação decorrem do reconhecimento de uma utilidade prática imediata, na qual o conteúdo científico é mobilizado para orientar ações em um contexto marcado pela preocupação diante da crise sanitária estava em curso:

[...] Identificar técnicas de higienização pessoal e de alimentos; Caracterizar formas que diminuem o consumo de água no processo de higienização pessoal e dos alimentos; Compreender o processo histórico de pandemias e sua relação com a higienização pessoal e dos alimentos [...] (Grupo 4 – Trecho representativo da sequência de ensino).

A referida sequência de ensino evidencia a problematização do tema em suas atividades, assim como a busca de alternativas que foram socialmente construídas e que podem auxiliar na proteção contra o coronavírus, especialmente, em uma área que está em fase de instalação e operação do saneamento básico. Além disso, ainda ressalta que a geração de problemas operacionais com a má distribuição e a contaminação hídrica. Isso revela a percepção dos professores com outros desdobramentos em torno de uma problemática central. Há, portanto, um significado cultural na sequência de ensino, o que estimula a pensar no letramento científico como a capacidade de buscar no conhecimento científico e/ou no conhecimento popular formas de viver em contextos específicos da sociedade, entendendo que o conhecimento é mutável e é produto de uma sociedade demarcada pelo contexto histórico em que se vive, de maneira que o estudante é um indivíduo imerso nesse processo.

Discute-se que as práticas educativas precisam aproximar os estudantes dos conceitos, objetos e/ou artefatos científicos, de modo a capacitá-los para participar e agir socialmente pela apropriação dos sistemas simbólicos da cultura, buscando soluções para os problemas reais do dia a dia (Santos, 2007). Em meio a isso, a professora identificada como “Prof. 42” do Grupo 4 faz uma ressalva sobre esse processo de ampliar o letramento científico e ainda chama atenção para um problema que ela vivencia:

Letramento científico envolve o conhecimento científico e a tecnologia, mas especialmente suas relações com a sociedade, compreender essa relação é fundamental na formação de cidadãos críticos. Tratamento da água - atualmente nossa cidade está sendo totalmente saneada, porém as ligações das redes de esgoto não estão sendo realizadas de forma correta, fora as ligações clandestinas para a rede de captação da água da chuva, o que promove uma poluição da água. (Prof. 42 – Trecho representativo de resposta de uma professora de formação continuada).

Por conseguinte, no *Eixo 3 – Argumentação e posicionamento*, foi visualizado que, na categoria de formação inicial apresentou três planejamentos que revelam uma “abordagem intermediária”, em oposição à categoria de formação continuada, que apresentou empate, com seis sequências de ensino classificadas como “abordagem simplificada” e outras seis com “abordagem ampliada” (Figura 3). Para esse eixo, investigou-se o potencial dos planejamentos, baseadas em QSC que propõem atividades capazes de desenvolver os processos argumentativos e as formas de tomada de decisão nos estudantes, contribuindo na ampliação da capacidade de examinar dados, elaborar argumentos qualificados e assumir um posicionamento de forma crítica e responsável, ao considerar os diferentes desdobramentos da sua ação individual e/ou coletiva (Dionor *et al.*, 2020).

Na formação inicial, dentro das sequências de ensino com abordagem intermediária, destaca-se o Grupo 12 que elaborou a sequência de ensino: “*Agrotóxicos: alternativas para salvar as plantações ou um veneno para nossas águas?*”. Essa proposta teve um caráter de estimular o posicionamento e a mobilização de argumentos. Entretanto, demonstrou a centralização na exposição temática na figura do professor. Isso demonstra um desafio para a formação docente, já que fragilidades reveladas na execução de algumas sequências didáticas diminuem a capacidade de incitar o pensamento crítico e o posicionamento sociopolítico do aluno. Diante disso, a proposta de sequência de ensino apresenta um convite explícito à tomada de decisão, acompanhado da necessidade de justificar a escolha. Nesse processo, o estudante é instigado a formular explicações com potencial para promover interação dialógica e trocas argumentativas, conforme explicitado no trecho a seguir:

“Com base no texto, o que teria acontecido com a água do poço de seu José? Por que o seu sobrinho acha que tinha algo errado com a água? Se fosse você o dono da plantação, o que faria para solucionar este problema?” (Grupo 12 – Trecho representativo da sequência de ensino).

Ademais, a professora identificada como “Prof. 13” de formação inicial pertencente a esse grupo ressaltou a sua principal dificuldade em planejar uma sequência com abordagem de QSC e o ensino temático-investigativo, ao afirmar que: “*Estabelecer atividades que tenham um potencial atrativo aos alunos, tendo em vista que não é previsível que eles se interessem pelas atividades*”. Nesse mesmo sentido, temos a declaração de “Prof. 14” sinalizando o desafio de atender aos critérios de Campos & Nigro (1999) acerca da problemática: “*A principal dificuldade é montar uma sequência em que se possa se apresentar para os alunos, uma verdadeira situação problema em que envolva sua total colaboração no aspecto da atividade.*”

Diante dessa exposição, observaram-se outros comentários de professores de formação inicial em que foi descrito elementos que demonstram as contribuições das estratégias desse curso de formação pedagógica, despertando a motivação e encorajando os professores a utilizar essas abordagens didáticas na prática docente:

A construção de todo o conhecimento nesse curso, aprimorou o que eu já sabia, e me ensinou o que já deveria saber. O foco em sequências didáticas foi sensacional, pois não tinha tanto conhecimento na área, e com certeza levarei tudo que foi aprendido nesse curso para a sala de aula. Não vejo a hora de poder estagiar e por em prática todo conhecimento que esse curso

contribuiu para minha formação. (Prof. 3 – Trecho representativo de resposta de uma professora de formação inicial)

Eu vou utilizar para todos os níveis de ensino nos quais eu venha a atuar pois minha experiência no ensino superior (instituições particulares) indica que até neste nível as pessoas tem um conhecimento muito superficial (ao menos o povo da psicologia para quem eu tenho dado aulas). Tive dificuldades para avaliar habilidades e competências no ensino de biologia, mas espero que com o avançar do meu curso de graduação eu venha a ter mais contato com isso. (Prof. 6 – Trecho representativo de resposta de uma professora de formação inicial)

Em relação à formação continuada, a sequência didática do Grupo 21 apresentou “abordagem ampliada”, mesmo considerando o seu viés tecnicista: “*O mistério das águas do Rio Potengi: o que a ecotoxicologia pode nos dizer?*”. Foi percebido o empenho dos professores desse grupo em propor uma sequência didática fortemente embasada em experimentos e técnicas científicas, com atividades que estimulam o aluno a propor argumentos sólidos a partir da análise de um fenômeno observável da natureza. A proposta explicita o convite para que os estudantes defendam posições e avaliam responsabilidades, abrindo espaço para argumentação para discutir dimensões éticas e socioambientais, estimulando o posicionamento crítico e informado:

“Após a leitura do texto [...] o professor também pode colocar algumas questões: O que vocês acham que pode ter acontecido ao rio para que houvesse a mortandade em massa dos peixes?, Quais impactos imediatos vocês conseguem imaginar que possam ter acometido a população ribeirinha? [...] Caso existam culpados, vocês acreditam que se trata de um acidente ou crime ambiental?” (Grupo 21 – Trecho representativo da sequência de ensino).

Por outro lado, vale ressaltar outra sequência de ensino também com “abordagem ampliada”, que exigia observações de rótulos de produtos cosméticos, como creme dental e sabonetes, a produção e interpretação de textos de divulgação científica e a exposição de dados estatísticos, de modo a estimular o aluno a investigar elementos do cotidiano e tirar suas próprias conclusões, sem a necessidade de experimentação. Isso significa dizer que atividades investigativas não necessariamente precisam de um aparato laboratorial para experimentação. Como exemplo disso, tem-se o Grupo 3 com a proposição de um júri simulado como atividade amplia as condições para que os estudantes construam posicionamentos argumentativos em um debate acerca dos riscos das microesferas, incentivando a investigação, a coleta e a análise crítica de evidências:

Os alunos serão divididos em grupos com papéis distintos: empresa, ministério público, cientistas, comunidade ribeirinha. Cada grupo deverá defender seu ponto de vista com base nas informações coletadas [...] (Grupo 3 – Trecho representativo da sequência de ensino).

À título de esclarecimento sobre o modo como foi organizado esse planejamento, verificou-se a preocupação da “Prof. 19” integrante do Grupo 3 em propor um tema que permitisse ao aluno se posicionar e mobilizar argumentos que tem potencial de suscitar a tomada de decisão:

Foi feito uma problematização inicial, posteriormente proposto diferentes etapas de organização do conhecimento envolvendo exposição de reportagens e vídeos sobre o assunto, experimentação e entrevistas. Por fim, na aplicação do conhecimento é proposto um juri simulado, bem como material para divulgação e uma feira. (Prof. 19 – Trecho representativo de resposta de uma professora de formação continuada).

Assim, emergiu-se o seguinte indicador do letramento científico nas atividades elaboradas por esse grupo: *capacidade de reconhecer as relações e implicações CTSA e analisar controversas científicas na busca para propor soluções para problemas reais do cotidiano*. Nota-se esse elemento presente nos trechos transcritos anteriormente dos professores pertencentes aos Grupos 2, 4 e 14, de modo que esses docentes sinalizam a importância de trazer aspectos do cotidiano do aluno para problematizar e incentivá-los a se posicionar.

Portanto, já foram demonstradas neste trabalho as potencialidades das QSC na formação para o exercício da cidadania e elas têm sido recomendadas em pesquisas para propiciar o desenvolvimento da argumentação (Souza & Gehlen, 2017; Conrado & Nunes-Neto, 2018). Assim, o ensino de ciências tem que se voltar à utilização do vocabulário científico para construção de argumentos apropriados que justifiquem o posicionamento do estudante (Souza & Gehlen, 2017). Contudo, observa-se em algumas instituições de ensino tradicionais, a prática de memorização de conceitos. Em oposição a essa corrente, uma habilidade que deve ser gerada está na capacidade de obter o significado da linguagem científica, baseada em evidências e conclusões que orientam a posição a ser tomada em cada contexto (Santos, 2007). Esse aspecto foi encontrado em sequências de ensino com “abordagem ampliada”.

Na sequência, o *Eixo 4 – Análise e resolução de problemas* para categoria de formação inicial foi demonstrado empate entre duas sequências de ensino, exibindo “abordagem simplificada”, enquanto as outras duas possuíam “abordagem intermediária”. Na formação continuada, houve a predominância da “abordagem simplificada” ($N = 11$) (Figura 3). Nesse eixo, é inquerido a *Análise e Resolução de Problemas*, na investigação da QSC, na busca de possíveis soluções para uma ação sociopolítica, seja em nível individual e/ou coletivo (Dionor *et al.*, 2020).

Na apreciação desse eixo, foi demonstrado uma fragilidade pela elaboração de perguntas com baixa capacidade de estimular a criticidade. Foram vistas perguntas que não retratam os critérios de um verdadeiro problema (Campos & Nigro, 1999), especialmente, na análise do Grupo 15 de formação continuada. Isso demonstra um desafio à formação de professores pela via da abordagem de QSC sob uma perspectiva temática-investigativa (Delizoicov; Angotti & Pernambuco, 2002). No caso da proposta do Grupo 15, a problematização apresenta diversas indagações que favorecem a identificação de relações diretas de causa e consequência, explorando sobretudo o diagnóstico da situação. No entanto, não avança para a proposição estruturada de soluções ou para a avaliação de alternativas. Em outras palavras, a problematização busca compreender o que ocorreu, mas não conduz à reflexão sobre como resolver o problema, quem são os atores envolvidos, quais obstáculos precisam ser enfrentados ou que decisões devem ser tomadas:

[...] Na sua opinião, por que a cor e o cheiro do rio mudaram? Por que apareceram pessoas doentes, após tomar banho no rio? De que forma os dejetos industriais e urbanos afetaram a qualidade da água do rio? O que você acha sobre o despejo de esgoto sem tratamento nos rios? Como a comunidade vizinha ao rio foi afetada e de que forma ela pode se organizar para resolver a situação? (Grupo 15 – Trecho representativo da sequência de ensino).

Em relação a sequências de ensino enquadradas com “abordagem intermediária”, como foi o caso do Grupo 12, verificou-se que alguns questionamentos propostos pelos professores traziam, na situação-problema, parte da possibilidade de resposta. Isso diminui a curiosidade do estudante, uma vez que algumas formas de solucionar o problema, já vêm apresentadas no texto da problematização inicial. Tal resultado demonstra a dificuldade desses professores em propor a investigação de temas controversos sem fornecer a resposta ao aluno.

Nessa sequência de ensino, a problematização apresenta indagações que favorecem a análise de relações de causa, consequência e oferecem condições para a formulação de hipóteses sobre a contaminação da água por agrotóxicos. Embora contribua para um diagnóstico preliminar da situação e possua potencial para estimular os estudantes a refletirem sobre possíveis soluções, a proposta não avança para uma análise estruturada de alternativas, para a avaliação de sua viabilidade ou para a consideração das dimensões sociopolíticas envolvidas:

[...] Com base no texto, o que teria acontecido com a água do poço de seu José? Por que o seu sobrinho acha que tinha algo errado com a água? Se fosse você o dono da plantação, o que faria para solucionar este problema? (Grupo 12 – Trecho representativo da sequência de ensino).

Os grupos enquadrados com “abordagens ampliadas” ocorreram mediante a proposição de questionamentos, que de fato estimulam a reflexão e a busca ativa para trazer uma resposta que suscite a tomada de decisão. Isso foi observado no Grupo 3, uma vez que se constatou, no texto de divulgação científica, mobilizado na etapa de problematização, que há um efeito poluidor de produtos de higiene contendo microesferas. Em outras palavras, as professoras propuseram perguntas que fazem os estudantes pensarem criticamente sobre aspectos e implicações CTSA. Além disso, notou-se uma atividade que leva o discente a propor alternativas mais sustentáveis que não gerassem impactos na biologia aquática. Portanto, a sequência de ensino coloca os alunos diante de decisões reais, que exigem avaliação de alternativas, análise de consequências e construção de opiniões bem fundamentadas em evidências científicas:

[...] Na sua opinião é possível cuidar da higiene pessoal sem utilizar microesferas sintéticas? De que modo podemos utilizar produtos de higiene pessoal com o menor impacto possível ao ambiente? (Grupo 3 – Trecho representativo da sequência de ensino).

Todavia, uma crítica que se destaca nessa sequência de ensino é que o tema não se apresenta de forma evidente no cotidiano dos alunos. Isso exige que o professor tenha um conhecimento inicial sobre as microesferas presentes nos produtos de higiene, para poder problematizá-lo. Embora se saiba que esses compostos podem ter um impacto direto na saúde humana e ambiental, eles costumam ser negligenciados pela mídia e ocultados pela comunidade especializada

Observou-se no planejamento da primeira etapa dos Três Momentos Pedagógicos que os professores possuíam dificuldade em propor verdadeiros problemas que agissem como fio condutor de toda sequência de ensino (Delizoicov; Angotti & Pernambuco, 2002). Verificou-se inconformidades com as características das QSC (Ratcliffe & Grace, 2003) e a baixa habilidade em articulá-las de acordo com os critérios de um problema-verdeadeiro, proposto por Campos & Nigro (1999), a saber, situações problemas reais ou fictícios, de ordem local,

regional ou global, expostas por meio de algumas estratégias, tais como texto descritivo, poema, música, imagens, experimentos, etc. Necessariamente deveria ser clara, carregar um caráter interdisciplinar, devendo apresentar uma pergunta que estimulasse a reflexão, com possibilidade de despertar a curiosidade do estudante e com capacidade de gerar hipóteses testáveis e/ou observáveis, de modo a conduzir o aluno à resolução do problema a ser investigado.

Cabe destacar que essa fragilidade já era prevista, pois, conforme indicado na caracterização do conhecimento prévio, parte dos cursistas tiveram esse conteúdo negligenciado durante sua formação inicial. Tal lacuna reflete-se nos resultados, que evidenciam um conhecimento limitado quanto ao uso de recursos didáticos, especialmente relacionados às QSC e à investigação temática, além de concepções reducionistas e cartesianas sobre o planejamento de ensino voltado ao letramento científico (Fonseca & Costa, 2025).

Portanto, constata-se o desafio na formação de professores, em capacitá-los para sanar a dificuldade na proposição de QSC com uma boa problematização. Esse fato foi percebido em algumas atividades, com capacidade de despertar pouco significado no estudante e diminuem as potencialidades da investigação das problemáticas retratadas nas sequências de ensino.

Para o *Eixo 5 – Compreensão e mobilização de conteúdo*, foi verificado que todas as sequências de ensino apresentaram “abordagem ampliada” para ambas as categorias de formação (Figura 3). Assim, a inspeção recai na *Compreensão e Mobilização de Conteúdos*, de modo a examinar se as propostas de sequência de ensino explicitam as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais (Dionor et al., 2020). Para fins de exemplificação, o Grupo 3 evidencia essas dimensões dos conteúdos de forma clara, como ilustram os trechos representativos a seguir:

Compreender a cadeia trófica, com ênfase na bioacumulação e biomagnificação (conceitual) [...]; Investigação de rótulos de produtos de higiene pessoal (procedimental) [...]; Saber agir de forma crítica, reflexiva, engajada e responsável, a fim de mitigar os problemas ambientais atreladas ao uso de produtos com microesferas sintéticas [...] (Grupo 3 – Trecho representativo da sequência de ensino).

Perante o exposto, essas dimensões vão ao encontro das implicações éticas e morais que dão respaldo ao posicionamento do aluno no mundo. Dito de outra forma, essas dimensões éticas e morais atreladas aos valores sociais, devem estar presentes na abordagem QSC (Ratcliffe & Grace, 2003; Conrado & Nunes-Neto, 2018). Sobre esse ponto, Martins & Mendes (2006, p. 13) afirmam que:

[...] a seleção dos conteúdos a serem trabalhados pode ocorrer numa perspectiva mais ampla, se procurarmos identificar, ao mesmo tempo, os conceitos, os procedimentos e as atitudes a serem trabalhados na sala de aula, de modo a enriquecer o processo ensino-aprendizagem.

Por conseguinte, observa-se outro indicativo do letramento científico evidenciado nos objetivos das atividades propostas no âmbito das sequências didáticas: *capacidade de fazer uso da linguagem científica, ponderando fatores morais, éticos e políticos para construção de argumentos fundamentados na ciência e considerando aspectos da sua natureza para agir na sociedade e na tomada de decisão*. Com base no exposto, esses aspectos estão

descritos nos fragmentos representativos a seguir, onde a professora identificada como “Prof. 19” esclarece o grau de contribuição do seu planejamentos didático:

De modo estimulador, a partir de um problema instigante, o aluno fica curioso para solucionar o problema e com isso passa a ter atitudes próprias do fazer científico: fazer observações, formular hipóteses, planejar estratégias para comprovar ou refutar as hipóteses, tabular dados e por fim apresentar resultados. Dessa forma, passam a se tornar alunos ativos e críticos, além de se aprofundarem mais nos conteúdos referentes à temática da água. (Prof. 19 – Trecho representativo de resposta de uma professora de formação continuada).

A análise dos dados revelou que o grau de formação e o nível de experiência profissional dos professores de formação continuada são elementos significativos na elaboração das sequências de ensino. Os comentários desses professores indicam uma maior confiança em propor aulas que abordam as implicações das QSC. De tal modo, esses aspectos, quando bem trabalhados são fundamentais para autonomia profissional, gerando maior encorajamento, motivação e destreza em propor planos de aulas potencialmente significativos.

É importante ressaltar que este trabalho não teve como objetivo avaliar o nível de letramento científico dos professores. A intenção foi, na verdade, verificar se as propostas apresentavam estratégias alinhadas aos indicadores de letramento científico. Além disso, a perspectiva aqui defendida é fundamentada na sua aplicação prática na sociedade, destacando a função social da educação científica no desenvolvimento de habilidades essenciais para o exercício da cidadania (Santos, 2007; Lima & Weber, 2019). Desta maneira, ressalta-se que essas dimensões teóricas que fundamentaram a proposição dos direcionamentos do IPADQSC têm sido destacadas como aspectos importantes para ampliação das potencialidades didáticas da ação educativa, de modo a auxiliar na aprendizagem significativa dos alunos (Zabala, 1998; Campos & Nigro, 1999; Delizoicov; Angotti & Pernambuco, 2002; Ratcliffe & Grace, 2003; Santos, 2007; Conrado & Nunes-Neto, 2018).

Ao considerar os eixos da ferramenta analítica de Dionor *et al.* (2020), é possível averiguar as implicações das QSC nos planos didáticos para sua inserção em contextos educacionais, para a abordagem de conteúdos científicos. Essa avaliação prévia fornece o entendimento das potencialidades e desafios didáticos nas sequências de ensino. Essa atividade final do curso foi essencial neste contexto formativo, pois foi possível propor sistemas de melhorias com o intuito de aprimorar os planejamentos, com potencial impacto na educação básica, por oportunizar aos alunos uma formação crítica, participativa e engajada na perspectiva do letramento científico para o uso na prática social (Santos, 2007).

À vista disso, observa-se que todas as sequências didáticas produzidas no âmbito do curso, sob o auxílio do IPADQSC e enquadradas como “abordagem ampliada”, apresentaram-se consistentes e com potencial de aplicação em contextos reais de ensino. Todavia, sequências de ensino que foram enquadradas com “abordagem simplificada” ou “abordagem intermediária” evidenciaram algumas limitações no planejamento, sobretudo na proposição de atividades capazes de promover maior envolvimento dos estudantes. Tais limitações, contudo, não inviabilizam a aplicação das propostas, mas indicam a necessidade de ajustes para ampliar sua coerência interna e potencial formativo.

Em vez de um “viés conteudista”, comprehende-se que essas propostas tenderam a enfatizar excessivamente aspectos conceituais, em detrimento da integração com dimensões

valorativas e contextuais, o que reduz sua capacidade de problematizar as questões sociocientíficas em profundidade. Essa observação se alinha ao Eixo 5, que enfatiza a importância da articulação equilibrada entre os diferentes tipos de conhecimento e atitudes envolvidos no processo de ensino-aprendizagem (Dionor et al., 2020). Essas constatações demonstram que os planejamentos dos cursistas, mesmo com diferentes níveis de complexidade, expressam esforços significativos de articulação entre o conteúdo científico e as dimensões sociocientíficas, ainda que em graus variados de integração.

Nesse sentido, Libâneo (1994) advoga acerca da delimitação de aspectos teóricos e práticos que possam proporcionar uma visão crítica nos estudantes. Com essa intenção, as propostas didáticas precisam levar em consideração o contexto histórico e social em que o aluno está inserido. Nessa mesma perspectiva, Martins & Mendes (2006, p. 13) ressaltam orientações importantes sobre a organização dos conteúdos, ao salientar que:

o importante, nesse momento, é estabelecer conexões entre os diferentes tópicos do conteúdo selecionado, articulando os múltiplos aspectos de cada assunto com situações cotidianas dos alunos e as outras áreas do conhecimento. Para que isso ocorra, deve-se dar uma ênfase maior ou menor a cada um dos tópicos do conteúdo e seus níveis de aprofundamento em função das possibilidades de compreensão dos alunos, principalmente, considerando o contexto social em que eles estão inseridos.

Contudo, conforme foi observado na análise das sequências que não atingiram o nível de “abordagem ampliada”, algumas etapas ainda insistem em centralizar o processo de ensino-aprendizagem no professor, revelando as raízes do sistema de formação na perspectiva da educação bancária, criticada por Freire (2005). Esses aspectos representam desafios que podem ser superados por meio de programas de formação docente com um viés crítico.

Nesse sentido, julga-se que o entendimento de uma educação bancária pode diminuir as potencialidades das QSC, pois na visão de Paulo Freire, práticas de ensino que diminuem o diálogo e centraliza aprendizagem na figura do professor podem comprometer a ação educativa, desestimular o estudante, gerar desconforto durante o processo de ensino-aprendizagem e inibir a reflexão coletiva, com impacto significativo na aprendizagem (Freire, 2005). Por outro lado, discute-se, ainda, que foram encontradas sequências de ensino que trazem nas suas atividades a proposição de tarefas coletivas e que geram conflitos de ideias, capaz de propiciar o desenvolvimento das capacidades humanas de síntese, sistematização, comunicação e ação sociopolítica. Esses pontos são importantes para o pleno preparo dos estudantes (Conrado & Nunes-Neto, 2018).

Nota-se que as sequências de ensino apresentam uma potencialidade significativa, merecendo destaque por estarem conectadas a situações problemáticas consideradas relevantes. Essas situações promovem uma reflexão aprofundada sobre questões ambientais, especialmente no que diz respeito aos recursos hídricos em escalas local, regional e global. Desta maneira, a reflexão educativa desses conteúdos pode ajudar na ampliação do entendimento dos estudantes sobre os desdobramentos sociais, políticos, econômicos, morais e éticos que permeiam as QSC descritas em cada planejamento.

As análises indicam que a proposta de formação contribuiu para ampliar a compreensão docente acerca do enfrentamento de questões controversas, sobretudo quando mediadas por uma abordagem metodológica de problematização, a qual se mostrou promissora para

potencializar o processo de ensino-aprendizagem diante do trato de QSC. Esse movimento pôde ser observado nas sequências de ensino, nas quais os professores buscaram articular temas de caráter sociocientífico às discussões conceituais e investigativas, revelando avanços na forma como compreendem e operacionalizam essas temáticas no contexto brasileiro. Além disso, emergiu das propostas a sustentabilidade como tema integrador, reconhecida pelos cursistas como eixo de articulação entre dimensões científicas, sociais e ambientais. Tal reconhecimento expressa um avanço na valorização de valores coletivos e solidários e no entendimento da educação como espaço de reflexão crítica sobre paradigmas contemporâneos e complexos (Jacobi, Toledo & Grandisoli, 2016).

Em contrapartida, é fundamental destacar a importância da formação de professores que saibam abordar os aspectos do desenvolvimento sustentável. Essa formação deve ocorrer por meio de um processo de ação-reflexão-ação, visando enfrentar os desafios socioambientais. Além disso, é crucial que essa abordagem esteja alinhada com as estratégias de QSC, que potencializam a aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades necessárias para a tomada de decisões sociopolíticas nesse cenário contemporâneo. Assim, é essencial propor ações colaborativas para enfrentar os desafios ambientais (Jacobi, Toledo & Grandisoli, 2016; Conrado & Nunes-Neto; El-Hani, 2015; Dionor et al., 2020).

Portanto, essas sequências de ensino se destacam como valiosas contribuições didáticas para a promoção das ideias de sustentabilidade e a formação de cidadãos, sob a ótica do letramento científico (Santos, 2007; Jacobi, Toledo & Grandisoli, 2016). Elas se mostram essenciais no enfrentamento e na resolução dos desafios emergentes relacionados à questão da água. Destaca-se que as estratégias de ensino utilizadas neste curso têm o potencial de enriquecer a aprendizagem significativa no contexto da sala de aula. Ademais, a proposta de relacionar o tema com os ODS chama a atenção dos professores para estabelecer a relação da educação ambiental privilegiando a sustentabilidade como algo positivo para suscitar esta necessidade da autorreflexão.

Considerações finais

Considera-se, a partir das evidências identificadas neste estudo, que o trabalho com QSC, articulado à abordagem temática-investigativa, favoreceu uma formação docente crítica e comprometida com a superação de visões tradicionais de ensino. Os resultados mapeados reforçam a relevância de constituir espaços formativos que incentivem a reflexão acerca das relações controversas do aparato científico e dos avanços tecnológicos com impactos diretos no meio social, contribuindo para ações didático-pedagógicas mais contextualizadas, interdisciplinares e socialmente relevantes para a realidade dos estudantes.

A presente investigação avança ao analisar como os cursistas em formação inicial e continuada utilizam a abordagem de QSC e o ensino temático-investigativo no processo de planejamento de sequências de ensino, particularidade que na literatura apresentava lacunas, por não demonstrar como esses aspectos se materializavam no planejamento pedagógico, ainda mais quando articulados com temáticas complexas e que apresentam várias dimensões, como a água. Esse estudo revelou como diferentes níveis de compreensão das controvérsias sociocientíficas e como a variação na capacidade de articular conceitos

científicos, dimensões valorativas e implicações sociais interferem na qualidade e no potencial das sequências de ensino, sinalizando que habilidade de trabalhar com abordagem de QSC é influenciada por fatores como experiências anteriores, tempo necessário para o planejamento e o domínio teórico-metodológico.

Assim, durante o processo de formação, os professores cursistas tiveram a oportunidade de explorar temáticas relevantes e planejar atividades que favorecem a formação orientada ao letramento científico, com potencial para estimular o engajamento e a ação sociopolítica. Isso reforça o papel central do planejamento como etapa indispensável na constituição de QSC que contemplem as dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais envolvidas nos temas abordados.

As questões trabalhadas nas sequências de ensino mostraram-se promissoras para promover práticas reflexivas e favorecer a tomada de decisões sociopolíticas pelos estudantes, evidenciando a relevância das QSC não apenas em relação aos conteúdos, mas também na promoção de competências e habilidades essenciais à atuação crítica e transformadora na sociedade.

Por outro lado, é importante notar que as sequências de ensino classificadas como de abordagem simplificada e intermediária incluíram algumas atividades com baixo potencial didático, assumido neste estudo como proposições pedagógicas pouco articuladas à problematização inicial e que não promoviam avanços conceituais significativos em termos de contextualização e aproximação da realidade dos alunos, segundo os critérios de análise adotados neste trabalho.

As diferenças observadas entre as categorias de sequências de ensino (simplificadas, intermediárias e ampliadas) não devem ser interpretadas como falhas, mas como expressões de diferentes estágios de apropriação da abordagem de QSC e da integração entre as dimensões conceituais, procedimentais e valorativas.

Todavia, reconhece-se que o tempo limitado proposto ao planejamento das sequências de ensino podem ter influenciado essencialmente nesse resultado, reduzido a possibilidade de aprofundamento das discussões e do aprimoramento pedagógico das atividades propostas, somado a algumas fragilidades formativas dos cursistas, que foi demonstrado pela diversidade de experiências anteriores entre os professores participantes, influenciando o grau de complexidade alcançado, embora não comprometeram o potencial formativo do processo. Em conjunto, os resultados revelam avanços significativos na compreensão desses docentes sobre o papel do conteúdo científico em diálogo com os aspectos sociocientíficos e investigativos, reforçando a importância de processos de formação que incentivam uma postura crítica e integração curricular.

Destaca-se que essas sequências de ensino permitiram a identificação de estratégias didáticas alinhadas à perspectiva do letramento científico, evidenciando a intenção dos professores de desenvolver nos estudantes competências e habilidades fundamentais nesse âmbito. Entre essas competências, destacam-se a compreensão de conceitos, terminologias e conhecimentos científicos; a capacidade de reconhecer as relações e implicações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA); e a análise de controvérsias científicas, com o objetivo de propor soluções para problemas cotidianos, levando em conta os aspectos da

natureza da ciência. Ademais, as propostas apresentavam atividades que incentivavam os alunos a utilizar a linguagem científica, considerando fatores morais, éticos e políticos na construção de argumentos fundamentados na ciência, de modo a agir de maneira ativa na sociedade e na tomada de decisões. As estratégias didáticas e abordagens empregadas na formação proporcionaram aos professores a confiança necessária para articular e problematizar as QSC, carregando o potencial de contribuir para o desenvolvimento do letramento científico e da sustentabilidade.

O aparato analítico empregado neste estudo demonstra a relevância das QSC na formação docente, pois as questões de natureza controversa relacionadas à temática da água têm potencial de aumentar o nível de contextualização no ensino de Ciências/Biologia e fomentar uma formação de uma cidadania plena, crítica e reflexiva, conforme ficou demonstrado nas propostas classificadas pela “abordagem ampliada”. Por outro lado, os resultados sugerem uma predominância de uma “abordagem intermediária” nas sequências de ensino produzidas, o que indica alguns desafios, como a dificuldade de elaborar um problema verdadeiro no contexto do ensino temático-investigativo e a centralização de atividades na figura do professor. É essencialmente relevante que as formações pedagógicas estejam orientadas na possibilidade de superação desses aspectos limitadores, no intuito de efetivar ações pedagógicas emancipatórias que dialoguem com a realidade social dos estudantes.

Em síntese, recomenda-se a ampliação dos cursos de formação pedagógica, visando mitigar as fragilidades identificadas e, assim, contribuir para a superação dos desafios que dificultam a aplicação das QSC na prática pedagógica, especialmente vinculadas a possibilidade de problematização por meio do ensino temático-investigativo. Para isso, é imperativo o investimento em políticas públicas de fortalecimento da prática pedagógica no âmbito da educação científica e tecnológica.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado que possibilitou a realização desta pesquisa pelo primeiro autor.

Referências

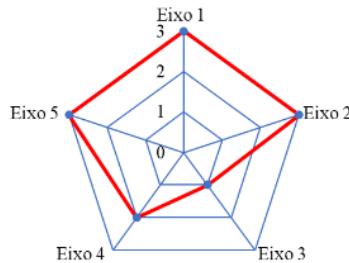
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 3(2), 122–134. <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203>
- Bardin, L. (2010). *Análise de conteúdo* (6^a ed.). Edições 70.
- Brasil. (1996). *Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Diário Oficial da União. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm
- Brasil. (1997). *Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm
- Brasil. (2017). *Base Nacional Comum Curricular*. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. BSCS.
- Campos, M. C. C., & Nigro, R. G. (1999). *Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação*. FTD.

- Conrado, D. M. (2017). *Questões sociocientíficas na educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico* [Tese de doutorado, Universidade Federal da Bahia], Repositório institucional. <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/24732/1/Tese-DaliaMelissaConrado-2017-QSC-CTSA-Final.pdf>
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). *Questões sociocientíficas: fundamentos, proposta de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. EDUFBA.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. C. A. (2002). *Ensino de ciências: fundamentos e métodos* (5^a ed.). Cortez.
- Diesel, A., Baldez, A. L. S., & Martins, S. N. (2017). Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, 14(1), 268–288. <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>
- Dionor, G. A., Conrado, D. M., Martins, L., & Nunes-Neto, N. F. (2020). Avaliando propostas de ensino baseadas em questões sociocientíficas: reflexões e perspectivas para Ciências no Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20(u), 429–464. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u429464>
- Fonseca, A. S., & Costa, I. S. (2022). Instrumento de planificación y evaluación didáctica de cuestiones sociocientíficas (IPADQSC) como material didáctico de apoyo al profesor. *Paradigma*, 43(2), 154–192. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2022.p154-192.id1183>
- Fonseca, A. S., & Costa, I. A. S. (2025). Conhecimentos prévios de professores de Biologia acerca das estratégias e abordagens potencialmente significativa. *Revista Práticas Educativas, Memórias e Oralidades*, 7(e15997), 1–25. <https://doi.org/10.47149/pemo.v7.e15997>
- Fonseca, A. S. (2021). *Diversidade metagenômica do fitoplâncton e risco social de florações de cianobactérias em reservatórios do semiárido brasileiro: mediação da pesquisa e ensino para o letramento científico* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte]. Repositório institucional. <https://repositorio.ufrn.br/items/49d83c7d-9e2a-4be4-8988-3c958861bofd>
- Fourez, G. (2003). Crise no ensino de ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2), 109–123.
- Freire, P. (2005). *Pedagogia do oprimido* (30^a ed.). Paz e Terra. https://sites.usp.br/nupic/wp-content/uploads/sites/293/2016/05/Gerard_Fourez_CRISE_NO_ENSINO_DE_CIENCIAS.pdf
- Gil-Pérez, D., & Carvalho, A. M. (2000). Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación en didáctica de las ciencias. *Educación Química*, 11(2), 244–251. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2000.2.66460>
- Jacobi, P. R., Toledo, R. F., & Grandisoli, E. (2016). Education, sustainability and social learning. *Brazilian Journal of Science and Technology*, 3(3), Article e21022. <https://bjst-journal.springeropen.com/articles/10.1186/s40552-016-0019-2>
- Keefer, M. W. (2003). Moral reasoning and case-based approaches to ethical instruction in science. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 241–259). Kluwer Academic.
- Leite, L., & Afonso, A. A. S. (2001). Aprendizagem baseada na resolução de problemas: características, organização e supervisão. *Boletín das Ciências*, 14(48), 253–260. <https://repositorium.uminho.pt/server/api/core/bitstreams/7da18632-b9d6-426d-baca-a64261fa4e2d/content>
- Libâneo, J. C. (1994). *Didática* (2^a ed.). Cortez.
- Lima, M. S., & Weber, K. C. (2019). Determinação de níveis de letramento científico a partir da resolução de casos investigativos envolvendo questões sociocientíficas. *Educación Química*, 30(1), 69–79.
- Lima-de-Jesus, Y., Carvalho, W. L. P., & Orquiza-de-Carvalho, L. M. (2025). O lugar da moral nas pesquisas em questões sociocientíficas no ensino de ciências: uma revisão sistematizada da literatura. *Investigações em Ensino de Ciências*, 30(2), 411–441. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci/2025v30n2p411>

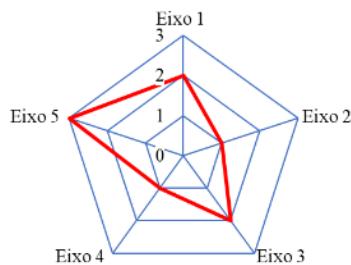
- Martínez-Pérez, L. F. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. UNESP.
- Martins, A. F. P., & Mendes, I. A. (2006). *Planejar: para que, por que, como?* EDUFRN.
- Moreira, M. A. (2011). *Potentially meaningful teaching units – PMTU*. Instituto de Física da UFRGS.
- Mortimer, E. F., & Machado, A. H. (1996). A linguagem em uma aula de ciências. *Presença Pedagógica*, 2(11), 49–57.
- Porto-Gonçalves, C. W. (2016). *Os (des)caminhos do meio ambiente*. Contexto.
- Projeto Irresistible. (2014). *Engaging the young with responsible research and innovation*.
<http://www.irresistible-project.eu/index.php/en/>
- Ratcliffe, M. (1997). Discussing socio-scientific issues in science lessons – pupils' actions and the teacher's role. *School Science Review*, 79(288), 1–8. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED462255.pdf>
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socioscientific issues*. Open University Press.
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), 1–10.
- Santos, J., Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. F. (2018). Poluição hídrica: uma questão sociocientífica para abordar a ética ambiental no ensino de ciências. In D. M. Conrado & N. F. Nunes-Neto (Orgs.), *Questões sociocientíficas: Fundamentos, proposta de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 191–212). EDUFBA.
- Santos, W. L. P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474–550.
<https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>
- Sasseron, L. H. (2020). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. ...). Cengage Learning.
- Silva, L. F., & Teixeira, E. S. (2015). A educação para a sustentabilidade: representações de educação ambiental em docentes de formação de professores. *Revista de Ciências Humanas – Educação*, 16(27), 7–21. <https://revistas.fw.uri.br/revistadec/article/view/1501/1929>
- Soares, D. L., et al. (2020). Desafios para implementação da Agenda 2030 à luz da gestão sustentável das águas. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, 14(2), 209–234.
<https://doi.org/10.19180/2177-4560.v14n22020p209-234>
- Souza, P. S., & Gehlen, S. T. (2017). Questões sociocientíficas no ensino de ciências: algumas características da pesquisa brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 19(e2569), 1–21. <https://doi.org/10.1590/1983-21172017190109>
- Viesba-Garcia, E., Viesba, L. M., & Rosalen, M. (2019). Educação ambiental para a sustentabilidade: formação continuada em foco. *Humanidades & Tecnologia em Revista*, 16(13), 1–17.
<http://repositorio.unifesp.br/handle/11600/51759>
- Orquiza-de-Carvalho, L. M., & Carvalho, W. L. P. (2018). Tecno ciências, neoliberalismo e educação científica. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(3), 537–541. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180030001>
- Orquiza-de-Carvalho, L. M., Gonçalves, L. V., & Chapani, D. T. (2021). Sequências didáticas de caráter sociocientífico como espaço de pesquisa, formação e ensino na interface escola-universidade. *Ciência & Educação (Bauru)*, 27(e21022). <https://doi.org/10.1590/1516-731320210022>
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar* (7ª ed.). Artmed.

Apêndice 1: Análise das propostas de ensino baseadas em questões sociocientíficas relacionadas à temática da água

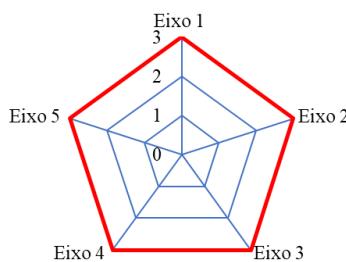
GRUPO 1: UMA GRANDE QUESTÃO DE SAÚDE EM UM PINGO DE ÁGUA



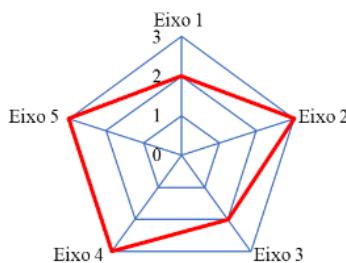
GRUPO 2: POLUIÇÃO HÍDRICA: O QUE O DESENVOLVIMENTO TEM A VER COM ISSO?



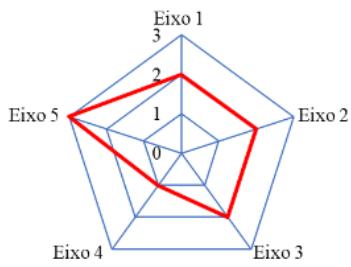
GRUPO 3: POLUIÇÃO HÍDRICA POR MICROESFERAS SINTÉTICAS: QUAL É O PREÇO DA BELEZA?



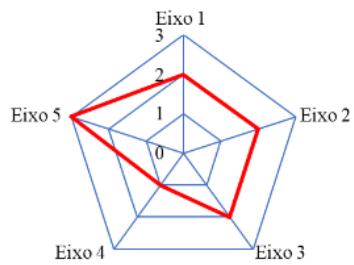
GRUPO 4: COMO CONSUMIR DE FORMA CONSCIENTE A ÁGUA EM TEMPOS DE PANDEMIA DE CORONA VÍRUS?



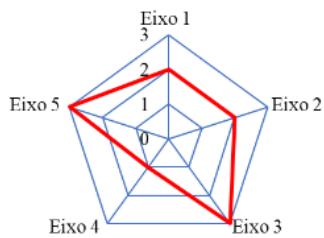
GRUPO 5: ENCHENTES: FATALIDADE OU FALTA DE PLANEJAMENTO?



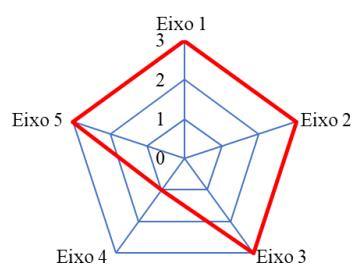
GRUPO 6: ÁGUA COM QUALIDADE: DIREITO ACESSÍVEL A TODOS?



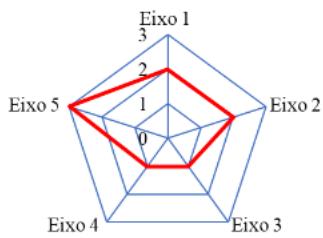
GRUPO 7: SE TEM ÁGUA, PODE TER PEIXE: É POSSÍVEL (DES)ENVOLVER O SEMIÁRIDO BRASILEIRO DE MODO SUSTENTÁVEL?



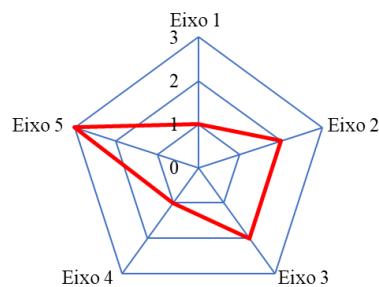
GRUPO 8: E SE OS MOLUSCOS FALASSEM, O QUE ELES DIRIAM DO AMBIENTE?



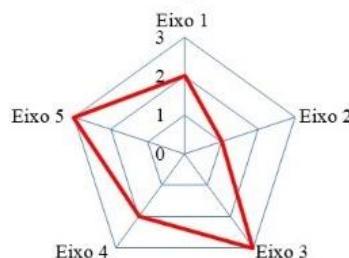
GRUPO 9: SANEAMENTO BÁSICO NA PERIFERIA: FALTA DE ENGAJAMENTO DA POPULAÇÃO OU UM PROBLEMA OCASIONADO PELO DESCASO DO ESTADO?



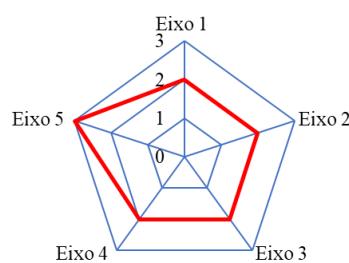
GRUPO 10: O XINGU NÃO ESTÁ MAIS PARA PEIXE!



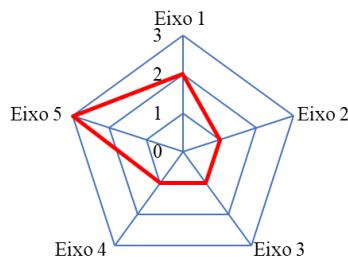
GRUPO 11: NÃO PODEMOS CHORAR PELO ÓLEO DERRAMADO! MAS O QUE PODEMOS FAZER?



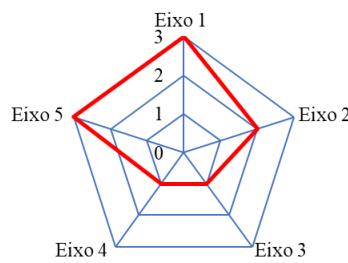
GRUPO 12: AGROTÓXICOS: ALTERNATIVAS PARA SALVAR AS PLANTAÇÕES OU UM VENENO PARA NOSSAS ÁGUAS



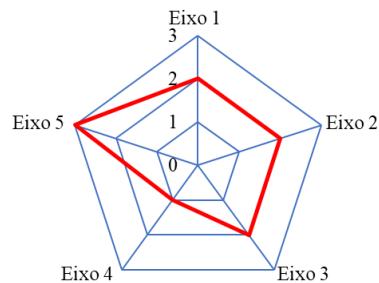
GRUPO 13: O PLANETA ÁGUA PODE SOFRER DE ESCASSEZ HÍDRICA? E O QUE EU TENHO A VER COM ISSO?



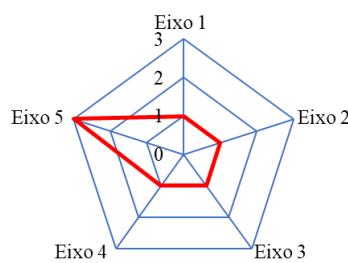
GRUPO 14: CRISE HÍDRICA NAS CIDADES BRASILEIRAS: CHUTAR O BALDE É A GOTÁ D'ÁGUA



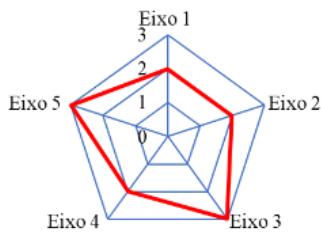
GRUPO 15: ÁGUA POTÁVEL É DIREITO DE TODOS?



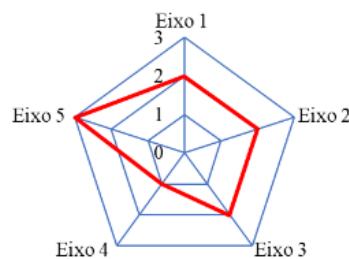
GRUPO 16: DOENÇAS TRANSMITIDAS PELA ÁGUA: E EU COM ISSO?



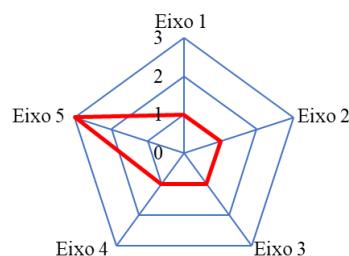
GRUPO 17: POLUIÇÃO DOS OCEANOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS NEGATIVAS PÓS-DERRAMAMENTO DE ÓLEO. E AGORA?



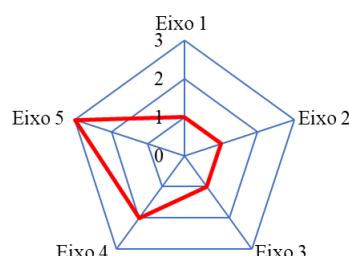
GRUPO 18: A VIDA QUE DEPENDE DA ÁGUA CORRE PERIGO. AFINAL, POR QUÊ?



GRUPO 19: A QUÍMICA NO TRATAMENTO DE ÁGUA: POR QUE EU TENHO QUE SABER ISSO?



GRUPO 20: POLUIÇÃO HÍDRICA POR MEDICAMENTOS: A DOSE QUE CURA PODE MATAR?



**GRUPO 21: O MISTÉRIO DAS ÁGUAS DO RIO POTENGI: O QUE
A ECOTOXICOLOGIA PODE NOS DIZER?**

