



Temática socioambiental da qualidade da água: uma reflexão ambiental alinhada ao Ensino de Química

Socio-environmental theme of water quality: an environmental reflection aligned with Chemistry Teaching

A. S. Santos; M. I. Santos; F. S. Oliveira; L. E. Fraga*

PPGECIA, UFS, Universidade Federal de Sergipe, 49107-230, São Cristóvão –SE, Brasil

*fragaufs@academico.ufs.br

(Recebido em 17 de janeiro de 2025; aceito em 28 de julho de 2025)

A busca pela interdisciplinaridade e contextualização no ensino tem ganhado espaço nos últimos anos, o que tem contribuído para integração entre disciplinas, conteúdos científicos e as temáticas ambientais, devido a necessidade de tornar o aluno crítico/reflexivo no seu processo de aprendizagem. Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo apresentar a investigação realizada sobre as concepções alternativas dos alunos em relação temática socioambiental da qualidade de água para o consumo humano, bem como as associações que são estabelecidas por eles entre a temática e os conteúdos científicos de “solução” e “concentração”, através da sequência didática intitulada “A água que estou consumindo é potável?”. A pesquisa desenvolvida é de abordagem qualitativa e tem como instrumentos de investigação as concepções e associações estabelecidas pelos alunos, questionários no molde aberto e confecção de cartazes. Como resultado desta pesquisa observou-se que, inicialmente, os alunos apresentaram concepções alternativas sobre a temática e o conteúdo que se distanciam do conceito científico, no entanto, ao final da aplicação da sequência didática, observou-se a evolução destas concepções, sendo que 42% dos alunos apresentaram uma evolução conceitual sobre a temática e 33% dos alunos demonstraram uma compreensão do conteúdo científico, estabelecendo uma associação com a temática. Desse modo, o estudo contribuiu para formação crítica dos alunos, visto que lhes proporcionou novos conhecimentos e reflexões sobre a problemática e conteúdos científicos trabalhados.

Palavras-chave: Educação Ambiental, ensino e aprendizagem, ensino de química.

The pursuit of interdisciplinarity and contextualization in education has gained prominence in recent years, contributing to the integration of school subjects, scientific content, and environmental issues. This trend stems from the need to foster critical and reflective thinking in students throughout their learning process. In this context, the present article aims to present an investigation into students' alternative conceptions regarding the socio-environmental issue of water quality for human consumption. It also explores the connections students make between this topic and the scientific concepts of “solution” and “concentration,” through the implementation of a didactic sequence titled “Is the water I’m drinking safe?”. This qualitative study used students' conceptual associations, open-ended questionnaires, and poster production as tools for data collection. The findings revealed that, initially, students held alternative conceptions about the topic and related scientific content that diverged from scientifically accepted explanations. However, by the end of the didactic sequence, significant progress was observed: 42% of the students showed conceptual development regarding the theme, and 33% demonstrated a better understanding of the scientific concepts, successfully linking them to the environmental issue. Thus, the study contributed to students' critical development by providing them with new knowledge and opportunities for reflection on both the environmental problem and the scientific content addressed.

Keywords: Environmental Education, teaching and learning, teaching of chemistry.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de química deve apresentar como princípio base a formação do cidadão crítico e consciente de seu papel no meio social, que busque, por meio do conhecimento científico, transformar o mundo ao seu redor, agindo de maneira consciente e ativa nas diversas questões da sociedade, sejam elas políticas, econômicas, culturais, sociais ou ambientais. É observado que, na atualidade, o ensino de química permanece voltado somente para a reprodução teórica de conteúdos e aplicação de exercícios em aulas práticas, teóricas e experimentais, sem buscar

motivar os alunos ou prepará-los para se posicionar e solucionar os problemas na sociedade [1, 2], representando um descolamento da pesquisa em ensino de química.

Com isso, é visto que atualmente se tem a demanda por um ensino que proporcione ao aluno estar ativo em sua aprendizagem, atuando como protagonista e tendo a oportunidade de questionar, refletir e solucionar questões, que não somente o fará compreender o conteúdo científico, como também as questões presentes em seu cotidiano, utilizando suas aprendizagens para solucionar os diversos problemas que permeiam a sociedade, trazendo efetividade para o processo de ensino e aprendizagem da química [3].

Nesse contexto de formação do cidadão crítico e consciente do seu papel na sociedade existem várias abordagens temáticas que vêm sendo utilizadas pelos professores, como meio de tornar o ensino mais atrativo e significativo para os alunos, entre estas se têm a abordagem de temáticas ambientais, que apresentam uma grande contribuição na formação cidadã, pois proporcionam o desenvolvimento de novos valores, comportamentos e atitudes do aluno perante a sociedade [3]. De forma geral, as temáticas ambientais despertam o interesse dos alunos, visto que são trabalhadas através delas diversas problemáticas que estão no cotidiano dos mesmos, o que possibilita o ensino alinhado a problemas reais, em se tratando de Educação Ambiental (EA), a crise climática global e seus efeitos regionais e locais oferecem temáticas para discussão em sala de aula [4].

Dentro desse contexto, observa-se que as temáticas ambientais permeiam o ensino em todos os níveis educacionais, desde o fundamental menor até o ensino superior, tendo em vista que fazem parte de uma modalidade da educação que é tida como transversal, que é a Educação Ambiental (EA). De maneira geral, a EA pode ser compreendida como uma dimensão de ensino na qual o indivíduo constrói uma visão de mundo, sobre os problemas sociais voltados para o meio ambiente, buscando compreender e intervir no problema, por meio das habilidades, conhecimentos e atitudes desenvolvidos durante o processo de construção do seu entendimento sobre as questões socioambientais [4].

A EA apresenta-se no ensino de maneira transversal, por apresentar problemáticas e questões sociais que podem ser integradas e trabalhadas nas propostas educacionais de maneira interdisciplinar, possibilitando que os alunos sejam capazes de identificar as questões socioambientais presentes na sociedade e intervir nelas, o que ultrapassa os muros da escola e coloca o aluno como protagonista da sua aprendizagem, possibilitando colocar seus conhecimentos em prática [4-6].

Ao se trabalhar sob essa perspectiva, é possível se distanciar do ensino “tradicional”, em que o aluno é visto como mero espectador e receptor de conteúdo, sem que tenha protagonismo na construção do seu conhecimento, e desenvolver uma forma de ensino em que ele se torne ativo e protagonista do seu processo de aprendizagem [7]. Diante disso, é notória a dificuldade que se enfrenta no ensino, no que tange a articulação entre as temáticas ambientais e a educação escolar, que normalmente é disciplinar. No entanto, para um ensino que relacione temáticas presentes na sociedade a conteúdos científicos é necessário que se reelaborem as informações, e que sejam planejadas as atividades a serem trabalhadas, buscando o diálogo e a interação entre os envolvidos, para que assim sejam construídos e reconstruídos os conceitos no processo de ensino e aprendizagem [8].

Nessa busca por melhorias no ensino de química, tem-se procurado cada vez mais novas metodologias e recursos, que melhorem o processo de ensino e aprendizagem e torne o aluno protagonista da sua aprendizagem. Um dos recursos que vem sendo utilizado é a Sequência Didática (SD), a qual tem como intuito proporcionar ao estudante a construção do conhecimento através de uma sucessão de atividades, como debates, pesquisas, experimentos, projetos, entre outros, visto que ao utilizar diferentes estratégias é possível tornar o ensino mais dinâmico e diversificado, bem como contribuir para aprendizagem do aluno [1, 9]. No contexto geral, a SD pode ser conceituada de acordo com a definição empregada por Oliveira (2013, p. 39) [7] que a considera como “[...] um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem”.

Diante de tal definição, é possível notar que a sequência didática possibilita que o professor trabalhe temáticas do cotidiano do aluno, instigando sua participação e interação, tornando o

ensino mais investigativo e voltado para a formação do cidadão crítico e reflexivo, sendo possível utilizar os conhecimentos prévios dos alunos como meio de problematização de um tema, para desenvolvimento e construção de conceitos científicos. Na literatura, são vistos diversos trabalhos que utilizam a SD como meio de ministrar aulas mais interativas e de trabalhar temáticas ambientais de relevância social, sendo possível citar os trabalhos de Arrigo et al. (2018) [10], Magrin et al. (2020) [11], Marques et al. (2020) [12], Costa et al. (2020) [13], Bonfim e Pinheiro (2022) [6].

O trabalho de Arrigo et al. (2018) [10] intitulado “O ensino de química e a educação ambiental: uma proposta para trabalhar conteúdos de pilhas e baterias”, apresentou como principal objetivo realizar a avaliação da compreensão dos alunos sobre a educação ambiental, por meio do estudo dos conteúdos de pilhas e baterias. Para isso, foi elaborada uma sequência didática, que teve por base a abordagem temática dos três momentos pedagógicos, sendo que ao final da aplicação da sequência foi possível analisar os conhecimentos prévios dos alunos e as evoluções conceituais, que, segundo os autores, é possível, desse modo, proporcionar uma educação ambiental e científica aos alunos.

O trabalho de Magrin et al. (2020) [11] intitulado “Educação Ambiental no ensino de Química: o lixo eletrônico como abordagem temática”, discutiu a compreensão dos estudantes do Ensino Médio em perceber a contaminação ambiental por lixo eletrônico, tendo como intuito relacionar essa temática do cotidiano dos alunos, ao nosso papel enquanto sociedade, na preservação do meio ambiente. Nesse caso, foi elaborada uma sequência didática, estruturada em cinco etapas, em que buscou-se utilizar diferentes metodologias e recursos. Para o trabalho de Marques et al. (2020) [12], intitulado como “Sequência didática sobre qualidade do ar: possibilidades para o ensino de química contextualizado”, é visto que se objetivou abordar a qualidade do ar perpassando pelos conteúdos conceituais do componente curricular de Química, sendo trabalhado por meio de uma sequência didática, em que se tem uma situação problema a ser debatida e uma série de atividades que contribuem para o ensino.

No trabalho de Costa et al. (2022) [13] intitulado “*A Proposal for the Chemical and Environmental Education Teaching Through the CTSE Approach: A Teaching Sequence for the Thematic Water*”, o objetivo central foi o desenvolvimento de uma sequência didática com enfoque na abordagem da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), para tal partiu-se da temática água como meio de atrair o interesse dos alunos e desenvolver o conhecimento químico, a metodologia adotada baseou-se em três etapas, sendo que a primeira etapa foi a investigação da opinião dos alunos sobre o tema, a segunda etapa foi a exposição e debate de um vídeo sobre “escassez de água e soluções” e a terceira etapa foi a introdução de conceitos e relações com a temática, sendo evidenciado ao final um melhor desempenho dos alunos com o conteúdo estudado.

Mais recentemente é possível citar o trabalho de Bonfim e Pinheiro (2022) [6] que é intitulado “A “Água” em foco: relações entre vídeos de temática socioambiental e a química”, que tem por objetivo relatar a experiência de conhecer as relações que estudantes de nível médio estabelecem entre a química e temáticas socioambientais, por meio de suas impressões sobre vídeos. Nesse estudo a abordagem fundamentou-se nos três momentos pedagógicos, problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento [14]. Sendo desenvolvidos por meio de vídeos, discussões e resoluções escritas de perguntas, buscando contribuir para a inserção de questões socioambientais no Ensino de Química.

A partir dos trabalhos mencionados anteriormente é visto que para o desenvolvimento da SD é possível utilizar vários temas ou temáticas presentes no cotidiano dos alunos. Um outro exemplo a ser citado é o do tema água, que apresenta diferentes eixos que podem ser trabalhados em uma aula de química, sendo possível, por exemplo, abordar a problemática socioambiental da qualidade da água para o consumo humano, visando assim, o entendimento de conteúdos químicos como solução química e concentração. Visto que ao trabalhar esse tema, será possível apresentar os padrões que regulamentam a qualidade da água, segundo a Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021, bem como apresentar o direito que o indivíduo tem de receber a água dentro dos padrões de potabilidade e a importância de cuidar desse bem indispensável à vida, contribuindo para a formação integral do cidadão [15].

Nesse sentido, o desenvolvimento dessa SD pode ocorrer tendo como base os três momentos pedagógicos, proposto por Delizoicov et al. (2011) [14], sendo esses momentos compostos por: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. A problematização inicial é o momento no qual ocorre a exposição e problematização dos conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema gerador, visando apresentar aos alunos a necessidade de aprofundar seus conhecimentos em relação ao tema.

O segundo momento é a organização do conhecimento, que tem como objetivo selecionar e organizar os conceitos necessários para o entendimento do tema em estudo. Por fim, no terceiro momento ocorre a aplicação do conhecimento, destinado à aplicação do conhecimento construído, levando em consideração toda a problematização inicial e organização do conhecimento, visando à formação de um cidadão crítico, que aplica o conhecimento adquirido em situações cotidianas [14]

Por meio desse tipo de abordagem, torna-se possível utilizar os conhecimentos cotidianos dos alunos como alicerce para a construção de novos conceitos e conhecimentos mais elaborados e articulados com os conceitos científicos. Isso fica claro quando é analisada a visão de Pozo e Crespo (2009) [16], sobre a importância das concepções alternativas dos alunos, uma vez que, para esses autores, o conhecimento que o aluno chega na sala de aula estará baseado nas suas vivências cotidianas, estando desvinculado dos conhecimentos científicos, sendo esse um importante desafio, pois é muito difícil para o aluno fazer uso do conhecimento científico em seu cotidiano, mesmo após a escolarização. No entanto, faz-se necessário que ambos os conhecimentos estejam articulados no processo de ensino, para que os alunos consigam compreender os conceitos científicos e aplicá-los em contextos do seu cotidiano [16].

Com isso, é necessário que, no processo de ensino e aprendizagem, as concepções dos alunos sejam o passo inicial para o desenvolvimento dos conceitos científicos. Para tal, é necessário que o professor identifique essas concepções, antes de apresentar novos conhecimentos aos alunos [16]. Para Pozo e Crespo (2009) [16], as concepções alternativas podem ser caracterizadas pela sua origem, podendo ser classificada em concepções de origem sensorial, cultural ou escolar.

A concepção de origem sensorial, é definida como aquela que se origina na necessidade de explicar atividades do cotidiano, pois ela é associativa e trata do pensamento causal do indivíduo sobre questões cotidianas, já o segundo tipo, é a concepção de origem cultural que é definida como aquela baseada no contexto social e cultural do aluno, sendo que esse tipo de concepção se apresenta enraizada na sociedade e uma grande quantidade de pessoas compartilham das mesmas ideias, o que as torna muitas vezes crenças sociais [16].

Tem-se a concepção de origem escolar, a qual é tida como aquela em que o aluno tende a relacionar os conhecimentos escolares aos seus conhecimentos cotidianos, e tendem a considerá-los como se fossem semelhantes, mesmo apresentando apenas analogias. Esse tipo de concepção pode geralmente ser apresentado ao aluno através de livros didáticos, explicações, representações simplificadas ou deformadas de conceitos científicos e, assim, o aluno apresenta uma compreensão distorcida ou confusa dos conceitos [16].

Dessa maneira, a partir dos contextos apresentados anteriormente, relacionados a importância do ensino e aprendizagem da Química, estando voltada a uma temática ambiental que visa a formação do cidadão crítico e reflexivo, por meio do uso de um recurso de ensino e aprendizagem como a sequência didática, apresentamos aqui a questão de pesquisa que irá nortear os resultados deste artigo: quais as concepções e associações que os estudantes estabelecem entre a problemática socioambiental da qualidade da água e o conteúdo científico de solução química e suas concentrações?

Portanto, o presente estudo teve como objetivo investigar as concepções alternativas dos alunos sobre a qualidade da água para consumo humano e suas associações com os conteúdos de solução e concentração, por meio da aplicação da sequência didática “A água que estou consumindo é potável?”.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

Este estudo foi desenvolvido por meio da abordagem qualitativa, a qual busca realizar a observação dos fenômenos naturais, presentes no contexto dos participantes, buscando descrever esses fenômenos e interpretá-los segundo os significados que os participantes atribuem a eles. Nesse tipo de pesquisa, todos os fenômenos podem ser investigados, e a estes podem ser atribuídos significados que trazem resultados para um grupo de participantes, já que este é um estudo subjetivo e torna-se possível existir múltiplas interpretações para um mesmo fenômeno em estudo [17].

O público-alvo desta pesquisa foram 18 estudantes de uma turma da 2^o série do Ensino Médio, de um colégio estadual situado na região agreste de Sergipe, sendo necessário destacar que inicialmente 18 alunos participaram da pesquisa e ao final da aplicação apenas 12 alunos permaneceram. Nessa proposta buscou-se trabalhar a temática socioambiental da qualidade de água para consumo humano e associar aos conteúdos químicos de solução e concentração. Para a realização da coleta dos dados, seguiu-se princípios éticos como critério para a participação na pesquisa, em que os participantes receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e um Termo de Autorização para uso de Imagem e Depoimento (TAID), visando respeitar o anonimato e integridade dos participantes, sendo estes termos assinados pelos alunos maiores de idade e por responsáveis dos alunos menores de idade. Além dos termos de participação, o anonimato dos participantes e da instituição na qual a pesquisa foi desenvolvida foi mantido, sendo codificados os nomes dos participantes e seus dados.

A coleta de dados foi realizada por meio das atividades presentes na composição da sequência didática “A água que estou consumindo é potável?”, a qual apresenta questionários do tipo aberto, história em quadrinhos investigativas, experimentação e apresentação de cartazes. Para tal, utilizou-se como meio de coleta de dados os questionários no molde aberto (Quadro 1), que segundo Fachin (2006, p. 158) [18], consiste em “uma série de perguntas organizadas com o fim de se levantar dados para uma pesquisa, com respostas fornecidas pelos informantes, sem assistência direta ou orientação do investigador”. Deste modo, os questionários foram utilizados visando a liberdade dos participantes em responder dentro dos seus conhecimentos os questionamentos lançados, podendo assim, apresentar de fato seu ponto de vista e entendimentos a respeito da temática e conceitos químicos trabalhados, antes e após a aplicação da sequência didática.

Quadro 1: Questionário de concepções prévias e questionário final aplicados para coleta de dados.

Questionário de concepções prévias	1. Na sua opinião, a água que você consome é de qualidade? Justifique sua resposta.
	2. Levando em consideração sua definição para água de qualidade, você considera a água de poços artesianos própria para consumo? Justifique sua resposta.
	3. A água que você consome pode ser considerada uma mistura? Justifique sua resposta.
Questionário final	1. Através dos seus conhecimentos, defina o que é água potável?
	2. Com base nas discussões realizadas durante as aulas, é possível relacionar a temática da qualidade da água aos conteúdos de solução e concentração. A partir dessa afirmação, descreva com suas palavras, quais relações você construiu durante a aplicação da sequência didática em relação ao tema discutido e os conteúdos químicos de solução e concentração.

Utilizou-se também a confecção de cartazes, importantes por ser uma atividade em que os alunos podem interagir, discutir e refletir sobre o tema em estudo, sendo possível tornar o aluno ativo no processo de aprendizagem, e também instigar o aluno a desenvolver novas habilidades, observar suas capacidades, explorar e realizar uma reflexão sobre problemas reais em seu cotidiano [19]. Diante disso, é importante mencionar que os instrumentos de coleta de dados passaram por um processo de validação, sendo que a sequência didática foi enviada para três professores da rede básica de ensino do Estado de Sergipe, que participam de projetos institucionais de iniciação à docência desenvolvidos na Universidade Federal de Sergipe, para avaliação, uma vez que após a avaliação dos professores foram realizadas as correções sugeridas para melhoria do instrumento.

Para a realização da interpretação dos dados da pesquisa utilizou-se a análise de conteúdo, que se apresenta como um instrumento que pode ser adaptado para a análise de variados campos de pesquisa, tendo em vista que se fundamenta na comunicação. Logo, os métodos de análise de dados podem ser utilizados em múltiplos casos. Esse instrumento de análise de dados é definido segundo Bardin (2016) [20] como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (Bardin, 2016, p. 49) [20].

Com isso, é visto que por meio desse método é possível realizar inferências sobre os conteúdos das mensagens coletadas, ou seja, é possível realizar interpretações com base nos resultados presentes nas mensagens, obtendo as respostas das questões de pesquisa investigadas. Os dados coletados foram submetidos às três etapas da análise de conteúdo proposta por Bardin (2016) [20], que são: a pré-análise; a exploração do material; o tratamento dos resultados e a inferência e interpretação.

Inicialmente, foi realizada a pré-análise, em que foi realizada a leitura flutuante dos dados obtidos com a aplicação da sequência didática, sendo assim constituídas as primeiras impressões sobre os dados obtidos, em seguida a escolha dos dados que compõem o *corpus* do trabalho, formulando hipóteses e objetivos, com base nele, em seguida realizou-se a organização dos dados, transcrevendo e agrupando, para a análise posterior.

Após, realizou-se a etapa de exploração do material, em que ocorreu a codificação dos dados obtidos, os quais receberam códigos que variaram de A1 à A18, e posteriormente ocorreu o agrupamento dos dados em conjuntos semelhantes. Por fim, foi a etapa de tratamento dos dados, interpretações e inferências, em que foram criadas categorias, *a posteriori*, ou seja, os dados codificados foram agrupados em categorias voltadas aos conteúdos obtidos na pesquisa, sendo que essas categorias respondem aos objetivos da presente pesquisa e também apresentam novas hipóteses e objetivos.

2.2. Planejamento e aplicação da sequência didática

Aportando-se nos três momentos pedagógicos proposto por Delizoicov et al. (2011) [14], foi construída uma sequência didática intitulada “A água que estou consumindo é potável?”, a construção da sequência didática partiu do tema gerador água e foi trabalhada a problemática socioambiental da qualidade de água para consumo humano, relacionando, assim, a temática aos conteúdos de solução e concentração. A sequência foi planejada com o intuito de ser desenvolvida em três momentos, cada momento seria realizado em duas aulas de 50 minutos cada, sendo esses momentos a problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. No entanto, para o desenvolvimento do segundo momento, que é a organização do conhecimento, foi planejada a utilização de quatro aulas de 50 minutos cada, visto que este é o momento de organizar e relacionar a temática em estudo e os conteúdos científicos.

A seguir será apresentado o Quadro 2, o qual retrata o planejamento e a organização da sequência didática para cada momento, sendo relatado a quantidade de aula, a divisão por momento e as principais atividades e recursos didáticos de cada aula.

Diante do planejamento apresentado no Quadro 2, é possível mencionar que, para sua execução, ocorreram mudanças no momento da aplicação, tendo em vista que foi necessário a utilização de nove aulas de 50 minutos cada, pois durante a aplicação das aulas tivemos alguns contratempos, como horário de intervalo entre as aulas, horário de lanche da escola no horário da aula, tendo um retorno com atraso de 10 minutos para a aula e diminuindo o tempo para as atividades da sequência didática dentro do planejamento estabelecido, respectivamente. Dessa maneira, o primeiro momento foi executado como apresentado no Quadro 1, com a aplicação do questionário prévio, apresentação do vídeo e debate após vídeo, para o segundo momento ocorreram mudanças, tendo em vista que nas duas primeiras aulas só foi possível realizar a aplicação da história em quadrinhos investigativa e seu debate.

Quadro 2: planejamento da sequência didática “A água que estou consumindo é potável?”

Momentos pedagógicos	Aulas (50 min.)	Atividades/ recursos
1º momento: Problemática inicial	1	Questionário de concepções prévias;
	2	Aplicação de um vídeo intitulado "A água e sua escassez"; Debate pós vídeo;
2º momento: Organização do conhecimento	3	Histórias em quadrinhos investigativas sobre os parâmetros de qualidade da água presentes na Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021;
	4	Debate sobre as histórias em quadrinhos e estabelecimento de relação entre os parâmetros e os conteúdos de solução química e concentração; Aprofundamento do conteúdo científico de solução e concentração, por meio do uso de slides;
	5	Aula Experimental da técnica de titulometria clássica para análise de dureza total e cloreto na água do poço artesiano da escola;
	6	Explicação do projeto final para construção dos cartazes de conscientização;
3º momento: Aplicação do conhecimento	7	Apresentação das propostas de cartazes de cada grupo;
	8	Aplicação do questionário final;

Para as outras duas aulas referente ao segundo momento, realizou-se o aprofundamento do conteúdo de solução e concentração, a experimentação por meio da técnica de titulometria clássica e a explicação do projeto final de construção dos cartazes. Para que fosse possível realizar essas atividades foram necessários à utilização de mais 50 minutos de aulas. O último momento ocorreu de acordo com o planejado, ocorrendo a apresentação e discussão dos cartazes confeccionados e aplicação do questionário final, logo, a partir dos dados coletados na aplicação da sequência, foi possível realizar um cruzamento com base nas teorias presentes na literatura e foi possível discutir os resultados obtidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Identificação e classificação das concepções alternativas dos alunos

Nesta seção serão discutidos os resultados obtidos sobre as concepções alternativas dos alunos acerca da qualidade de água para consumo humano e, também, as concepções relacionadas ao conceito científico de solução. Para isso, foi utilizado o questionário de concepções prévias, em que se observou quais eram as compreensões iniciais dos alunos sobre a temática em estudo e os conteúdos, antes que ocorresse a aplicação da sequência didática, já que posteriormente foram observadas as novas associações e conceitos construídos pelos alunos.

A discussão apresentada a seguir tem enfoque nas concepções dos alunos acerca da definição do que é uma água adequada para o consumo humano, bem como suas considerações sobre a qualidade da água de poços artesianos. Na obtenção de tais respostas foram feitos os seguintes questionamentos: “Na sua opinião, a água que você consome é de qualidade? Justifique sua resposta” e “Levando em consideração sua definição para água de qualidade, você considera a água de poços artesianos própria para consumo? Justifique sua resposta.

Mediante as respostas obtidas, foram criadas quatro categorias: “Qualidade relacionada ao tratamento da água”, “Qualidade relacionada à origem da água”, “Qualidade relacionada às características organolépticas” e “Respostas sem enquadramento”, que estão descritas no Quadro 3.

Quadro 3: Categorias relacionadas às concepções alternativas dos alunos sobre a conceitualização de qualidade da água.

Categoria Códigos	Qualidade relacionada ao tratamento da água	Frequência
A7	Na verdade não tenho certeza, porque eles fazem um tratamento, mas não temos certeza que o tratamento é correto.	10
A13	Sim, porque a água é filtrada e ainda é passada por aparelhos que limpam ela e fica com boa qualidade.	
A1	Eu acho que não, pois ela não passa por processos de limpeza.	
Categoria Códigos	Qualidade relacionada à origem da água	Frequência
A3	Sim, na minha opinião é uma água de qualidade, pois é mineral.	5
A8	Acho que sim, porque é água de poço artesianos.	2
Categoria Códigos	Qualidade relacionada às características organolépticas	Frequência
A6	Acho que sim, por ela ser limpa e não ter gosto.	8
A9	Não, pois ela fica parada e tem gosto ruim.	
A14	Não, pois as vezes ela está com gosto de cloro.	
Categoria Códigos	Respostas sem enquadramento	Frequência
A3	Não sei o que é um poço artesianos.	11
A12	Na minha opinião sim, porque eu não passo mal com a água que eu consumo.	

As categorias construídas mostram as associações que os alunos traçam entre a qualidade da água e o que a define, sendo que as respostas desconsideram os aspectos científicos que

caracterizam a água de qualidade. Ao realizar uma análise dessas respostas, de acordo com as ideias sobre concepções alternativas de Pozo e Crespo (2009) [16], é possível classificá-las como de origem sensorial, uma vez que 61 % dos alunos ao serem questionados sobre a qualidade da água para consumo humano apresentam como concepção que a qualidade da água está relacionada ao processo de tratamento ao qual ela é submetida, local no qual ela se origina ou as características visuais e sensoriais que ela apresenta. A partir dessa análise, é visto que essas concepções atendem a primeira regra da concepção de origem sensorial, que é a semelhança entre causa e efeito ou entre a realidade e o modelo, não levando em consideração outros aspectos além das concepções espontâneas [16].

Diante disso, ao realizar uma análise crítica das respostas, é visto que nenhuma delas apresenta uma articulação com as definições científicas que caracterizam uma água de qualidade, de acordo com a Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021, para a água ser de qualidade para o consumo humano, ela deverá ser uma água potável, ou seja, que atende aos padrões de potabilidade e não oferece risco à saúde, podendo ser ingerida, utilizada no preparo de alimento e higiene, independente da sua origem. Também é visto no Art. 5º da portaria supracitada, que os padrões organolépticos, implicam na aceitação da água, mas não implica necessariamente em sua qualidade, não impedindo que a mesma cause risco à saúde [15].

Este fenômeno é compreendido por Pozo e Crespo [16] como natural da aprendizagem do aluno porque as concepções alternativas estão muito arraigadas à cognição, neste caso as concepções de origem sensorial se mostram prevalentes, pois por meio delas o aluno experimentou em seus sentidos aspectos relacionados ao que ele compreende ser água de qualidade para consumo humano, entra em cena a observação ingênua, ausente de teoria, que é característico do conhecimento do senso comum.

Na categoria “Respostas sem enquadramento”, observou-se que 31% dos alunos não apresentam uma concepção definida sobre a qualidade da água, sendo observado que, os mesmos apresentam concepções pouco conclusivas ou até mesmo desconhecem o que é uma água de qualidade, ou o que é um poço artesiano, não sendo possível classificá-las com base nas concepções alternativas propostas por Pozo e Crespo (2009) [16].

Além das concepções relacionadas à qualidade da água, os alunos também foram questionados sobre o conceito de solução, em que se realizou o seguinte questionamento: “A água que você consome pode ser considerada uma mistura? Justifique sua resposta”. É importante salientar que nesse questionamento o termo solução foi substituído por mistura, no intuito de evitar que os alunos compreendessem o termo solução como a “resolução de um problema”. Mediante as respostas obtidas, foram criadas duas categorias: “Aproximação com conceito de solução”, “Distanciamento do conceito de solução”, que estão descritas no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4: Categorias relacionadas às concepções alternativas dos alunos sobre a conceituação de solução.

Categoria Códigos	Aproximação com o conceito de solução	Frequência
A1	Sim, pois tem muitas substâncias nela.	5
A9	Sim, de água e outros sais minerais.	
A11	Sim, porque a água é misturada com várias substâncias [...].	
Categoria Códigos	Distanciamento do conceito de solução	Frequência
A16	Sim, pode ser considerada uma mistura de nutrientes para a composição da água e filtração dela.	9
A17	Sim, uma mistura para poder filtrar e manter ela limpa.	

Ao analisar a categoria “Aproximação com o conceito de solução”, é observado que 28% dos alunos apresentam uma concepção inicial sobre o conceito de solução, que se encontra próxima de conceituações simplificadas sobre solução presente na literatura. Pode-se observar conceituações que estão presentes em alguns livros didáticos, que trabalham o conceito de solução de maneira superficial, livros esses mencionados por Catiavala et al. (2023) [21], em seu trabalho sobre as concepções dos estudantes sobre os conceitos de solução, soluto e solvente, os pesquisadores retratam que o conceito de solução aparece de forma superficial nos livros dos seguintes autores: Russell 1994; Usberco e Salvador 2002; Rosenberg et al. 2013 e Fonseca 2013.

Sendo observado que, nesses livros, o conceito de solução é resumido a definição de “um sistema homogêneo formado pela mistura de duas ou mais substâncias”, desconsiderando o aspecto microscópico da solução, estando assim essa definição relacionada às respostas dos alunos, que apresentam uma conceituação de solução também em nível superficial (Catiavala et al. 2023, p.6) [21].

Além disso, ao observar as respostas, é possível classificar as concepções apresentadas pelos alunos como de origem escolar, já que essas definições apresentadas por eles, podem ter surgido através de contatos anteriores com livros didáticos ou explicações simplificadas, assim, é possível perceber que mesmo sem trazer uma explicação com termos químicos, que explique utilizando uma visão microscópica a solução, é possível observar o entendimento inicial dos alunos em relação ao conceito geral de mistura homogênea [16]. Sendo que no trabalho de Catiavala et al. (2023) [21] foram encontrados resultados parecidos, uma vez que ao questionar os alunos sobre o que eles entendem por solução, foi observado que 9,52 % dos alunos consideram solução uma mistura homogênea de substâncias.

Ao analisar a categoria “Distanciamento do conceito de solução”, é possível perceber que 50% dos alunos apresentam uma concepção sobre a conceituação de solução distante do conceito presente na literatura, seja ele superficial como mostrado anteriormente ou aprofundado em termos de definições em nível microscópico. No geral, os alunos consideraram a água enquanto mistura heterogênea, observando-a em nível macroscópico, não sendo observada a percepção dos alunos em considerar a água enquanto mistura homogênea, no sentido de apresentar substâncias dissolvidas em seu meio, constituindo ao final uma solução química.

Portanto, é possível classificar essas concepções apresentadas como concepções de origem sensorial, uma vez que eles associam o tratamento pelo qual a água passa ao fato da mesma ser uma mistura, sendo evidenciada a presença da segunda regra da concepção sensorial, descrita como regra de contiguidade espacial, em que se tem o contato direto entre causa e efeito, em que o fato da água ser uma mistura é a causa, para que ela necessite passar por tratamento, sendo esse o efeito [16].

Ainda houve dentro das respostas obtidas, 4 alunos (A2, A6, A8 e A15) que apresentaram baixo entendimento sobre o conceito de solução, isto inclui a concepção de que a água não é uma solução, observando que nessas respostas não se tem uma visão microscópica da água, já que o aluno não consegue considerar que nela estão presentes substâncias dissolvidas, apresentando assim uma concepção que deve ser superada, para que este consiga compreender o que é uma solução e como ela se constitui, seja essa solução a água ou qualquer outra.

Desse modo, é observada a dificuldade para construção desse conceito por causa da não visualização da água como uma solução a partir dos diferentes níveis de representação do conhecimento químico, uma vez que esse aluno não consegue visualizar a presença de diferentes substâncias na água, surge a dificuldade, para resolver isto, se sugere na abordagem de ensino que existam atividades que abranjam os três níveis de representação do conhecimento químico, sendo eles o macroscópico, microscópico e simbólico [21].

3.2. Construção de conhecimento e associações estabelecidas entre a temática socioambiental e o conteúdo científico

Por meio da sequência didática foram desenvolvidas atividades utilizando várias estratégias como: vídeo didático, para apresentar a problemática da qualidade da água; histórias em quadrinhos (HQ) investigativas, construídas para apresentar a portaria regulamentadora da qualidade de água, bem como alguns dos seus parâmetros; aprofundamento do conteúdo e sua

relação com a temática; experimentação investigativa [22] para analisar alguns parâmetros na água que abastece a escola, comparar com a portaria regulamentadora, e discutir a qualidade da água em termos da investigação realizada; construção de cartazes.

Sobre a HQ investigativa construída, seu perfil guarda semelhanças com a HQ desenvolvida por Santos et al. (2020) [23] em relação ao estabelecimento da investigação e interação. A partir do uso da HQ foi possível interagir com os alunos e apresentar de forma interativa, lúdica e investigativa a Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021 que designa as características essenciais da água potável. A seguir nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentados trechos das HQ construídas para trabalhar a portaria regulamentadora da qualidade da água.



Figura 1: Ilustração da história em quadrinhos intitulada “Será que podemos beber qualquer água?”



Figura 2: Ilustração da história em quadrinhos intitulada “Por que a água não espuma?”



Figura 3: Ilustração da história em quadrinhos intitulada “Que sabor é esse na água?”

Além do uso das HQ, outro recurso utilizado foi a experimentação investigativa, a qual se desenvolveu por meio do entendimento das características físico-químicas da água da escola. Através da análise de dois parâmetros presentes na Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021, sendo eles a dureza total e cloreto, buscou-se despertar a curiosidade e o interesse dos alunos em compreender a real situação da água da escola e como são determinados alguns parâmetros de potabilidade. Nesse sentido, a atividade pode ser considerada investigativa por ter proporcionado ao aluno ser o sujeito ativo do processo, possibilitando por meio da investigação da qualidade da água promover a reflexão, argumentação e questionamento dos alunos durante a execução da prática, tornando o processo dinâmico e contribuindo para a estruturação de novos conhecimentos sobre a temática e os conceitos químicos estudados [22, 24].

Possibilitando assim a compressão não somente sobre a qualidade da água que é disponibilizada na escola, mas em um contexto amplo, em termos da qualidade das águas presentes nos corpos hídricos e de uma ferramenta eficaz para atestar essa potabilidade. Assim, a partir da utilização desses recursos, foi aplicado ao final das atividades um questionário final, que teve como propósito entender como os alunos estavam compreendendo a temática e o conteúdo trabalhado ao final da SD.

Logo, para saber o conhecimento construído pelos alunos acerca da definição de água de qualidade para consumo humano, foi realizado o seguinte questionamento: “Através dos seus conhecimentos, defina o que é água potável?”. A partir das respostas foi possível elencar os resultados obtidos em três categorias, sendo elas: “Conceituação adequada da qualidade de água”, “Dificuldade de conceituação” e “Proximidade com a concepção prévia”, que estão representadas na Figura 4.

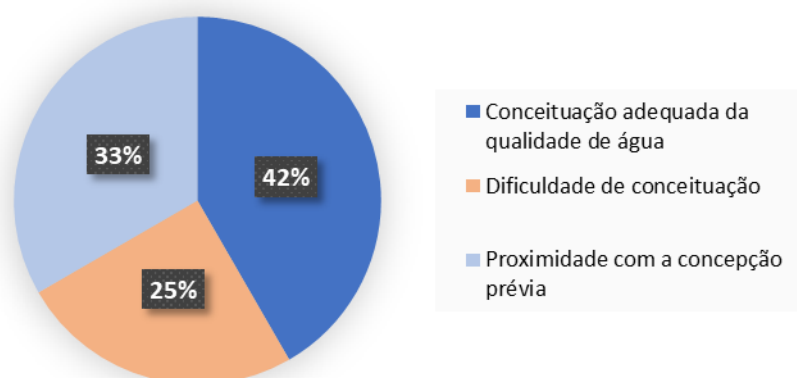


Figura 4: Categorias relacionadas às evoluções conceituais dos alunos sobre a qualidade da água.

Observando a categoria “Conceituação adequada da qualidade de água” é possível perceber que 42% dos alunos (5/12 participantes) apresentam uma compreensão adequada do que é uma água potável, apresentando assim uma evolução na construção do conceito de água de qualidade para consumo humano. Sendo evidenciada essa evolução conceitual nas respostas de A3 e A12 que diz:

“É uma água, limpia, cristalina, não ser turva, sem odores e passar por análise” (A3).

“Água potável é aquela que está livre de qualquer degeto ou substâncias. A água que está de acordo com toda a portaria” (A12).

Ao analisar as respostas mencionadas, é possível observar que esses alunos apresentam uma compreensão baseada nos aspectos presentes na portaria para essa definição, levando em consideração que na Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021, a água potável é definida como uma “água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido e que não ofereça riscos à saúde” (Brasil, 2021, p.1) [15]. Ficando evidenciado nas respostas destacadas anteriormente essa apropriação já que os alunos demonstram entender que, além das características organolépticas

que a água deve apresentar, a mesma deve passar por análise e deve atender a portaria que regulamenta os parâmetros para sua qualidade, o que demonstra que os alunos conseguiram articular as suas concepções alternativas com os conhecimentos científicos apresentados, construindo assim um conceito para definir água potável.

Em um trabalho desenvolvido por Santana et al. (2017) [25] é visto que ao questionar os alunos sobre a definição de água potável, apenas 48% dos alunos apresentaram respostas com a seguinte conceituação científica “Água potável é aquela que apresenta condições próprias para consumo segundo parâmetros físicos, químicos e organolépticos”, o que demonstra uma similaridade com os resultados do presente estudo. Ao analisar a categoria “Dificuldade de Conceituação” é observado que 25% dos alunos (3/12 participantes) apresentam uma compressão inadequada sobre a definição de água potável, mesmo após o processo de ensino da temática. É perceptível que os alunos apresentam mudança de concepção, visto que eles não relacionam mais qualidade de água aos processos de tratamento, origem da água ou características organolépticas, diferente das concepções iniciais.

Contudo, é observado que eles não apresentam em suas respostas uma articulação com a definição presente na portaria, nem algo semelhante, sendo observado a presença de novas concepções, as quais podem ter sido geradas durante a aplicação da SD, considerando que a aprendizagem não ocorre necessariamente ao mesmo passo do ensino. Na fala do aluno A13 se observa este processo:

“Água potável é a que é livre de substâncias químicas como por exemplo uma água que fica debaixo da terra ela fica menos exposta a poluição é uma água subterrânea” (A13).

Nesta fala, o aluno relaciona a qualidade da água à sua exposição ou não a poluição, não relacionando com os padrões de potabilidade apresentados na SD durante a aplicação. No entanto observa-se que está ocorrendo a assimilação de novas ideias sobre a qualidade da água, construindo assim novos significados e assimilando novos conhecimentos ao processo de aprendizagem, visto que inicialmente ele relacionava a qualidade da água apenas ao processo de filtração presente em seu tratamento, e posteriormente à aplicação da sequência didática é observado que ele atribuiu novos significados para a conceituação de água potável, na qual considera que água subterrânea é potável devido sua menor exposição à poluição e por estar “livre de substâncias”, não sendo essa uma interpretação baseada no conceito trabalhado, mas que demonstra uma nova associação estabelecida pelo aluno.

Neste sentido, a partir da resposta do aluno é visto que este considera que a menor exposição a poluição torna a água potável, devido ao menor contato da água com substâncias prejudiciais, no entanto, se sabe que água subterrâneas e superficiais podem sofrer contaminações de vários agentes, então, é necessário trabalhar este novo conteúdo para que esse entendimento do aluno seja ampliado e desenvolvido, construindo assim um conhecimento estruturado sobre a definição de água potável.

Dessa maneira, todo esse processo de estruturação da temática trabalhada e alinhada aos conhecimentos científicos demonstra um processo de construção de significados por parte dos alunos, sobre o que está sendo trabalhado, corroborando assim que a aprendizagem é uma construção lenta e contínua que é compartilhada entre alunos e professores durante o processo de ensino. Nesse processo de aprendizagem os estudantes partem dos seus conhecimentos prévios e por meio da busca de novas informações e assimilação de novos conhecimentos, resultando em um processo de aprendizado e aprimoramento do seu conhecimento sobre o conteúdo estudado [26].

Na categoria “Proximidade com as concepções prévias” 33% dos alunos (4/12 participantes) apresentaram uma concepção de que a água potável é aquela que passa por um processo de tratamento, sem considerar os padrões de potabilidade que a água deve atender, como cerne para garantir essa potabilidade, como apresentado na resposta de A1 que diz: “É uma água tratada para consumo humano”. Essa resposta demonstra a manutenção da concepção inicial, considerando que a água se torna de qualidade, devido ao tratamento que ela passa, contudo, é perceptível que

não é estabelecido o entendimento de que o tratamento é o processo para adequar uma água que não se encontra potável a esses padrões.

Sendo assim, necessário partir dessa premissa e em atividades futuras traçar uma melhor articulação entre as concepções alternativas e o conhecimento científico trabalhado, ampliando os conceitos para abranger melhor os entendimentos dos alunos. Segundo Silva e Amaral (2016) [27] dificilmente o aluno abandona as concepções alternativas, mesmo após ter contato com o conhecimento científico, o que muitas vezes é reflexo da não visualização do aluno sobre a aplicação desse conhecimento científico no seu cotidiano.

Com o auxílio do questionário final, também se procurou observar como os alunos estabeleciam as associações entre a temática da qualidade da água e o conteúdo de solução e concentração. Foi realizado o seguinte questionamento: “Com base nas discussões realizadas durante as aulas, é possível relacionar a temática da qualidade da água aos conteúdos de solução e concentração. A partir dessa afirmação descreva, com suas palavras, quais relações você construiu durante a aplicação da sequência didática em relação ao tema discutido e os conteúdos químicos de solução e concentração”. Mediante as respostas obtidas foram criadas duas categorias descritas a seguir no Quadro 5: “Associação entre conteúdo e temática”, “Dificuldade de Conceituação”, as categorias elencadas apresentam melhor compreensão do entendimento dos alunos sobre a articulação entre conteúdo e problemática socioambiental.

Quadro 5: Categorias relacionadas a associação que os alunos estabeleceram entre a temática e o conteúdo de solução e concentração.

Categoria Códigos	Associação entre conteúdo e temática	Frequência
A11	Sim, porque pode saber quanta concentração de substância, para saber se ela ta potável ou não, e também a água é uma solução porque ela apresenta uma mistura química. E é preciso saber se ela ta aceitável ou não na tabela de qualidade.	4
A13	A água é uma solução porque ela tem muitas substâncias, formando uma mistura homogênea e a concentração refere-se a quantidade de soluto.	
Categoria Códigos	Dificuldade de Conceituação	Frequência
A1	Solução é uma química cuja tamanho das moléculas dispersas. É a concentração é algo objetivo e determinado.	5
A16	Não sei muito bem, só entendo que solução e concentração são a mistura de soluções para formar assim uma solução de alguma substância [...].	

Na categoria “Associação entre conteúdo e temática” apenas 33% dos alunos (4/12 participantes) demonstraram um entendimento das definições dos conteúdos de solução e concentração e conseguiram realizar uma associação entre o conteúdo e a temática da qualidade da água. É possível analisar que os alunos apresentaram a definição conceitual coerente, o que demonstra a assimilação de conceitos e ampliação do entendimento da temática e conhecimento científico, sobretudo para a discussão de concentração, já que no questionário de concepções prévias os alunos não apresentaram uma compreensão com base em conhecimento científico sobre esse conceito. É possível observar que, além de compreenderem o conceito de concentração, o qual se refere à quantidade de soluto/substâncias presentes em uma solução, apresentam também um entendimento da relação desse conceito científico com a problemática estudada.

Nas respostas apresentadas no Quadro 5, para esta categoria, é possível observar que os alunos estabelecem uma contextualização entre a temática abordada e o conteúdo, apresentando em suas respostas a importância da concentração para analisar as substâncias presentes na água e atestar sua potabilidade, já que a Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021 regulamenta as quantidades máximas de substâncias na água, sendo esse fator que atesta sua qualidade para consumo, assim, o aluno A11 consegue estabelecer essa relação. Além disso, as respostas apresentadas demonstram a importância de se trabalhar com problemáticas presentes no cotidiano do aluno, para uma melhor compreensão dos conceitos, visto que a partir dessa temática é possível trabalhar conhecimentos científicos que irão auxiliar os alunos a se posicionarem de forma crítica na sociedade.

Nesse contexto, observa-se a necessidade de se trabalhar com a Educação Ambiental, visto que sua transversalidade proporciona que os alunos relacionem as problemáticas sociais estudadas aos conteúdos científicos, o que contribui para sua formação crítica e reflexiva, bem como para tomada de decisão para solucionar essas questões, visto que a partir da implementação contínua do estudo da EA em todo o âmbito escolar, é possível instigar a interação entre os indivíduos, a ação e cuidado com o meio ambiente e sua preservação, desenvolvimentos de habilidades e valores éticos de conduta, refletindo assim sobre suas ações e sua relevância como parte do meio ambiente [2]. De acordo com Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), por meio do ensino se visa construir nos indivíduos valores, atitudes, conhecimentos e habilidades para a proteção e conservação do meio ambiente, para que assim busque cada vez mais qualidade de vida [28].

Em consequente, é visto que o aluno A7 não consegue compreender de forma contextualizada a relação entre o conteúdo e a temática, apresentando confusão entre os termos químicos utilizados no estabelecimento da relação. Para a aprendizagem ocorrer por meio da contextualização, é necessário que os alunos estabeleçam significados coerentes e que estes sejam articulados e demonstrem a compressão do contexto em estudo, relacionando vertentes social, ambiental e cultural ao conhecimento científico, sendo um processo que é composto por uma troca de conhecimentos entre o professor e o aluno [29].

É possível na resposta do aluno A7 que em alguma medida ele consegue apresentar a compreensão sobre os conceitos de solução e concentração, ainda que sua definição não demonstre um entendimento estruturado do conceito científico, por isso a resposta A7 apresenta pouca coerência, visto que este aluno apresentou uma generalização conceitual não existente, como demonstrado na fala do aluno A7, a seguir:

“Solução é uma mistura de substâncias. Concentração: é a quantidade de substâncias que tem na solução. Relação: para podemos saber se a substância ou a solução está em bom estado para uso.” (A7)

Contudo, não é perceptível o estabelecimento da associação entre as definições apresentadas e a temática, o que demonstra a necessidade do aprofundamento da temática e dos conteúdos, para uma melhor compreensão pelos alunos.

Para a categoria “Dificuldade de Conceituação” é visto que 42% dos alunos (5/12 participantes) apresentam dificuldade nas definições dos conceitos e na associação com a temática da qualidade de água, uma vez que apresentam conceituações inadequadas. É possível observar que A16 apresenta dificuldade em distinguir substância e solução, não apresentando uma construção ou relação entre os conceitos. Este pode ser um reflexo do entendimento vago ou confuso sobre os conceitos trabalhados, pois muitas das vezes quando o aluno não consegue descrever com clareza um conceito científico, pode significar que ele não conseguiu estruturar as informações adquiridas, não construindo novos significados, o que não possibilita a aplicação desse conhecimento em seu cotidiano de maneira eficiente. Um dos alunos (A18) não discorreu sobre o questionamento levantado, o que mostra a dificuldade de trabalho com este conteúdo, ainda que seja de forma temática.

3.3. Reflexões dos alunos sobre problemáticas ambientais que afetam a qualidade dos recursos hídricos

Aqui a discussão permeia as reflexões que são apresentadas pelos alunos nos cartazes confeccionados, os quais tiveram como objetivo promover a reflexão sobre a necessidade dos cuidados com os recursos hídricos, seu gerenciamento e preservação. Os temas elaborados basearam-se nas discussões realizadas durante as atividades e na temática socioambiental trabalhada, sendo assim, serão apresentados cartazes que foram construídos pelos alunos durante a aplicação da SD. Os cartazes a serem apresentados, a seguir, tiveram como temas “Poluição hídrica e o que ela acarreta para saúde e meio ambiente” e “Disponibilidade de recursos hídricos e seu uso indiscriminado pela população”. Na construção dos cartazes os alunos poderiam organizar seus cartazes de acordo com seus conhecimentos e pesquisas sobre os temas.

Esse processo reflexivo para a construção, socialização e discussão dos cartazes, proporciona aos alunos construir o entendimento sobre a temática ambiental trabalhada, desenvolver ideias, elaborar questionamentos e propor soluções, conscientizando-se da importância do cuidado com o meio ambiente e estando os alunos como agentes ativos do processo de aprendizagem.

Sendo está uma perspectiva que se alinha com os princípios EA, em que o indivíduo deve se considerar parte do meio ambiente e agente transformador, observando como que suas ações individuais e conjuntas afetam diretamente o meio em que está inserido. E a partir dessa reflexão, é proporcionado o surgimento de novos valores, conhecimentos e hábitos capazes de transformar o meio em que estão inseridos [4].

O primeiro cartaz a ser discutido apresenta como tema “Poluição hídrica e o que ela acarreta para saúde e meio ambiente”, destacado na Figura 5. O cartaz apresenta como objetivo promover a reflexão dos alunos sobre a poluição da água e o que isso pode ocasionar para o ser humano, seja para saúde, por meio da transmissão de doenças; seja para o meio ambiente, através da degradação dos recursos hídricos, destruindo a flora e a fauna presente no meio, fazendo assim com que este aluno possa, dentro da sociedade, se posicionar de maneira crítica. A Figura 5, mostra o cartaz elaborado para abordar o tema da poluição hídrica.

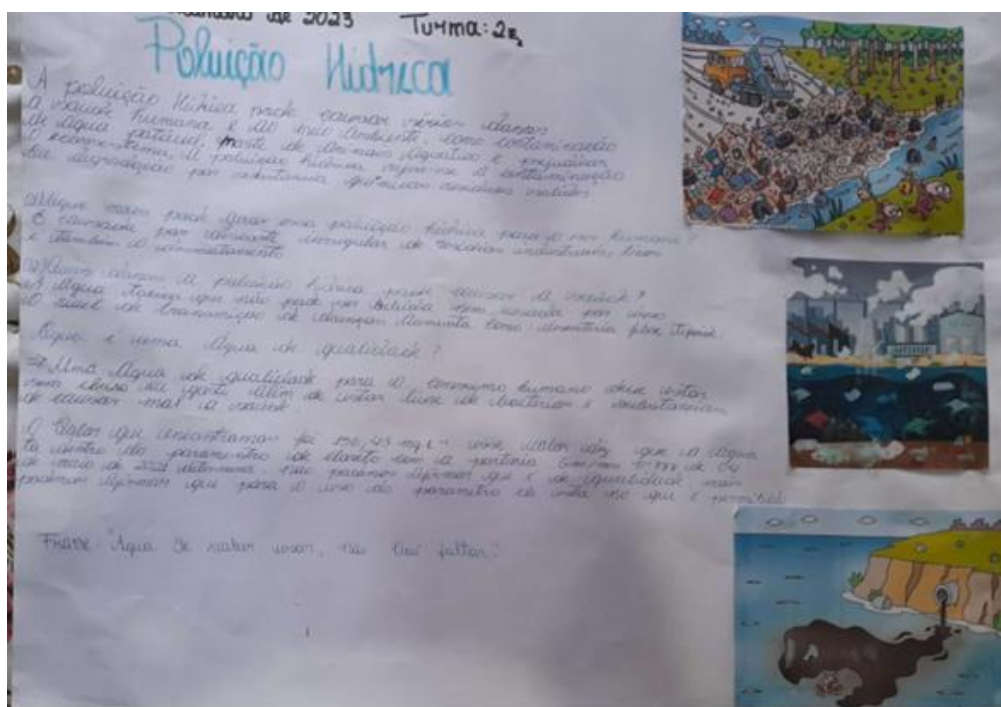


Figura 5: Cartaz desenvolvido pelos alunos sobre poluição hídrica e o que ela acarreta para saúde e meio ambiente.

Ao analisar o cartaz é possível observar que os alunos trouxeram imagens que ilustrassem algumas das formas de poluição, provocadas, em geral, pela população e também apresentam a grande contribuição que as indústrias acarretam para essa degradação, sendo observada, nas ilustrações, três situações de poluição hídrica: o descarte incorreto de resíduos sólidos em rios, os dejetos de esgotos domésticos sendo lançados na água e também a poluição das indústrias por várias vias, lançamento de resíduos sólidos e águas residuais. O que mostra que a temática pode contribuir para uma construção de conhecimentos e valores, para que os alunos compreendam a necessidade da preservação dos recursos hídricos e a sua contribuição para tal ação, visto que esse é um bem de uso comum e essencial à vida.

Além das ilustrações, que já apresentam uma discussão significativa sobre formas de poluição hídrica, os alunos trouxeram no cartaz algumas informações sobre as doenças que a poluição pode gerar e a inviabilidade do consumo da água poluída, como destacado nos trechos a seguir: “[...] transmissão de doenças como: disenteria, febre tifoide”, “[...] contaminação da água potável [...]”, “água toxica que não pode ser bebida, nem usada [...]”. Com isso, é possível perceber que os alunos buscaram trazer pontos importantes sobre seu tema, mostrando uma reflexão e construção de conhecimento crítico sobre a temática.

Diante do tema poluição hídrica trabalhado com os alunos, também é possível fazer um paralelo com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas 169 metas correspondentes, que estão relacionados de forma integral e buscam atender as três dimensões do desenvolvimento sustentável, sendo elas, a econômica, a social e a ambiental, sendo possível citar em especial o ODS número 6 que trata do acesso à água potável e saneamento básico, estando relacionada a problemática trabalhada, visto que é buscado assegurar uma gestão sustentável da água e saneamento básico para todos, uma vez que a escassez de água afeta a população mundial, e esse recurso é fundamental para a existência humana [30]. Para tal, é possível relacionar esse tema presente no cartaz com a meta 6.3 destacada na ODS número 6, na qual é almejado:

“Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente” (ONU, 2015, p.35) [30].

Logo, é observada a relevância de trabalhar esse tema nas escolas, para que os alunos reflitam e busquem ter uma análise crítica sobre as problemáticas da sua realidade, visando tomadas de atitude que contribuam para essa melhoria da qualidade da água e para a construção do cidadão crítico e reflexivo.

O segundo cartaz a ser discutido apresenta como tema “Disponibilidade de recursos hídricos e seu uso indiscriminado pela população”, o qual teve por objetivo promover a reflexão dos alunos sobre a baixa quantidade de água doce que se tem, disponível para consumo, mostrando também que além da quantidade ser baixa o ser humano está desperdiçando e degradando boa parte, a partir do uso inadequado. A Figura 6 mostra o cartaz elaborado para abordar o tema da disponibilidade de água e a maneira como é utilizada pela população.

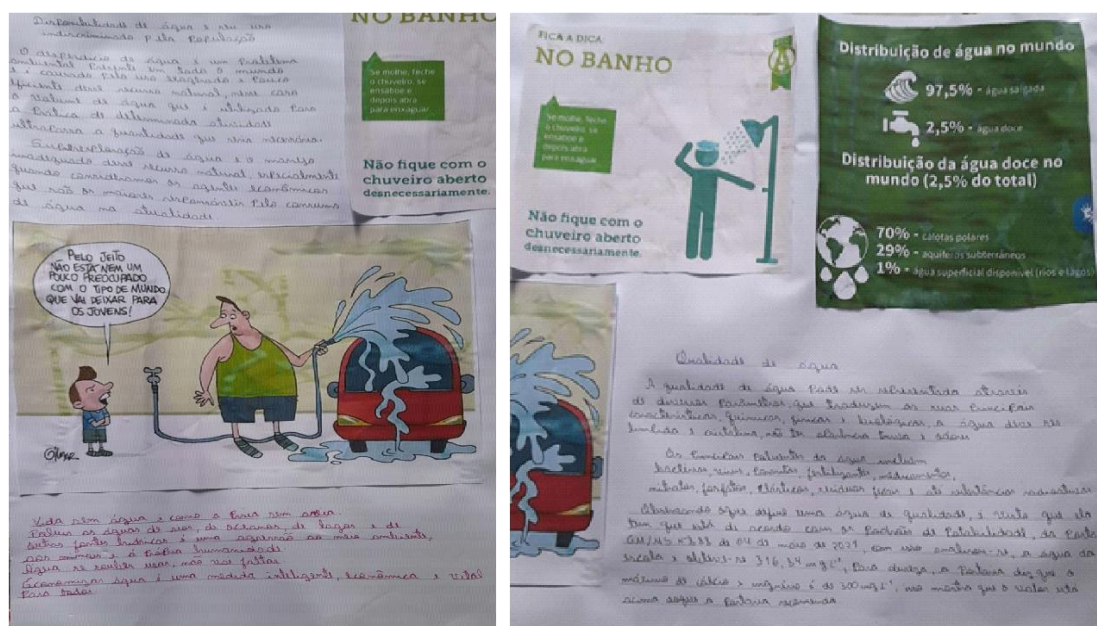


Figura 6: Cartaz desenvolvido pelos alunos sobre a disponibilidade de recursos hídricos e seu uso indiscriminado pela população.

Ao observar o cartaz apresentado é possível perceber que o grupo utilizou imagens chamativas, para discutir, tanto sobre a distribuição como o uso indiscriminado da água. Sendo possível perceber que buscaram trazer um panorama mundial da disponibilidade de água e como ela está distribuída, apresentando a distribuição superficial, subterrânea e também a quantidade de água doce congelada nas calotas polares. Esse panorama pode contribuir para uma reflexão dos alunos, de que a água potável disponível para consumo não é um bem infinito, e que pode acabar, dependendo das ações humanas.

Um outro ponto importante a ser destacado no cartaz é a charge apresentada, que traz uma crítica para as ações individuais das pessoas na sociedade, que parece algo pequeno, mas que o todo toma uma proporção gigantesca, sendo necessária a conscientização sobre a proporção dessas atitudes em uma escala populacional. Na charge apresentada, o garoto diz a um homem que está lavando o carro: “Pelo jeito não está nem um pouco preocupado com o tipo de mundo que vai deixar para os jovens!”, ou seja, serve para refletir que as pequenas ações, também fazem a diferença para o futuro que queremos.

Também é possível destacar um trecho da discussão do cartaz que expressa em que atividades se concentra o maior consumo de água, o trecho destaca que: “[...] os agentes econômicos que são os maiores responsáveis pelo consumo de água na atualidade”, sendo observado que as pesquisas contribuíram para reflexão que não só as atividades cotidianas consomem a água, as grandes indústrias, a pecuária e agricultura são os maiores consumidores de água. O que reflete a importância da conscientização da população, sobre seus direitos sobre o acesso à água, sobre a baixa disponibilidade desse recurso para consumo e atividade humanas e o conhecimento sobre quem de fato consome boa parte desse recurso em suas atividades.

Desse modo, existe a necessidade de debater de forma aprofundada com os alunos sobre os principais usos setoriais da água, que contribuem de maneira direta para sua escassez, visto que segundo dados que constam na Conjuntura de Recursos Hídricos Brasil 2021, apenas 17% da água é destinada ao abastecimento urbano, 1% para o abastecimento rural e 6% para o abastecimento dos animais, o restante apresenta-se distribuído pelos agentes econômicos, sendo que a irrigação utiliza 34% da água, as indústrias 7%, termoeletricas 3% e a mineração 1%.

Com isso, se constata que não é no abastecimento humano e utilização em atividades domésticas que se encontra o uso excessivo da água, demonstrando assim a importância de se trabalhar essa conscientização da população, apresentando o local em que esse uso exacerbado se

encontra, para que, assim, os cidadãos possam se posicionar e buscar seus direitos, para um melhor gerenciamento e distribuição dos recursos hídricos [31].

Diante dos cartazes confeccionados e apresentados, é possível perceber a possibilidade de reflexão sobre as ações humanas que degradam e poluem os recursos hídricos, tornando a água imprópria para consumo. Observando assim, que a atividade proporcionou aos alunos a construção de conhecimentos sobre a problemática socioambiental em estudo, através de uma atividade na qual eles eram sujeitos ativos, na construção do conhecimento, bem como possibilitou a reflexão para uma mudança de atitude e busca por posicionamento crítico frente às questões sociais que afetam o meio ambiente. Buscando assim um processo de ensino e aprendizagem pautados na reflexão e construção crítica dos conhecimentos, na qual os alunos sejam ativos no processo [4]. Na literatura é possível encontrar trabalhos que utilizam os cartazes como uma das metodologias que contribuem para a aprendizagem dos alunos, sendo possível destacar os trabalhos de Mezacasa et al. (2021) [32] e Batista et al. (2023) [33].

No trabalho de Mezacasa et al. (2021) [32], que tem como título “O uso da sequência didática no ensino de química: um caso específico no estágio supervisionado”, é possível perceber que eles apresentam como objetivo para o trabalho relatar a experiência de uma estagiária em Licenciatura em Química, por meio da sua prática pedagógica, que teve como meio de desenvolvimento da prática o uso da Sequência Didática (SD), em turmas do primeiro ano do Ensino Médio.

Nesse contexto, é destacado pelos autores a busca por fomentar a participação dos estudantes em relação ao processo de construção de conhecimentos, no que tange a compreensão de conceitos e conteúdos relativos à química e as suas relações de saber com o próprio contexto sociocultural. Para esse processo de construção do conhecimento uma metodologia utilizada foi a construção dos cartazes, em que através dos relatos se observa que foi possível os alunos trabalharem em grupo, de forma ativa, utilizando a internet e seus conhecimentos, o que contribuiu para a aprendizagem.

Também é possível destacar o trabalho de Batista et al. (2023) [33], intitulado “Interdisciplinaridade na educação ambiental: abordagem CTSA no contexto do rompimento da barragem de Brumadinho”, que apresentou como objetivo introduzir a educação ambiental utilizando a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Neste trabalho o foco central foi o desastre ambiental que ocorreu em Brumadinho, sendo trabalhado os parâmetros de qualidade da água, realizadas coletas de amostras de água do local e análises. A partir dessas atividades os alunos também construíram cartazes, como meio de encerrar o projeto e de alertar a população sobre problemas ambientais relacionados a problemáticas e possíveis soluções, sendo possível destacar, nos cartazes, que através dessa atividade os alunos buscaram “conscientizar os participantes de como a intervenção do homem, de forma indevida, na natureza pode afetar negativamente a sociedade” (Batista et al., 2023, p.409) [33].

4. CONCLUSÃO

Diante do que está exposto no trabalho, é possível perceber que os objetivos traçados para a análise das concepções iniciais dos alunos sobre a problemática socioambiental da qualidade da água e os conteúdos científicos de solução e concentração, bem como as suas associações, foram alcançados. Podendo-se observar, as concepções iniciais sobre a temática e conteúdo científico que os alunos já apresentavam, possibilitando-se construir e reconstruir novos entendimentos. Por meio da abordagem utilizada, buscou-se trazer um contexto que é do cotidiano do aluno, visando aproximá-lo do problema e mostrando que ele pode ser o solucionador do mesmo, apresentando assim a relevância de se entender os conteúdos de solução e concentração, bem como sua relação com a temática em estudo.

Nesse sentido, a presente pesquisa demonstrou que a utilização de uma sequência didática contextualizada, centrada na temática socioambiental da qualidade da água, contribuiu significativamente para a construção de conhecimentos científicos e para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Sendo proporcionado novos conhecimentos, reflexões, posicionamentos e um ensino e aprendizagem na qual o aluno é ativo, contribuindo assim, para a

mudança de comportamento dos alunos frente às problemáticas socioambientais presentes na sociedade, bem como na construção de novos valores.

No entanto, a partir da investigação realizada através do desenvolvimento da sequência didática, também foi revelada dificuldades que os alunos apresentaram, e que devem ser investigadas para uma construção eficiente dos conceitos científicos. Sendo notado que parte dos alunos apresentaram concepções alternativas permanentes e resistentes à compreensão de conceitos científicos em níveis mais abstratos, como os aspectos microscópicos das soluções. Observando-se também limitações quanto à articulação clara entre os conteúdos trabalhados e a realidade socioambiental da qualidade da água, refletindo assim, a necessidade de um maior tempo de imersão nos conceitos e temática, bem como estratégias que integrem os três níveis de representação química macroscópico, microscópico e simbólico, para uma melhor compressão e articulação do conhecimento.

Diante desses achados, evidencia-se que o ensino de química, quando alinhado a temáticas ambientais reais e vivenciadas pelos alunos em cotidiano, favorece a aprendizagem de conceitos científicos, apresentando ao estudante seu lugar como agente transformador e solucionador dos problemas da sociedade e meio ambiente. Assim sendo, para pesquisas futuras, é necessária a ampliação da duração da sequência didática, acréscimo de atividades lúdicas e interativas e o aprofundamento teórico sobre aspectos abstratos do conhecimento químico, através de recursos didáticos. Além disso, recomenda-se fortalecer a articulação entre ciência, sociedade e meio ambiente na sequência didática, visando uma educação que transforme o indivíduo, a partir da integração efetiva da educação ambiental no contexto educacional, de maneira crítica e reflexiva.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Diniz FE, Silva CDD, Silva OG, Santos DB. O Ensino de Química integrado a temas ambientais: Um relato de experiência com escolares do ensino médio. *Res Soc Dev*. 2021;10(8):1-9. doi: 10.33448/rsd-v10i8.17378
2. Alves BLM, Massena EP. Educação ambiental crítica: o ensino de química por meio de uma proposta de reconfiguração curricular. *Rev ENSIN@ UFMS*. 2024;5(9):61-87.
3. Lourenço TBR, Amaral FP. Queimadas: contextualizando o ensino de química e a educação ambiental. *Rev Ciênc Ideias*. 2024;15(1):1-21. doi: 10.22407/2176-1477/2024.v15.2418.
4. Carvalho LBJ, Faria Filho FM. A Educação Ambiental no Ensino de Química das escolas brasileiras de Educação Básica. *Rev Prat Docente*. 2024;9(1):1-19.
5. Dimas MS, Novaes AMP, Avelar KES. O ensino da educação ambiental: desafios e perspectivas. *Revbea*. 2021;16(2):501-12. doi: 10.34024/revbea.2021.v16.10914
6. Bonfim CS, Pinheiro BCS. A “Água” em foco: relações entre vídeos de temática socioambiental e a química. *Rev Tear*. 2022;11(1):1-19.
7. Oliveira MM. Sequência didática interativa no processo de formação de professores. 1. ed. Petrópolis (RJ): Vozes; 2013.
8. Souza KRP, Vasconcelos SM, Silva MDB. Educação Ambiental e Ensino de Ciências: o lixo como tema gerador de uma sequência didática nas aulas de química. *REnCiMa*. 2020 Out;11(6):268-88. doi: 10.26843/rencima.v11i6.2653
9. Santos PB, Junior Martins AS. Contribuições de uma sequência didática sobre reprodução humana para processo de aprendizagem de alunos marajoaras. *Sci Plena*. 2023 Dez;19(3):1-10. doi: 10.14808/sci.plena.2023.034406
10. Arrigo V, Alexandre MCL, Assai NDS. O ensino de química e a educação ambiental: uma proposta para trabalhar conteúdos de pilhas e baterias. *EENCI*. 2018;13(5):306-25.
11. Magrin CP, Zannotto C, Fioresi CA. Educação Ambiental no ensino de Química: o lixo eletrônico como abordagem temática. *EQPV*. 2020;4(1):129-41.
12. Marques JFZ, Marques KCD, Brancher VR. Sequência didática sobre qualidade do ar: possibilidades para o ensino de química contextualizado. *Rev Tempos Espaços Educ*. 2020 jan-dez;13(32):1-25. doi: 10.20952/revtee.v13i32.13431
13. Costa EO, Lima RCS, Porto TNV, Santos JCO. A proposal for the chemical and environmental education teaching through the CTSE Approach: A Teaching sequence for the thematic water. *Environ Res*. 2020;14(3):64-7.
14. Delizoicov D, Angotti JÁ, Pernambuco MM. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo (SP): Cortez; 2011.

15. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html.
16. Pozo JJ, Crespo MAG. Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2009.
17. Bogdan RC, Biklen, SK. Investigação qualitativa em Educação. Portugal: Porto Editora LDA; 1994.
18. Fachin O. Fundamentos de metodologia. 5. ed. São Paulo (SP): Saraiva; 2006.
19. Barbosa EF, Moura DG. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. Bol Téc Senac. 2013 ago;39(2):48-67. doi: 10.26849/bts.v39i2.349
20. Bardin L. Análise de conteúdo. 1. ed. São Paulo (SP): Edições 70; 2016.
21. Catiavala HSA, Tchilata PN, Pinto CAR, Agostinho FV, Justino MAEPJ. Concepções dos estudantes do curso de licenciatura em ensino da química no ISCED-HUÍLA sobre os conceitos de solução, soluto e solvente. RECIMA21. 2023 Jan;4(1):1-25. doi: 10.47820/recima21.v4i1.2613
22. Gonçalves RPN, Goi MEJ. A construção do conhecimento químico por meio do uso da metodologia de experimentação investigativa. REDEQUIM. 2022;8(2):1-40.
23. Santos JS, Oliveira FS, Silva ACT. Uma história em quadrinhos para mobilizar as interações discursivas em uma sequência de ensino e aprendizagem de Química. Actio Docência Ciênc. 2020;5(3):1-24.
24. Oliveira CS, Maia ML, Morais SMP, Diez S, Santos IL, Praxedes ALF, et al. O ensino de química ambiental: A experimentação como potencializadora da aprendizagem significativa sobre a temática poluição atmosférica. Res Soc Dev. 2024;13(2):1-19. doi: 10.33448/rsd-v13i2.45040
25. Santana IS, Mazzé FM, Silva Júnior CN. Água como tema gerador em uma unidade de ensino potencialmente significativa para abordar conceitos químicos. Aprend Signif Rev. 2017;7(3):20-42.
26. Cruz J, Tavares ES, Costa M. Aprendizagem significativa no contexto do ensino remoto. Dialogia. 2020;1(36):411-27. doi: 10.5585/dialogia.n36.17760
27. Silva JRRT, Amaral EMR. Concepções sobre substância: Relações entre contextos de origem e possíveis atribuições de sentidos. QNEsc. 2016 Fev;38(1):70-8.
28. Brasil. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 28 abr 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm.
29. Finger I, Bedin E. A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência química. RBECM. 2019;2(1):8-24. doi: 10.5335/rbecm.v2i1.9732
30. Organização das Nações Unidas (ONU). Indicadores brasileiros para os objetivos do Desenvolvimento Sustentável [Internet]; 2015 [citado em 27 nov 2024]. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>.
31. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Conjuntura de recursos hídricos Brasil 2021 [Internet]; 2021 [citado em 27 nov 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/o-relatorio-conjuntura-2021-inova-em-seu-novo-ciclo-com-lancamento-em-formato-totalmente-digital-e-interativo>.
32. Mezacasa BK, Kurz DL, Bedin E. O uso da sequência didática no ensino de química: um caso específico no estágio supervisionado. REDEQUIM. 2021;6(2):270-90.
33. Batista LR, Patricio PR, David MA. Interdisciplinaridade na educação ambiental: abordagem CTSA no contexto do rompimento da barragem de brumadinho. REDEQUIM. 2023;9(4):399-412. doi: 10.53003/redequim.v9i4.5673