



Ana Carolina Soares **PIEDADE**¹
Universidade Estadual de Goiás,
Brasil.

Larissa Rodrigues de **CASTRO**²
Universidade Estadual de Goiás,
Brasil.

Nília Oliveira Santos **LACERDA**³
Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Ensino de
Ciências (PPEC). Universidade
Estadual de Goiás, Brasil.

Correspondência:

¹ anacsp17gps@aluno.ueg.br
² larissa.rcastro@gmail.com
³ nilia.lacerda@ueg.br

Recebido em: 15/12/2024

Aprovado em: 26/12/2024

Educação CTSA e a Química dos materiais: polímeros na prática

Education CTSA and the Chemistry of Materials: Metals and Polymers in Practice

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi identificar como os estudos sobre a Educação CTSA podem influenciar no processo de ensino aprendizagem e no posicionamento crítico dos estudantes sobre o tema química dos materiais. A metodologia do trabalho foi organizada em 17 encontros, a partir dos Três Momentos Pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. A metodologia da pesquisa foi qualitativa, com observações, questionários e entrevista semiestruturada. Com a realização da disciplina eletiva, a partir dos objetivos traçados inicialmente, conseguimos mostrar as relações sobre o uso de materiais básicos do dia a dia com as relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; o que nos permitiu avançar em ações que evidenciaram possíveis avanços no posicionamento crítico dos estudantes.

Palavras-chave: Educação CTSA; Eletiva; Química dos Materiais; Estágio; Ensino de Química.

ABSTRACT

The objective of this research was to identify how studies on STSA Education can influence the teaching-learning process and the critical positioning of students on the subject of materials chemistry. methodology of the work was organized in 17 meetings, based on the Three Pedagogical Moments: initial problematization, organization of knowledge and application of knowledge. The research methodology was qualitative, with observations, questionnaires and semi-structured interviews. With the completion of the elective course, based on the objectives initially outlined, we were able to show the relationships between the use of basic everyday materials and the relationships between science, technology, society and the environment; which allowed us to advance in actions that evidenced possible advances in the critical positioning of students.

Keywords: Education CTSA; Elective; Chemistry of Materials; Internship; Chemistry Teaching.



INTRODUÇÃO

De acordo com Santos e Mortimer (2000), o surgimento do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) está diretamente relacionado ao contexto pós-Segunda Guerra Mundial, quando os avanços tecnológicos começaram a trazer não apenas benefícios, mas também preocupações éticas e ambientais. Na metade do século XX, os países capitalistas centrais tiveram a percepção de que o progresso científico, tecnológico e econômico não estava diretamente relacionado com as melhorias do bem-estar da sociedade.

Após o entusiasmo inicial com os avanços da Ciência e Tecnologia (CT), especialmente nas décadas de 1960 e 1970, com o crescimento da degradação ambiental e uso da ciência em conflitos bélicos, iniciou-se uma fase mais crítica sobre o papel da Ciência e da Tecnologia na sociedade. Tivemos algumas publicações que destacaram essas discussões mais críticas sobre os impactos ambientais como o livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, lançado no ano de 1962. Nessa obra, a autora Carson destaca os problemas causados pelo uso de inseticidas, que despertou as críticas ao seu uso, e isso também influenciou na formação dos movimentos que questionavam os impactos da tecnologia no ambiente (Lacerda, 2019).

Auler e Delizoicov (2006) explica que em paralelo ao surgimento do movimento CTS, surgiu o salvacionismo e a visão redentora da ciência e tecnologia (CT), que são ideias que acreditam que esses campos podem resolver todos os problemas da humanidade, independentemente do contexto social ou político. Essa perspectiva sugere que, à medida que a ciência e a tecnologia avançam, sempre teremos soluções para questões como fome, doenças e outros desafios. No entanto, essa visão ignora a complexidade das relações

sociais e o fato de que o progresso científico e tecnológico não é neutro. O que caracteriza uma visão descontextualizada, na qual o trabalho científico é apresentado fora do seu contexto histórico, filosófico, social, político, cultural, econômico de produção, no qual a tecnologia é considerada uma mera aplicação dos conhecimentos científicos (Barbosa; Aires, 2018, p.83).

O movimento CTS teve sua origem em diversas partes do mundo durante o período intermediário do Século XX. Este movimento foi motivado por uma insatisfação com a postura conservadora predominante na Ciência e na Tecnologia, assim como pela crescente inquietação em relação aos problemas políticos e ao impacto ambiental resultante do avanço tecnológico. Sendo assim, o movimento teve como objetivo questionar a afirmação de que o desenvolvimento científico e tecnológico resolve todos os problemas da sociedade. E defendia que a população precisa participar mais das decisões que envolvem a ciência e a tecnologia, especialmente porque essas questões afetam diretamente o dia a dia de todos. Ou seja, o movimento CTS tinha como um dos seus propósitos descobrir novas abordagens para o desenvolvimento, buscando alternativas para a situação atual (Garcia, 1996, citado por Strieder; Kawamura, 2017).

Um dos marcos dessa discussão foi a publicação de *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, em 1962. Nesse livro, Carson alertava sobre os efeitos negativos do uso de inseticidas, especialmente o DDT, que não só provocou um despertar ambiental, mas também influenciou a formação dos movimentos que questionavam os impactos da tecnologia no meio ambiente (Lacerda, 2019).

Lacerda (2019) explica que, nos anos 1990, o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) começou a influenciar projetos



educacionais e pesquisas na área de Ensino de Ciências. No Brasil, esse movimento ganhou força com a Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências, realizada em 1990, em Brasília. Após esse evento, muitas pesquisas e dissertações sobre o movimento CTS surgiram. A autora destaca que a primeira dissertação sobre Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade foi defendida pelo professor Wildson Luiz Pereira dos Santos (*in memoriam*) em 1992. Sua pesquisa teve como objetivo elaborar materiais direcionados para a formação dos professores, a partir de seus estudos e fundamentação CTS baseados em autores internacionais, que também defendem a formação para cidadania.

Os estudos CTS no Brasil se destacam por questionar a visão tradicional da ciência e da tecnologia ao trazer uma abordagem mais ampla que envolve aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais. Esse movimento também ressalta a importância de mudanças no currículo escolar e de formação contínua para os professores, além de melhorias nas condições de ensino, para que eles possam implementar projetos baseados na Educação CTS (Lacerda, 2019). Ainda nesse contexto, Santos e Mortimer (2002) defendem que as pesquisas na área da epistemologia da ciência, integraram importantes considerações sobre os aspectos econômicos e políticos da atividade científica, desta forma desempenharam um papel significativo no surgimento de propostas na Educação CTS.

Auler e Delizoicov (2006) explicam as relações do pensamento de Paulo Freire e os princípios do movimento CTS, e defendem que as decisões sobre temas sociais precisam ser mais democráticas. Desde então, o interesse pelas discussões sobre as relações CTS no Brasil cresceram, com mais publicações, seminários e pesquisas (Santos; Lacerda, 2017, Pereira, 2019; Pereira; Carvalho, 2020).

Assim, os estudos das relações CTS surgiram no contexto educacional como uma resposta à forma de ensinar ciências, que a via como algo isolado e sem ligação com o dia a dia das pessoas. Esse modelo propõe que o ensino de ciências leve em consideração os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente. A ideia é mostrar que a ciência não é neutra, mas está sempre conectada a questões sociais e ambientais (Von Linsingen, 2007). Com isso, Santos (1992) destaca:

A inclusão dos temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados, sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão (Santos, 1992, p. 139).

A Educação CTS, de acordo com Farias e Freitas (2007) possui um conjunto de propostas voltadas à inovação curricular nos diferentes níveis de ensino, compreendendo mudanças nas proposições temáticas e nos princípios metodológicos. Segundo Auler e Delizoicov (2006), a Educação CTS tem como objetivo incentivar os estudantes a discutirem temas atuais e relevantes, de forma crítica, e não apenas aprendam conceitos de forma mecânica. Com isso, Santos (1999), diz que as relações CTS:

[...] tem como objetivo central o desenvolvimento de uma cidadania responsável - uma



cidadania individual e social para lidar com problemas que têm dimensões científicas e tecnológicas, num contexto que se estende para além do laboratório e das fronteiras das disciplinas (Santos, 1999, p.14).

A análise realizada por Luz *et al.* (2019) sobre a distribuição de artigos sobre as siglas CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) entre 2010 e 2016 revela uma predominância de publicações voltadas para o tema CTS em comparação ao CTSA. No total, foram publicados 144 artigos sobre CTS e apenas 30 sobre CTSA nos diversos periódicos e eventos analisados, que indica uma maior adesão a sigla CTS.

A discussão sobre a Educação CTS/CTSA reflete diferentes perspectivas sobre a inclusão da dimensão ambiental na educação científica. Alguns pesquisadores argumentam que a preocupação ambiental já está implícita nas discussões CTS, enquanto outros defendem que a adição do "A" é necessária para destacar essa dimensão, que historicamente foi negligenciada (Luz *et al.*, 2019).

O acréscimo do "A" de "Ambiente" em CTS reforça a importância de discussões acerca da dimensão ambiental, especialmente em um contexto de preocupação com a sustentabilidade. O destaque do "A" é necessário para evitar que esses temas sejam tratados de forma insuficiente na educação científica. O argumento de que CTS já inclui o ambiente poderia levar à exclusão da própria sigla CTS, já que as relações entre ciência, tecnologia e sociedade fazem parte da ciência. Mas a sigla CTS foi criada para chamar atenção a essas

conexões, que foram muitas vezes ignoradas nas aulas de ciências tradicionais. Da mesma forma, a inclusão do "A" é defendida como uma forma de reconhecer que professores, que antes trabalhavam separados, agora estão colaborando mais, com o objetivo de formar cidadãos que saibam participar de decisões importantes sobre o ambiente (Santos; Auler, 2011).

É relevante destacar, de forma prévia, que um dos maiores desafios no ensino de química nas escolas é construir uma relação entre o conhecimento ensinado teoricamente na sala de aula com o dia a dia dos estudantes. A falta de uma ponte entre a teoria e a prática gera certa insatisfação nos professores e desenvolve o desinteresse dos estudantes pelo conteúdo ministrado (Scafi, 2010; Melo; Neto, 2013). Outro fator que também dificulta o processo de ensino-aprendizagem é que, em grande parte das vezes, os conteúdos são mais informativos do que relevantes durante a rotina dos estudantes. Diante disso, há uma constante busca por metodologias que desenvolvam novas possibilidades para o ensino, pois aprender química requer investigação, problematização, formulação e resolução de problemas concretos (Lauthartte; Júnior, 2011).

Propostas que envolvam a química dos materiais, por exemplo, podem contribuir para que os estudantes construam "pontes" entre o conhecimento teórico e a vida cotidiana. É importante destacar que a química dos materiais é uma área de estudo que se dedica a compreender as propriedades, estrutura e reações químicas de diversos materiais, e para entender o papel do presente trabalho na área da educação vale destacar que um dos fatores que impulsionou uma



maior discussão sobre materiais como plásticos, metais e isopor em sala de aula foi o desenvolvimento de problemáticas ambientais a partir de materiais orgânicos. Para isso, a Educação CTSA pode contribuir para questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais, e ainda promover a oportunidade de desenvolver a atitude crítica dos estudos frente à sociedade em que vivem (Bourscheid, 2014).

Para Santos (2005) a utilização de temas sociais apesar de ser desafiador, promovem a discussão de problemas relevantes e o desenvolvimento da capacidade de se tomar decisões dos estudantes. Neste tipo de situação, o estudo de temas sociais é realizado por meio da apresentação de uma introdução do tema, e nesta introdução é possível identificar um problema concreto e, a partir disso, os estudantes são incentivados a propor soluções durante as aulas ministradas pelo docente. Santos *et al.* (2013) reforça sobre esses desafios enfrentados devido à complexidade dos conceitos envolvidos e à necessidade de integrar diferentes níveis de compreensão, como os modelos macroscópicos, submicroscópicos e simbólicos. Estas dificuldades se relacionam diretamente com as limitações dos estudantes quando precisam aprender conceitos abstratos e modelos científicos em suas diversas representações.

Ao explorar a Química dos Materiais na educação básica, foi intencionado conectar a ciência com a realidade dos estudantes por meio da Educação CTSA, pois pode incentivar os discentes em prol de associar a teoria da sala de aula com seu próprio cotidiano. E para despertar o interesse dos estudantes pelo apropriar do conhecimento

científico, foi utilizado da experimentação como ferramenta de aprendizado, apesar de não ser a única, foi a escolhida para tornar o estudante mais participativo durante as aulas. Junto a esta participação, o discente pode formular hipóteses, fazer observações e questionar, ou seja, o aluno deixa de ser apenas um receptor do conhecimento (Gonçalves *et al.*, 2020).

Metais e polímeros na Educação CTSA: Um breve levantamento

Para entender um pouco mais sobre o panorama das pesquisas relacionadas ao tema química dos materiais realizamos um breve levantamento sobre metais e polímeros, os principais materiais deste projeto, com o intuito de entender como esse tema está sendo trabalhado e pesquisado na Educação Básica, e assim identificar avanços e lacunas nas pesquisas que possam contribuir para a elaboração da nossa temática, problema e objetivo da pesquisa.

Na temática dos metais, realizamos uma pesquisa no Google Acadêmico, que resultou na identificação de nove artigos completos publicados entre 2018 e 2022. Em relação aos polímeros, fizemos uma revisão nos trabalhos apresentados no ENEQ, que gerou 14 resultados: 10 resumos e quatro artigos completos. Após uma leitura prévia dos artigos e resumos selecionados, elaboramos fichas de leitura para registrar informações relevantes de cada um.

No levantamento realizado no Google Acadêmico, encontramos quatro artigos completos que relacionam metais à Educação CTSA. Notamos que havia apenas um artigo



direcionado especificamente a estudantes e professores da rede escolar, enquanto três outros se concentravam em discentes de graduação e educadores. Em virtude disso, uma de nossas prioridades no desenvolvimento do projeto temático foi implementar em uma escola pública. Além disso, também identificamos que as estratégias experimentais foram conduzidas exclusivamente com estudantes de graduação.

Nos dois resumos e no artigo completo sobre polímeros, foram identificadas lacunas nas pesquisas existentes. Observamos que os trabalhos que abordavam polímeros e Educação CTSA foram conduzidos apenas com turmas mais avançadas, que inclui apenas estudantes do ensino médio e do ensino superior. Nosso projeto visa incluir discentes do ensino fundamental II. Outra lacuna percebida foi a falta de estratégias experimentais nos projetos desenvolvidos nesse contexto. Por isso, decidimos incorporar essas atividades experimentais em nosso projeto, que enriquece a perspectiva educacional.

Sendo assim, em nosso projeto temático, priorizamos estratégias experimentais e discussões críticas para promover a aprendizagem e mudanças de postura dos estudantes sobre os impactos ambientais causados pelo uso de plásticos e metais. E para desenvolver o tema supracitado temos o seguinte problema de pesquisa: como os estudos sobre a Educação CTSA podem impactar o processo de ensino e aprendizagem e a mudança de postura dos estudantes no projeto química dos materiais? E nosso objetivo de pesquisa foi identificar como os estudos sobre a Educação CTSA podem influenciar no processo de ensino aprendizagem e

no posicionamento crítico dos estudantes sobre o tema química dos materiais.

PERCURSO METODOLÓGICO

O projeto “Química dos Materiais” foi desenvolvido por duas estagiárias do curso de Química Licenciatura, com uma turma de 45 estudantes do 7º ao 9º ano do ensino fundamental II, no primeiro semestre de 2024, em um colégio de tempo integral, em uma disciplina eletiva, desenvolvida em 20 encontros. As disciplinas de eletivas são definidas pela gestão do colégio e ofertadas no início do semestre letivo no formato de cardápio, em que os estudantes escolhem quais querem participar.

O projeto temático foi estruturado com base nos três momentos pedagógicos, uma metodologia de trabalho que adota os princípios da perspectiva dialógica-problematizadora. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) propuseram esse modelo metodológico para a sala de aula, inspirado na visão de Paulo Freire. Segundo esses autores, o modelo sugere a realização de atividades em três fases distintas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

A metodologia de trabalho a partir dos três momentos pedagógicos tem como finalidade problematizar os temas abordados, estimular o estudante a refletir de acordo com sua realidade e torná-lo protagonista no processo de ensino-aprendizagem (Giacomini *et al.*, 2015).

Araújo (2015) menciona sobre seu uso que:



[...] a partir da utilização dos três momentos pedagógicos como estruturantes de currículos, em como ferramenta metodológica, educador e educandos encontram-se numa relação horizontal de diálogo e saberes, sendo que o conhecimento apresentado por ambos é fundamental no processo de ensino-aprendizagem (Araújo, 2015, p. 105).

A *problematização inicial* representa o momento em que o docente parte da situação cotidiana dos estudantes, comumente trazida por eles para a sala de aula. Este momento é usado para estimular os discentes a pensarem e compartilharem o que sabem sobre o assunto levantado. Diante desta situação, o professor, tem a função de mediar a discussão e coordenar, levantar questionamentos e dúvidas, fortalecer a discussão e não ser o portador de respostas. Por isso, o intuito neste primeiro momento é fazer com que o estudante tenha uma visão geral e crítica sobre o assunto (Delizoicov *et al.*, 2011).

Na *organização do conhecimento*, temos o momento em que se enfatiza os conhecimentos científicos selecionados previamente para aprofundamento da discussão. É nesta etapa que são utilizados materiais e recursos didáticos, como atividades, que permitam instigar o aluno a aprender e buscar uma resolução para a

problemática inicial da aula (Delizoicov *et al.*, 2011).

Por fim, na *aplicação do conhecimento*, momento o qual se realiza a sistematização do conhecimento, o discente é instigado a empregar o conhecimento adquirido em situações reais de sua vida cotidiana. Isto sugere que o estudante deve procurar relacionar tudo que aprendeu para resolver problemas e determinadas atividades, ou seja, ele deve articular o saber científico com situações reais (Delizoicov *et al.*, 2011).

Com isso, Bonfim *et al.* (2018) diz que:

[...] para um contexto de educação formal, que enfatiza uma educação dialógica, na qual o professor deve mediar uma conexão entre o que aluno estuda cientificamente em sala de aula, com a realidade de seu cotidiano (Bonfim *et al.*, 2018, p.188).

Utilizamos as seguintes estratégias de ensino nas aulas durante o projeto temático: aulas expositivas e dialogadas, construção de mapas mentais, jogos relacionados ao tema, atividades experimentais demonstrativas e participativas, vídeos e questionários. É importante salientar que essas estratégias de ensino foram utilizadas para proporcionar dinamismo e variedades de estratégias no processo de ensino e aprendizagem.



Na metodologia da pesquisa, utilizamos uma entrevista semiestruturada. Esse tipo de entrevista possui um roteiro de perguntas básicas previamente estabelecidas, conforme consta no quadro 1, que fazem referência aos interesses da pesquisa com seus respectivos objetivos. Diferente da entrevista estruturada, a entrevista semiestruturada se caracteriza por sua flexibilidade em relação às atitudes e à compreensão do pesquisador, que permite a alteração das perguntas conforme as respostas dadas.

As entrevistas semiestruturadas, têm um roteiro preestabelecido no qual o pesquisador inclui um pequeno número de perguntas abertas e deixa o entrevistado livre para falar. Isso permite a realização de perguntas complementares para uma melhor compreensão. Esse modelo combina características das entrevistas não estruturadas com um roteiro de controle, que permite tanto a realização de perguntas indispensáveis à pesquisa, que precisam ser respondidas, quanto a flexibilização dessas perguntas, dando liberdade ao entrevistado e possibilita o surgimento de novos questionamentos não previstos pelo pesquisador (Oliveira *et al.*, 2023; Castro *et al.*, 2022).

Quadro 1 - Perguntas utilizadas na entrevista.

| Perguntas e objetivos da entrevista semiestruturada |
|---|
| <p>1. Durante nossas aulas, realizamos experimentos como observar a corrosão de metais, fazer slime, produzir bioplástico e derreter isopor. Qual experimento foi mais significativo para você e por quê?</p> <p>Objetivo: Avaliar a compreensão do estudante sobre os experimentos realizados em aula, incluindo o método experimental e os conceitos científicos envolvidos.</p> |

2. Com base nos estudos realizados, como você define sustentabilidade?

Objetivo: Identificar o que aprenderam sobre o que é sustentabilidade.

3. Que ações práticas você pode adotar no seu dia a dia para reduzir o uso de materiais e contribuir para a preservação do ambiente?

Objetivo: Avaliar a importância da escolha de materiais para sustentabilidade.

4. Após nossos estudos, como você diferencia reciclagem e reutilização e quais são os benefícios de cada prática para o ambiente?

Objetivo: Entender se o estudante compreende a diferença entre reciclagem (processo de transformação de materiais descartados em novos produtos) e reutilização (uso repetido de um objeto ou material sem passar por um processo de transformação industrial).

5. A partir dos estudos realizados, como você entende a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente com a eletiva química dos materiais?

Objetivo: Identificar e discutir as relações entre a química dos materiais e outros campos do conhecimento, como química, ciência, tecnologia e sociedade.

Fonte: Autores, 2024.

Durante o desenvolvimento da eletiva, percebemos a dificuldade dos estudantes de participarem das discussões iniciais das aulas. Logo, o momento de problematização inicial foi desafiador, visto que eles demonstraram desinteresse no assunto por nunca terem ouvido falar da temática, ou porque não se sentiam à vontade para discutir o conteúdo. Em grande parte das aulas ficavam inseguros durante suas falas. Entretanto, conforme as aulas aconteciam, os estudantes começaram a participar e os momentos iniciais se tornaram mais dinâmicos. Este avanço foi percebido quando começamos a contextualizar o conteúdo com o dia a dia dos estudantes e



quando usamos temas sociais para iniciar as discussões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto foi desenvolvido com base nos três momentos pedagógicos, e tivemos um total de 17 encontros realizados, como mostra o quadro 1. Esses encontros foram cuidadosamente planejados e estruturados para garantir o envolvimento de toda a turma durante as aulas. Ao longo desses encontros, foram utilizadas diversas estratégias e recursos didáticos para atender às necessidades e expectativas dos estudantes.

Quadro 2 - Encontros realizados no projeto.

| Encontros realizados no projeto |
|--|
| 1. Apresentação do projeto; |
| 2. Caixa misteriosa; |
| 3. Discussão do filme <i>Wall-E</i> ; |
| 4. Contexto histórico dos materiais parte 1; |
| 5. Contexto histórico dos materiais parte 2; |
| 6. Síntese de slime; |
| 7. Roleta polimérica; |
| 8. Síntese de polímero biodegradável; |
| 9. Mapas mentais; |
| 10. Reações de oxirredução/corrosão; |
| 11. Jogo de memória sobre metais; |
| 12. Problematização sobre isopor; |
| 13. Experimento de dissolução do isopor; |
| 14. Questionário escrito; |
| 15. Elaboração de panfletos; |
| 16. Organização para culminância; |
| 17. Culminância. |

Fonte: Autores, 2024.

A problematização inicial foi realizada nos primeiros quatro encontros e durante os demais encontros, sempre que necessário. Um exemplo de problematização inicial foi uma dinâmica com uma caixa misteriosa: colocamos objetos de

diversos tipos de materiais na caixa para que os estudantes pudessem identificar o material e o objeto pelo tato. O objetivo era proporcionar o primeiro contato com os tipos de materiais existentes e entender que a maioria dos objetos que utilizamos são feitos com estes materiais. Também utilizamos o filme *Wall-E* como problematização inicial para que os estudantes pudessem identificar quais materiais estavam presentes no filme e o que *Wall-E*, protagonista do filme, fazia com eles, o que trouxe explicações sobre sustentabilidade, reutilização e reciclagem para a aula.

Durante os encontros, fizemos perguntas para os estudantes a fim de estimular a reflexão e a conexão com o cotidiano deles. Na aula de síntese sobre bioplásticos, por exemplo, fizemos perguntas como “Qual solução você daria para a quantidade de lixo no ambiente?” e “Que tipo de medida você adotaria para equilibrar o uso de plásticos com a saúde do ambiente?”. Essas perguntas tiveram como objetivo levarem os estudantes a refletirem e a relacionarem o conteúdo trabalhado em sala com o dia a dia e o ambiente, que constitui assim a problematização inicial da aula.

Na organização do conhecimento, aprofundamos estudos dos questionamentos feitos na problematização inicial, utilizamos estratégias tais como experimentação, jogos, apresentação de slides, filmes, vídeos e mapas mentais, assim retomamos os questionamentos e opiniões discutidas na problematização inicial, com isso conseguimos abordar alguns conceitos químicos sobre a química dos materiais.



Na estratégia de ensino baseada na experimentação, foram realizados experimentos como: síntese de slime, síntese de polímero biodegradável, confecção de telas de corrosão e dissolução de isopor com acetona. Segundo Silva, Machado e Tunes (2010), as atividades experimentais são importantes para o processo de apropriação do conhecimento. Seu uso pode favorecer tanto o caráter investigativo quanto a capacidade de tomada de decisão, além de contribuir para o posicionamento crítico dos estudantes.

Na síntese de slime, como é mostrado na Figura 1, utilizamos reagentes simples que podem ser encontrados em casa, como cola, água boricada 3% (ácido bórico a 3% e água destilada), corante alimentício e bicarbonato de sódio (NaHCO_3). Os estudantes prepararam a solução de água boricada 3% e bicarbonato de sódio, e, em seguida, tingiram a cola com a cor desejada antes de adicionar a solução. Dessa forma, puderam concluir que é possível produzir um polímero utilizando reagentes comuns encontrados em casa.

Figura 1 – Produção do slime.



Fonte: Autores, 2024.

Na síntese do polímero biodegradável, como é mostrado na Figura 2, os estudantes utilizaram tapioca, glicerina, vinagre, água e corante alimentício como reagentes. As vidrarias

e equipamentos utilizados incluíram manta aquecedora, béquer, espátulas e uma bandeja ou forma. Eles adicionaram todos os reagentes no béquer e depois o levaram à manta aquecedora, e mexeram a mistura até que se transformasse em um material viscoso. Em seguida, espalharam o polímero em uma bandeja e deixaram secar por alguns dias. Com esse experimento, foi possível abordar a sustentabilidade, o que permitiu aos estudantes a oportunidade de perceber que é viável produzir um plástico de fácil fabricação e que não agride/degrada o ambiente.

Figura 2 - Síntese do polímero biodegradável.



Fonte: Autores, 2024.

Na confecção das telas de corrosão, como mostrado na Figura 3, os estudantes utilizaram vinagre e cloreto de sódio (NaCl) como reagentes. O primeiro passo foi desenhar nas telas de pintura o que desejavam mostrar. Em seguida, posicionaram os metais na tela, como moedas de 5 centavos e palha de aço. Para dar início ao processo de corrosão, é necessário preparar uma solução com vinagre e cloreto de sódio, que deve ser borrifada nas telas contendo os metais. Posteriormente a isso, é preciso esperar alguns dias para que a corrosão se desenvolva. Com este experimento, é possível explorar a reação de corrosão que ocorre nos metais presentes nas telas.

Figura 3 - Confeção de telas de corrosão.



Fonte: Autores, 2024.

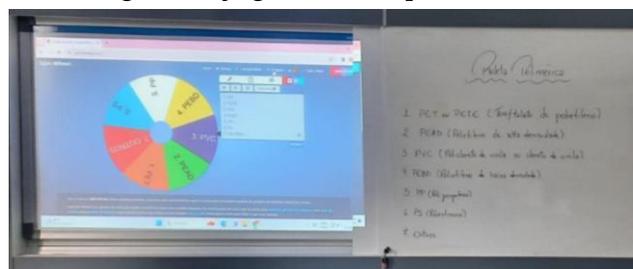
O experimento de dissolução do isopor foi uma demonstração na qual os estudantes observaram o isopor se dissolver na acetona. Durante a demonstração, explicamos os conceitos de polaridade e as propriedades do isopor e da acetona.

No contexto dos jogos, realizamos dois jogos: a roleta polimérica e o jogo da memória com metais da tabela periódica. Conforme Fialho (2024), os jogos demonstram sua importância ao promoverem situações de aprendizagem que potencializam a construção do conhecimento. Essas atividades lúdicas e prazerosas não apenas incentivam a participação ativa, mas também aumentam a motivação dos participantes.

Na roleta polimérica ilustrada na Figura 4, mostramos como é realizado o jogo da roleta que utilizamos tecnologia, como a lousa digital. Preparamos perguntas específicas para cada um dos seis tipos de plásticos, e nos outros restantes incluímos curiosidades. Para garantir a compreensão dos alunos, em uma aula anterior, explicamos os diferentes tipos de plásticos. Dessa forma, o jogo se torna uma ferramenta interativa e educativa, que ajudou a reforçar o conteúdo de maneira dinâmica e envolvente. A utilização da lousa digital permite uma experiência mais

interativa, em que os estudantes podem visualizar as informações de forma clara e direta.

Figura 4 - Jogo da roleta polimérica.



Fonte: Autores, 2024.

No jogo de memória sobre metais, como mostrado na Figura 5, preparamos o jogo com antecedência e levamos pronto. Esse jogo é um jogo da memória no qual o estudante tem que ligar o metal com alguma curiosidade ou propriedade sobre ele. Por exemplo, no caso do mercúrio, o estudante teria que ligar o metal à curiosidade que diz que ele é o único metal presente na natureza que é líquido à temperatura ambiente. Para realizar este jogo, em uma aula anterior, tivemos uma explicação sobre os metais e suas propriedades, todavia durante a atividade também reforçamos essas informações durante a execução do jogo, para garantir um aprendizado interativo. Dessa forma, o jogo não só diverte, mas também fortalece o entendimento dos estudantes sobre as propriedades dos diferentes metais.

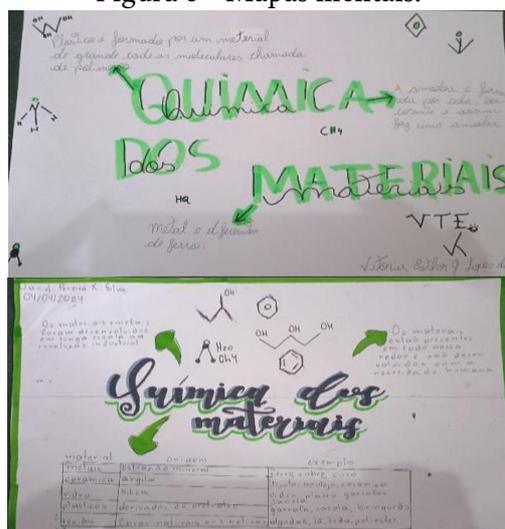
Figura 5 - Jogo de memória sobre metais.



Fonte: Autores, 2024.

No contexto dos mapas mentais, os estudantes criaram mapas para serem expostos na culminância do projeto. Os estudantes elaboraram mapas que abrangeram todos os conteúdos estudados no projeto, como mostrado na Figura 6. Segundo Marcos *et al.* (2022), os mapas mentais são técnicas de estudo que têm como um dos principais objetivos facilitar a memorização dos conteúdos estudados. Além disso, os mapas mentais são utilizados como uma ferramenta criativa em diversos campos de estudo, no desenvolvimento de produtos, no gerenciamento de negócios, no planejamento estratégico e em muitas outras áreas.

Figura 6 - Mapas mentais.



Fonte: Autores, 2024.

A aplicação do conhecimento ocorreu durante o evento de culminância, no qual os estudantes apresentaram, no último encontro para o público do colégio, tudo o que foi produzido durante o projeto. Durante o evento, eles explicaram os conceitos, usos e propriedades dos materiais estudados, bem como os experimentos que realizaram em sala de aula. Na mesa, foi

exposto todo o trabalho desenvolvido no projeto de Química dos Materiais, o que incluiu uma apresentação e uma oficina de síntese de slime, conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Culminância.



Fonte: Autores, 2024.

No início da culminância, foi conduzida uma entrevista semiestruturada com a finalidade de coletar feedback dos estudantes. A entrevista foi empregada como metodologia de pesquisa deste estudo. As entrevistas semiestruturadas foram conduzidas de maneira cuidadosa e trocamos a ordem das perguntas conforme a dificuldade dos estudantes para responder, e seguimos um conjunto predefinido de perguntas elaboradas previamente, que estão ilustradas no quadro 2. Esse instrumento de pesquisa nos permitiu construir os dados de forma coerente entre os participantes.

Escolhemos a entrevista semiestruturada por sua flexibilidade, que nos permite explorar questões de maneira mais aprofundada com os estudantes. Esse instrumento de construção de dados possibilita o desdobramento de tópicos e o auxílio aos entrevistados de forma mais direcionada ao objetivo da pesquisa. Durante a entrevista, surgem novas perguntas com base nas

respostas dos estudantes e esta ocasião faz com que o diálogo se torne mais dinâmico e esclarecedor. Sobre a entrevista semiestruturada:

“As entrevistas semiestruturadas, como a própria designação sugere, têm como característica um roteiro preestabelecido no qual o pesquisador inclui um pequeno número de perguntas abertas e deixa o entrevistado livre para falar, podendo realizar perguntas complementares para compreender o fenômeno investigado.” (Oliveira, 2023, p. 13).

Foram entrevistados, no total, 5 estudantes, pois na data planejada para a entrevista somente esses cinco entrevistados estavam presentes nessa atividade. Ao analisar a primeira pergunta, que tem como objetivo avaliar a compreensão do estudante sobre os experimentos realizados em aula, o que incluiu o método experimental e os conceitos científicos envolvidos. Foi perceptível que os estudantes, apesar de entenderem o experimento e sua contribuição para educação, não tinham maturidade científica para elaborar uma resposta mais técnica, por exemplo, o estudante 1 (E1) disse: “eu gostei mais do slime, porque gostei de aprender como faz e é muito fácil.” O estudante 2 (E2) traz uma segunda resposta para a mesma pergunta: “praticamente todos, porque serviram

de aprendizado, nunca tinha feito nada do que a gente fez.”

Diante disso, podemos interpretar estas respostas como algo que ainda precisa ser desenvolvido e amadurecido cientificamente, pois já dizia Zarbin (2007) que a química dos materiais é claramente uma área inter e multidisciplinar, a qual integra conhecimentos e habilidades das quatro divisões clássica da química e cruza fronteiras entre a física, a biologia e as engenharias, fala esta, que comprova que a química dos materiais possui muitas linhas de cruzamento com diversos conteúdos.

Na segunda pergunta, notamos, por meio de suas respostas sobre sustentabilidade, que os estudantes conectaram o conceito a exemplos práticos de seu próprio cotidiano, como reutilizar plásticos e evitar de jogar lixo no ambiente. Para exemplificar este resultado, o estudante 2 (E3) respondeu: “não ficar jogando lixo no meio ambiente, preservar e reutilizar os plásticos. O estudante 4 (E4) traz uma segunda resposta para esta resposta: “pra continuar deixando nosso ambiente mais limpo.” A partir disso, é interessante destacar que Santos *et al.* (2013) traz sobre os desafios que a química enfrenta devido à complexidade de termos envolvidos. Isso sugere que, embora os estudantes tenham compreendido as noções fundamentais de sustentabilidade, suas respostas refletem uma compreensão baseada em experiências pessoais, logo, a ausência de um maior contato com práticas sustentáveis dificulta a capacidade de definir e discutir o tema de forma mais técnica e aprofundada.

Na terceira pergunta, tivemos como objetivo avaliar a importância de materiais para a



sustentabilidade. O estudante 1 (E1) trouxe em sua resposta: “quando for fazer compras, usar sacolas mais econômicas, usar copo de vidro ao invés de copo descartável.” Já o estudante 4 (E4) respondeu: “reutilizar garrafas para guardar água na geladeira, não descartar em lugares indevidos.” Por meio destas respostas, conseguimos perceber que o objetivo foi alcançado e que os meios de contribuir para a sustentabilidade do ambiente foram compreendidos pelos estudantes.

Na quarta pergunta, retornamos na discussão feita durante a segunda pergunta, visto que o estudante 1 (E1) respondeu: “reutilizar é pegar uma garrafa de plástico e fazer um brinquedo, e reciclar é descartar o lixo no lugar certo, para produzir outras coisas.” Já o estudante 4 (E4) disse: “reciclagem a gente descarta em determinados lugares para transformar em outro objeto, e reutilizar é a gente fazer um brinquedo ou item de decoração.” Embora não tenham utilizado termos técnicos, os discentes se expressaram de forma adequada conforme o nível de conhecimento deles.

Santos *et al.* (2013) aponta esse obstáculo para mostrar que, devido à inter e multidisciplinaridade da química dos materiais, muitos conceitos científicos podem ser recebidos com dificuldade pelos alunos. Todavia, o objetivo de identificar se o estudante compreendeu minimamente a diferença entre reciclagem (processo de transformação de materiais descartados em novos produtos) e reutilização (uso repetido de um objeto ou material sem passar por um processo de transformação industrial) podemos inferir que conseguimos uma compreensão inicial nesses cinco entrevistados.

Por fim, na quinta pergunta, o objetivo era identificar e discutir as relações entre a química dos materiais e outros campos do conhecimento, como química, ciência, tecnologia e sociedade. O estudante 4 (E4) trouxe em sua resposta: “com a ciência podemos descobrir muitas coisas, com a tecnologia ela pode ajudar a gente a desenvolver novos itens, com a sociedade podia se colocar mais na frente, todo mundo contribuir e não jogar lixo em lugares indevidos, com o ambiente a gente aprendeu a reutilizar, não descartar em lugares indevidos.” E o estudante 2 (E2) respondeu: “com a ciência vimos a corrosão dos metais e o bioplástico, com a tecnologia usamos a roleta, com a sociedade e o ambiente não jogar plástico, não fazer queimada.” Diante das respostas dos estudantes, percebemos o início do desenvolvimento do entendimento deles sobre a relação CTSA com a temática do projeto, visto que eles conseguiram enxergar a presença da ciência e sua importância quando alinhada com outras áreas de seu cotidiano.

Os resultados da entrevista semiestruturada nos mostraram que, apesar da dificuldade de se reconhecer conceitos químicos mais complexos, os estudantes entenderam que a química dos materiais está presente constantemente em seu dia a dia, e sua importância deve ser reconhecida para que a sustentabilidade do ambiente em que vivem seja promovida.

CONSIDERAÇÕES

Com a realização da disciplina eletiva, a partir dos objetivos traçados inicialmente, conseguimos mostrar as relações sobre o uso de



materiais básicos do dia a dia com as relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; o que nos permitiu avançar em ações que evidenciaram possíveis avanços no posicionamento crítico dos estudantes, visto que eles ainda possuíam uma visão superficial destas relações.

Diante disso, foi perceptível a evolução dos estudantes quando relacionamos as atividades, as discussões e as dinâmicas sobre química dos materiais com a Educação CTSA. Estas relações permitiram que o nosso objetivo de compreender a química dos materiais a partir da análise de suas características, bem como sua importância na vida cotidiana dos estudantes para o avanço do conhecimento química na educação básica fosse alcançado. E para entender como chegamos neste resultado, realizamos uma entrevista semiestruturada, a qual proporcionou analisar quais experimentos foram mais significados, qual o entendimento dos estudantes sobre os termos desenvolvidos em sala, em quais momentos houve mais dificuldade e se conseguiram relacionar o que foi trabalhado no projeto de química dos materiais com a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Tudo isso foi feito de forma a compreender a importância destas relações.

Para concluir, sabemos da importância de se identificar os desafios e as fragilidades durante o desenvolvimento de projetos como este, por isso, pretendemos continuar tendo momentos de reflexão sobre o que foi desenvolvido durante as aulas para que, no futuro, possamos melhorar cada vez mais os próximos trabalhos. É um nosso desejo avançarmos em nossa formação como docentes e pesquisadores.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. B. de. Os três momentos pedagógicos como estruturantes de currículos. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências)

– **Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria**, 2015.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. **Seminário Ibérico CTS no ensino das ciências: las relaciones CTS en la Educación Científica**, v. 4, p. 1-7, 2006.

BARBOSA, F. T.; AIRES, J. A. Visões sobre natureza da ciência em artigos publicados em periódicos nacionais da área de ensino de ciências: um olhar para a educação em química. **Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 30, p. 77-104, jan./jul. 2018.

BONFIM, D. D. S.; COSTA, P. C. F.; DO NASCIMENTO, W. J. A abordagem dos três momentos pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 187-197, 2018.

BOURSCHEID, J. L. W. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 24-36, 2014.

CASTRO, E. de; OLIVEIRA, U. T. V. de. A entrevista semiestruturada na pesquisa qualitativa-interpretativa: um guia de análise processual. **Entretextos**, Londrina, v. 22, n. 3, p. 25-45, 2022.

DELIZOICOV, D.; Angotti, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**, 2002.



DELIZOICOV, D.; Angotti, J. A. P.;
PERNAMBUCO, M. M. C. A. Ensino de
Ciências: Fundamentos e métodos. 4 ed. **São
Paulo: Cortez**, 2011.

FARIAS, C. R. de O.; FREITAS, D. de. Educação
ambiental e relações CTS: uma perspectiva
integradora. **Ciência & Ensino**, v. 1, número
especial, nov. 2007.

FIALHO, N. N. **Jogos no ensino de química e
biologia**. Editora Intersaberes, 2024.

GIACOMINI, A.; MUENCHEN, C. Os três
momentos pedagógicos como organizadores de
um processo formativo: algumas reflexões.
**Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em
Ciências**, v. 15, n. 2, p. 339 -355, 2015.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J.
Experimentação no Ensino de Química na
Educação Básica. **Research, Society and
Development**, v. 9, n. 1, 2020.

LACERDA, N. O. S. Educação CTS e autonomia:
dimensões para a formação de professores de
ciências. Brasília, DF: Universidade de Brasília,
**Programa de Pós-Graduação em Educação em
Ciências, Doutorado em Educação em Ciências**,
2019.

LACERDA, N. O. S.; SANTOS, W. D.;
QUEIRÓS, WP de. Um Panorama das pesquisas
sobre formação de professores na perspectiva
Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS). **Atas do XI
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em
Ciências, Florianópolis, SC, Brasil. Recuperado
de: [http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-
enpec/anais/resumos/R1668-1.pdf](http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1668-1.pdf)**, 2017.

LAUTHARTTE, L. C.; JUNIOR, W. E. F. Bulas
de medicamentos, vídeo educativo e biopirataria:
uma experiência didática em uma escola pública
de Porto Velho–RO. **Química Nova na Escola**, 33
(3), 178-184, 2011.

LUZ, R.; QUEIROZ, M. B. A.; PRUDÊNCIO, C.
A. V. CTS ou CTSA: o que (não) dizem as
pesquisas sobre educação ambiental e meio
ambiente?. **Alexandria: Revista de Educação em
Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 31-54, 2019.

MELO, M. R.; NETO, E. G. L. (2013).
Dificuldades de ensino e aprendizagem dos
modelos atômicos em química. **Química Nova na
Escola**, 35 (2), 112-122.

MARCOS, D. M. Da S. et al. Confeção de mapas
mentais feitos em tecido como proposta
inovadora no estudo de química. **Diversitas
Journal**, v. 7, n. 4, 2022.

MERÇON, F. A experimentação no ensino de
química. **IV ENPEC**, 2003.

OLIVEIRA, S. de; GUIMARÃES, O. M.;
FERREIRA, Jacques de Lima. As entrevistas
semiestruturadas na pesquisa qualitativa em
educação. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 24, n.
55, p. 210–236, 2023.

PEREIRA, A. S. **Processos formativos de futuros
professores de química como intelectuais
transformadores: contribuições da avaliação de
ciclo de vida como temática sociocientífica**. 2019.
293f. Tese (Doutorado em Educação para a
Ciência) - Faculdade de Ciências, Faculdade,
Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, 2019.

PEREIRA, A. S.; CARVALHO, W. L. P.
Avaliação de Ciclo de Vida de Produtos como



Temática Sociocientífica na Formação de Professores de Química como Intelectuais Transformadores. **Ciência & Educação (Online)**, v. 26, p. 1-17, 2020.

SANTOS, M. E. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: **Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 1999.

SANTOS, A. O. *et al.* Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia plena**, v. 9, n. 7 (b), 2013.

SANTOS, W. L. P. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira**. Dissertação. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP, 1992.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Organizadores). CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: **Editora Universidade de Brasília**, 2011.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000.

SCAFI, S. H. F. Contextualização do ensino de química na escola militar. **Química Nova na Escola**, p. 176-183, 2010.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS,

W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010, p. 236-261.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

