

QUÍMICA DAS CORES: UM ESTUDO A PARTIR DOS PRESSUPOSTOS DA EDUCAÇÃO CTSA

The theme of color chemistry in the educational context: under the assumptions of ctsa education

Sara Antonia da Silva Dutra

Universidade Estadual de Goiás - UEG

Thallis Luan Severo Cardoso

Universidade Estadual de Goiás - UEG

Nília Oliveira Santos Lacerda

Universidade Estadual de Goiás - UEG

Virginia Alves Ferreira

Universidade Estadual de Goiás - UEG

RESUMO

Ao considerar os desafios e as preocupação com os problemas socioambientais em decorrência do impacto das ações humanas no ambiente, nosso trabalho foi fundamentado nos pressupostos teóricos metodológicos da Educação Ciência, Tecnologia, sociedade e Ambiente (CTSA) e tem como objetivo compreender como um projeto com a temática da química das cores e dos corantes pode impactar o processo formativo dos estudantes do Ensino Médio, a partir dos pressupostos teórico-metodológicos da Educação CTSA. Na metodologia do trabalho utilizamos os três níveis de conhecimento químico: macroscópico, submicroscópico e representacional integrado com os três momentos pedagógicos: a) problematização inicial; b) organização do Conhecimento; c) aplicação do Conhecimento. Para a metodologia da pesquisa escolhemos uma entrevista semiestruturada e um questionário, e com eles, identificamos algumas dificuldades dos estudantes ao compreender a natureza investigativa da experimentação. Além disso, reconhecemos a importância de trabalhar essa temática com o intuito de promover uma compreensão das questões ambientais, sociais e econômicas relacionadas ao uso das cores e corantes.

Palavras-chaves: Cores e Corantes, Estágio, Educação CTSA

ABSTRACT

When considering the challenges and concerns regarding socio-environmental issues resulting from the impact of human actions on the environment, our work is grounded in the theoretical and methodological assumptions of Education, Science, Technology, Society, and Environment (CTSA). Its aim is to understand how the chemistry of colors and dyes can influence the teaching and learning process of high school students, based on the principles of CTSA education. In our methodology, we employed the three levels of chemical knowledge: macroscopic, submicroscopic, and representational, integrated with the three pedagogical moments: a) initial problematization; b) organization of knowledge; c) application of knowledge. For the research methodology, we chose a semi-

structured interview and a questionnaire, with which we identified some difficulties students face in understanding the investigative nature of experimentation. Furthermore, we recognize the importance of addressing this theme to promote an understanding of the environmental, social, and economic issues related to the use of colors and dyes.

Keywords: Colors and Dyes, CTSA Education, Internship.

INTRODUÇÃO

Em meados do século XX, pesquisadores nos países capitalistas centrais passaram a defender uma maior integração entre ciência e os problemas sociais. Em meados das décadas de 1960 e 1970, com a degradação ambiental e o uso destrutivo da tecnologia, como nas bombas atômicas e na Guerra do Vietnã, destacaram a necessidade de discutir as relações entre Ciência e Tecnologia (C&T), o que resultou no surgimento do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que propõe uma análise crítica do papel da C&T na sociedade (Auler e Bazzo, 2001; Von Linsingen, 2008).

O movimento CTS foi marcado por duas tradições: a europeia, de caráter acadêmico, que analisa o impacto da ciência na sociedade; e a americana, de caráter social, formada por ativistas focados nos problemas sociais e ambientais (Strieder, 2012). Na América Latina, o movimento CTS foi influenciado por questões de desenvolvimento local, que levou ao surgimento do Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), que se concentrou na C&T para promover o desenvolvimento regional e responder às demandas sociais (Von Linsingen, 2007).

No entanto, as relações CTS ganharam relevância a partir da crítica ao modelo linear de desenvolvimento científico-tecnológico, que pressupõe que a ciência conduz à tecnologia e, em seguida, ao progresso econômico e social (Von Linsingen, 2007). Auler e Bazzo (2001) destacam que, no final da década de 1970, as relações C&T e seus impactos na sociedade estimularam a busca por controle sobre a atividade científica e tecnológica. Antes desse período, as decisões relacionadas à C&T eram tomadas principalmente por especialistas tecnocratas, sem a participação da sociedade. No entanto, a partir de então, começou a defender um maior controle social sobre a C&T, o que permitiu que a sociedade influenciasse e participasse das decisões científicas e tecnológicas.

O rompimento com o antigo modelo linear de progresso, que sugere que o Desenvolvimento Científico, leva ao Desenvolvimento Tecnológico, que resulta em Desenvolvimento Econômico e, por fim, em Desenvolvimento Social e Bem-estar Social. Portanto, sugere que a C&T não devem ser compreendidas como processos automáticos e inevitáveis, mas como atividades sujeitas ao controle e à influência de diferentes atores sociais, ao tornar as decisões mais democráticas e menos tecnocráticas (Auler e Bazzo, 2001).

Outro fator importante apontado por Auler e Bazzo (2001) é o conceito de salvacionismo, que atribui à C&T a capacidade de resolver problemas sociais, econômicos e ambientais. Essa perspectiva ingênua assume que, com o avanço da ciência e o desenvolvimento de novas

tecnologias, só será possível superar todos os desafios, e alcançar um futuro de progresso e bem-estar. O salvacionismo implica, portanto, uma crença de que a C&T pode proporcionar soluções definitivas e universais para questões complexas, como pobreza, fome, doenças e crises ambientais.

No Brasil, o movimento CTS foi influenciado pelo PLACTS e, a partir da década de 1990, passou a reformular o currículo de ciências, que passa a ter o objetivo de formar cidadãos críticos e conscientes sobre C&T. Portanto, a Educação CTS tem o objetivo de promover o interesse dos estudantes em relacionar ciência com aspectos tecnológicos e sociais, desenvolver pensamento crítico e os capacitar a tomar decisões informadas (Auler, 2007; Lacerda, 2019, Santos e Mortimer, 2000).

Ao considerar os desafios atuais, e a crescente preocupação com os problemas socioambientais em decorrência do impacto das ações humanas na natureza, nos fundamentamos nos pressupostos teórico-metodológicos da Educação CTSA, e decidimos pela inclusão do Ambiente para ressaltar as discussões sobre os impactos ambientais das práticas científicas e tecnológicas, pois reconhecemos que as questões sociais e tecnológicas não podem ser discutidas de forma isolada do contexto ambiental no qual estão inseridos.

Assim, procuramos promover uma educação que forme cidadãos críticos e conscientes, capazes de tomar decisões informadas e que considerem as implicações sociais e ambientais de suas ações. Dessa forma, a integração do ambiente estabelece uma conexão, alinhada com os princípios da educação para a sustentabilidade e o desenvolvimento social.

Portanto, para trabalharmos uma postura crítica desenvolvida pela Educação CTSA, precisamos trabalhar os conhecimentos científicos integrados com metodologias e estratégias que possibilitem a problematização e a investigação de fenômenos do nosso cotidiano e temas relevantes do nosso contexto social. A experimentação científica investigativa é uma boa oportunidade nesse processo de ensino-aprendizagem, pois o processo educacional contemporâneo exige estratégias e metodologias, que incentivem a criatividade dos alunos e promovam a cooperação entre diferentes áreas do conhecimento.

Experimentação investigativa e os três níveis de conhecimento químico

A educação em Ciências/Química, ao longo dos anos, tem a atenção ao estudo dos processos de ensino e aprendizagem, devido às dificuldades que muitos estudantes têm nesta área. Atualmente, há um crescente desinteresse dos estudantes pelas Ciências da Natureza, possivelmente em decorrência da falta de conexão entre o conteúdo aprendido na escola e as atividades de seu cotidiano (Prsybyciem et al., 2018; Gonçalves, Goi, 2019).

Neste contexto, a experimentação investigativa é uma perspectiva pedagógica que valoriza a curiosidade e o envolvimento ativo dos estudantes no processo de aprendizagem, especialmente em áreas como

Ciências/Química. Diferente de práticas tradicionais de ensino, em que os estudantes reproduzem experimentos previamente planejados, a experimentação investigativa incentiva os estudantes a desempenharem o papel de investigadores, a desenvolver suas próprias hipóteses, questionamentos e procedimentos (Chaves, Morte, Cabral, 2024; Pereira, Viturino, Assis, 2017).

O estudante é protagonista no processo de apropriação do conhecimento, ao participar de atividades que fazem sentido para ele. Logo, o objetivo vai além da simples verificação de teorias, e estimula o pensamento crítico científico, ao incentivar a formulação de novas perguntas e promover a resolução ativa de problemas. Não se trata apenas de realizar práticas experimentais pré-determinadas, mas sim de permitir que os próprios estudantes elaborem hipóteses e conduzam os experimentos, enquanto o professor assume o papel de mediador, ao orientar e facilitar o processo investigativo, sem impor respostas prontas. (Taha, et al., 2016.)

Conforme Prsybyciem Prsybyciem, Silveira e Sauer, (2018), Apud Guimarães (2009), a experimentação tem sido considerada um recurso útil para promover a aprendizagem no ensino de Química, uma vez que é uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais e relacionados com a realidade do aluno, para o estímulo de questionamentos de investigação e para a contextualização (Prsybyciem Prsybyciem, Silveira e Sauer, 2018, Pg. 603).

Galiazzi e Gonçalves (2004) destacam que os estudantes não aprendem apenas de forma teórica, mas vivenciam os conceitos em um contexto prático e investigativo. Silva, Machado e Tunes (2010) reforçam que a experimentação investigativa estimula o pensamento crítico científico, ao transformar em uma atividade imaginativa e criativa.

Para Melo (2016), a realização de um experimento demonstrativo-investigativo envolve a integração de três níveis de conhecimento: macroscópico, submicroscópico e representacional. O processo começa com uma pergunta que desperta a curiosidade dos estudantes, e permite identificar suas concepções prévias. Em seguida, o professor executa o experimento e os estudantes observam o fenômeno visível (nível macroscópico). Depois, o professor explica a teoria científica (nível submicroscópico) e utiliza a linguagem química, como fórmulas e equações, para representar o fenômeno de forma abstrata (nível representacional).

Ainda de acordo com a autora, no nível macroscópico, os fenômenos químicos são visíveis a olho nu, e são interpretados pelos estudantes com base em suas experiências pessoais. Já o nível submicroscópico envolve partículas invisíveis e conceitos mais abstratos, que exigem maior entendimento. Portanto, o professor desempenha um papel importante nesse processo de conectar esses dois níveis, ao facilitar a transição entre a observação dos fenômenos e a compreensão teórica, o que aumenta o entendimento dos estudantes sobre os conceitos químicos.

Desse modo, utilizar estratégias que envolvam os três níveis de conhecimento significa analisar os fenômenos químicos de maneira completa, ao conectar o que os estudantes podem observar (macroscópico),

com as explicações teóricas invisíveis (submicroscópico), ao abordar a linguagem química, como fórmulas e símbolos (representacional), para descrever esses fenômenos. Essa estratégia torna o ensino mais dinâmico e acessível, pois os estudantes conseguem relacionar o conteúdo com seu dia a dia e entender como os conceitos teóricos que se aplicam à realidade dos estudantes, o que aumenta o interesse destes e resultam em aprendizagem.

Em alinhamento a essa proposta, decidimos integrar a "cores e corantes" em nosso trabalho, pois o projeto pode envolver experimentos investigativos, como a extração de corantes naturais, análise de sua estabilidade em diferentes condições e avaliação de seu impacto ambiental. Para analisar essa perspectiva, no contexto educacional, realizamos um breve levantamento em periódicos da área da educação no período de 2013 a 2023, e utilizamos as palavras-chave cores e corantes no ensino de ciências. O objetivo deste levantamento foi identificar artigos sobre o tema e suas propostas metodológicas no ensino de Ciências/Química.

Química das cores no contexto da sala de aula: um breve levantamento

Para compreendermos melhor a nossa temática e nos familiarizarmos com o panorama das pesquisas na área, realizamos o levantamento no Google Acadêmico e nos principais eventos da área como ENEQ e ENPEC, sendo identificados 32 artigos. No entanto, apenas 7 artigos e revisões se enquadraram em nosso escopo. Embora muitos tratassem de cores e corantes, grande parte consistia em resumos curtos com lacunas na metodologia, o que nos levou a priorizar artigos completos. Os sete artigos selecionados foram analisados com base em seus objetivos, metodologias e resultados.

Maroun e Santos (2019) investigam as percepções de estudantes da educação básica em relação ao uso de corantes e aromatizantes, ao enfatizar a importância da interdisciplinaridade e da contextualização com os saberes científicos. Os resultados revelaram que, embora muitos estudantes tivessem noções sobre coloração, a maioria não conhecia os corantes específicos, o que ressalta a importância de uma metodologia interdisciplinar e contextualizada no ensino de Ciências. Tal prática une conhecimentos de diferentes disciplinas e os relaciona à realidade dos estudantes que, de acordo com autores, essas práticas podem contribuir para uma maior sensibilização em relação ao tema.

Bianchi, Ramos e Barbosa-Lima (2016) em seus estudos investigam como deve ser o ensino das cores para estudantes cegos de nascença, ao analisar a relação entre percepção visual e aprendizado de conceitos físicos. Os autores ressaltam que a compreensão das cores não se limita a associações visuais, mas envolve interações sociais e experiências sensoriais. Os resultados mostraram que as associações feitas pelos estudantes cegos diferem das feitas pelos videntes, os cegos tendem a considerar outros sentidos e contextos sociais. Os autores ressaltam que esse processo pode estimular o pensamento crítico e investigativo, ao promover uma reflexão sobre os objetivos da ciência.

Martins, Locatelli E Sato (2021) revisam a literatura sobre o uso e a influência das cores, que emprega a técnica de rastreamento ocular (eye-tracking) para investigar a relação entre cores e o contexto educacional. A revisão destaca a predominância de estudos no Ensino Superior e revela uma lacuna significativa na Educação Básica, com apenas um estudo referente ao Ensino Médio e nenhum na Educação Infantil. Além disso, os resultados indicam que, entre as disciplinas de ciências da natureza, a Química foi a que menos abordou o tema. Os autores enfatizam a necessidade de mais pesquisas sobre o uso de cores em materiais didáticos, uma vez que a maioria dos estudos comparou materiais coloridos e em preto e branco sem levar isso em consideração.

O artigo de Krausig, Braibante E Pazinato (2015) investigou as concepções dos acadêmicos de Licenciatura em Ciências da Natureza em relação ao ensino de cores e aos aspectos dos processos de ensino e aprendizagem. Os autores defendem que o tema cores é fundamental para o ensino de Química, pois pode facilitar a compreensão de conceitos complexos quanto abordados de forma temática e interdisciplinar. Os dados coletados indicam que a maioria dos participantes reconhece a importância do tema no ensino.

Ainda de acordo com os autores, muitos acadêmicos apresentaram dificuldades em conceitos fundamentais relacionados às cores, o que evidenciou lacunas na formação inicial em relação ao tema. A pesquisa sugere que, ao integrar o ensino de cores em contextos mais amplos, é possível não apenas promover uma compreensão, mas também preparar melhor os futuros educadores para lidarem com esse tema em sala de aula.

Aguiar e Correia (2015) discutem a construção de modelos como uma estratégia para entender leis e teorias na ciência, ao enfatizar o uso de Mapas Conceituais (MC) no ensino de Química. Os autores realizaram a pesquisa com estudantes do ensino médio, e analisaram que muitos possuem conceitos errôneos sobre o modelo atômico e as cores dos fogos de artifício em relação aos componentes químicos. Essa descoberta revela confusões comuns entre os estudantes, e destaca a importância de um suporte pedagógico adequado para superar as confusões conceituais.

O artigo de Favretto Santos e Teixeira (2015) analisa a elaboração de intervenções pedagógicas para discutir conceitos relacionados à luz e cores com estudantes do quarto ano do ensino fundamental. Os resultados indicam que a maioria preferiu atividades que envolviam experimentação, o que evidencia a importância de sequências didáticas que abordam fenômenos desconhecidos. Essa preferência sugere que a manipulação de objetos e a investigação prática são fundamentais para aumentar o interesse e o engajamento no aprendizado de conceitos científicos.

A partir desse levantamento, identificamos lacunas nas metodologias e estratégias educacionais sobre cores e corantes. Trabalhar o tema de forma contextualizada ao alinhar com a realidade dos estudantes, pode promover o pensamento crítico e investigativo, especialmente ao integrar experimentos que aumentem o seu interesse. Outra lacuna é a falta de pesquisas sobre o tema na Educação Básica, principalmente na disciplina de Química. Além disso, observamos que

muitos estudantes do ensino superior enfrentam dificuldades em relação a esse assunto, em decorrência de deficiência do tema em sua formação inicial. Constatamos, ainda, que nenhuma pesquisa relaciona o tema à Educação CTSA, o que limita a compreensão crítica e contextualizada dos fenômenos científicos.

Para contribuir com uma formação alinhada às experiências dos estudantes da Educação Básica, escolhemos a temática Cores e Corantes como proposta para uma Eletiva. Este tema é relevante por promover o interesse dos estudantes ao integrar aspectos práticos com conceitos teóricos abstratos da Química. A justificativa para esta pesquisa, portanto, reside no estudo das cores e dos corantes como uma oportunidade pedagógica no ensino básico. Ao incluir experimentos e metodologias que conectem o tema à realidade dos estudantes, ao estimular a compreensão dos fenômenos científicos e suas utilidades no cotidiano, desde a indústria até questões sociais e ambientais. Esse tema também é relevante na Educação CTSA, pois incentiva a criatividade e a reflexão sobre o impacto dos conhecimentos científicos e tecnológicos na sociedade.

Contudo, surge o seguinte problema de pesquisa: Como a integração de atividades práticas e teóricas no estudo das cores e corantes pode impactar o processo formativo de estudantes por meio de práticas educacionais alinhadas aos pressupostos teóricos-metodológicos da Educação CTSA? Sendo assim, nosso objetivo foi compreender como um projeto com a temática da química das cores e dos corantes pode impactar o processo formativo dos estudantes do Ensino Médio, a partir dos pressupostos teórico-metodológicos da Educação CTSA.

PERCURSO METODOLÓGICO

O projeto Química das Cores foi desenvolvido durante o Estágio Supervisionado III por dois estagiários do curso de licenciatura em Química da Universidade Estadual de Goiás (UEG), no primeiro semestre de 2024. A iniciativa contou com a participação de uma turma composta por 10 estudantes da 1ª à 3ª série de um CEPI (Centro de Ensino em Período Integral) de Ensino Médio da Rede Estadual, e um total de 19 encontros.

A metodologia do projeto seguiu os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002): *problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento*. Além disso, conforme Crestani et al. (2017), a metodologia adotada integra os princípios da perspectiva dialógico-problematizadora de Freire (1987), que promove o ensino baseado no diálogo crítico e na construção coletiva do conhecimento.

Na *problematização inicial*, começamos com perguntas contextualizadas e relacionadas ao tema de Química das cores. Essas questões foram elaboradas com o objetivo de analisar os conhecimentos prévios dos estudantes. Entre as perguntas selecionadas estavam: "Por que o céu é azul?", "O que é o arco-íris?", "Como os corantes influenciam nossa vida diária?" entre outras. Essas problemáticas estimularam

discussões e permitiram observar as concepções iniciais dos estudantes. Conforme apontado por Giacomini e Muenchen (2015), a problematização inicial tem a função de:

(...) apresenta situações reais que os alunos conheçam e vivenciam em que são introduzidos os conhecimentos científicos. É o momento no qual os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre o assunto. O professor, com a função coordenadora, irá concentra-se mais em questionar e problematizar este conhecimento, fomentando discussões e lançando dúvidas sobre o assunto do que em responder ou fornecer explicações. O objetivo deste momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno, ao se deparar com interpretações das situações propostas pelo professor (Giacomini; Muenchen, 2015, p. 343 e 344).

Na *organização do conhecimento*, os conteúdos foram estruturados e conectados às questões discutidas na problematização inicial, e utilizou recursos como slides, documentários, dinâmicas digitais, práticas experimentais e MC. Essas estratégias incentivaram os estudantes a compreenderem os temas de forma mais detalhada, e desenvolverem habilidades de pesquisa e análise crítica. Guiados por atividades e recursos didáticos, os estudantes ampliaram sua compreensão do tema, ao integrarem diferentes teorias e evidências. Esse processo proporciona a capacidade crítica dos estudantes. Conforme destacado por Giacomini e Muenchen (2015), a organização do conhecimento tem a função de:

“(...) o momento em que os alunos estudarão os conhecimentos selecionados pelo professor como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial. Neste momento, o aluno irá resolver problemas e atividades propostas em livros didáticos que desempenharam uma função formativa na apropriação de conhecimentos (Giacomini; Muenchen, 2015, p. 344).

Por fim, na *aplicação do conhecimento*, os estudantes foram encorajados a aplicar o que aprenderam, e explorar situações reais relacionadas ao tema e propor soluções viáveis.

Conforme apontado por Giacomini e Muenchen (2015), a *aplicação do conhecimento proporciona* aos estudantes uma oportunidade de desenvolver habilidades de análise crítica e resolução de problemas. Ao refletirem sobre situações reais, eles validam a teoria e se tornam agentes ativos na busca por soluções, e torna o aprendizado mais impactante e contextualizado. Essa estratégia prática enriquece sua formação, e os prepara para enfrentar desafios do mundo real. Como desafio, foram realizadas discussões e debates com a comunidade local, que incentivaram a participação ativa de estudantes e membros da sociedade nos temas abordados.

A metodologia do trabalho também incorporou os três níveis de conhecimento: macroscópico, submicroscópico e representacional, macroscópico (macro e tangível) e gradualmente enriquecidos com aspectos submicroscópicos (molecular e invisível) e representacionais (simbólico e matemático). (Melo, 2015).

No projeto no nível macroscópico, os estudantes compreenderam as propriedades e comportamentos das substâncias coloridas. No nível submicroscópico, isso envolveu a compreensão teórica dos conceitos, como as interações químicas que resultam nas cores e os processos atômicos e moleculares. No nível representacional, eles demonstraram esses conceitos por meio de representações visuais e simbólicas.

No contexto da experimentação investigativa e dos três níveis de conhecimento e com base na fundamentação teórica CTSA, utilizamos diversas estratégias de ensino nas aulas ministradas no projeto ao incluir aulas expositivas e dialogadas, pesquisas em sala de aula, atividades práticas e experimentais, documentários e vídeos sobre o tema e dinâmicas digitais.

Na metodologia da pesquisa, utilizamos para a coleta de dados, feedbacks semanais, gravações de áudios, fotografias, questionários. Além disso, realizamos uma entrevista semi-estruturada no dia da preparação para culminância, com a participação dos estudantes do projeto. A entrevista semi-estruturada é uma técnica de construção de dados muito utilizada no que se deseja controlar o volume das informações obtidas, assim garante um foco maior na temática em estudo e possibilita a intervenção do entrevistador para que os objetivos da pesquisa sejam alcançados. (Oliveira, 2020).

A entrevista consistiu em seis perguntas, elaboradas para analisar diversos aspectos da Eletiva, o que permitiu uma análise dos temas estudados com base nos pressupostos metodológicos da Educação CTSA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha dos conteúdos para o projeto Química das Cores foi elaborada para integrar teoria e prática e aulas investigativas. Nesta seção, apresentaremos uma análise cronológica dos conteúdos abordados ao longo do projeto.

O conteúdo *“História e Curiosidades da Química das Cores”* foi desenvolvido em seis encontros e começou com uma problematização que envolveu a apresentação de uma cesta com diferentes frutas. Durante essa etapa, questionamos os estudantes sobre as características macroscópicas das frutas, como: *“O que vocês percebem de diferente ao analisar as frutas presentes na cesta?”* e *“A cor dos alimentos altera seu sabor?”*. Esse momento inicial despertou a curiosidade dos estudantes, ao relacionar a cor dos alimentos a suas percepções cotidianas.

Em seguida, organizamos o conhecimento ao abordar a natureza submicroscópica da matéria, com apresentação de slides sobre os conceitos de pigmentos, como clorofila, antocianina e carotenóides. Discutimos também os diversos tipos de pigmentos naturais nos alimentos e seus benefícios à saúde. No segundo encontro, apresentamos cientistas relevantes na área da química das cores e realizamos uma atividade de pintura de flashcards sobre o círculo cromático apresentados na (Figura 1), em que trabalhamos a mistura aditiva das cores.

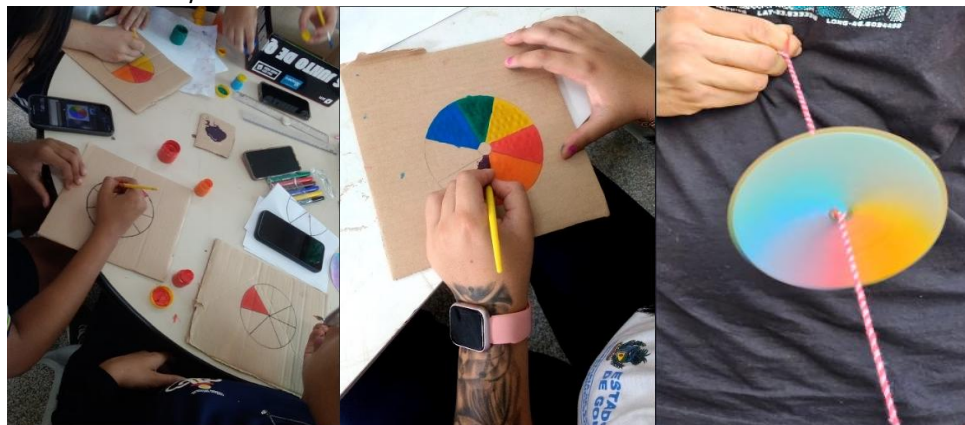
Figura 1 - Círculo cromático



Fonte: Autores (2024)

Nos encontros seguintes, abordamos as descobertas de Isaac Newton sobre a teoria das cores e a difração da luz. Os estudantes produziram discos de Newton para observar a combinação de cores na prática, como mostrado na (Figura 2). No sexto encontro, no intuito de reforçar o aprendizado, realizamos uma dinâmica interativa no Kahoot, na qual revisou os conteúdos abordados de forma lúdica e engajante.

Figura 2 - Produção de disco de newton



Fonte: Autores (2024).

O conteúdo de “Teorias atômicas” foi desenvolvido em três encontros. Iniciamos com a problematização: “Por que os fogos-de-artifícios possuem cores? De onde vêm essas cores? E por que, ao derramar água de arroz na chama, ela muda de cor?”. Essas questões despertaram o interesse dos estudantes em fenômenos cotidianos e iniciaram diálogos entre os estudantes e professores em relação às suas percepções iniciais.

Na sequência, realizamos o teste de chamas, em que os estudantes observaram as diferentes cores geradas pela queima de diferentes sais, ao conectar os fenômenos ao nível macroscópico. Em um segundo momento, explicamos as principais teorias atômicas de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, que abordaram o que acontece no nível submicroscópico com elétrons e átomos.

No encontro seguinte, relacionamos a emissão de luz ao movimento dos elétrons em diferentes níveis de energia, com o propósito de conectar esses conceitos aos fenômenos observados no teste de chamas. Outra questão investigada foi a fluorescência de certos produtos, como água tônica, sabão em pó entre outros conforme a Figura 3, no qual conduzimos como são as reações em nível atômico que explicam fenômenos visíveis.

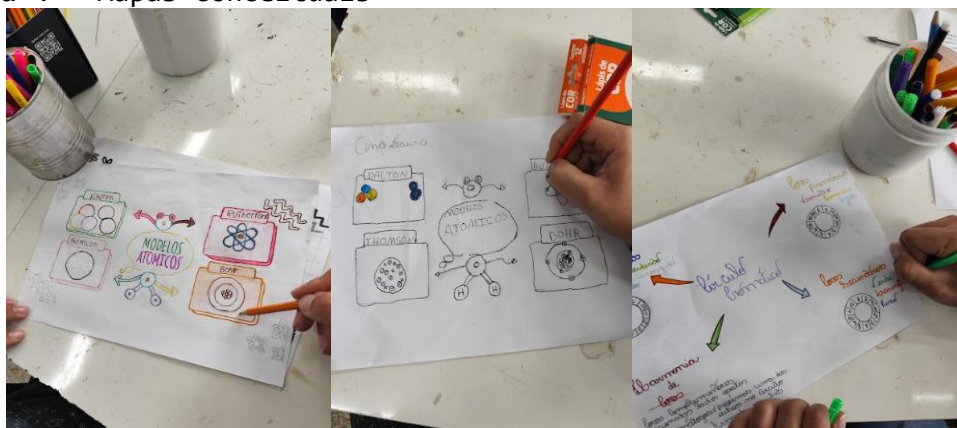
Figura 3 - Fluorescência de água tônica, caneta permanente e sabão em pó



Fonte: Autores (2024).

No encontro seguinte, os estudantes foram incentivados a construir MC para organizar e representar visualmente os conceitos aprendidos sobre modelos atômicos e emissão de luz, como ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Mapas conceituais



Fonte: Autores (2024).

O conteúdo sobre corantes foi desenvolvido em cinco encontros, e iniciamos com a problematização: "Como o uso de corantes influencia nossas escolhas diárias? Você já deixou de comprar um alimento por causa da sua cor?". Esse momento inicial estimulou o raciocínio dos estudantes sobre como a coloração dos alimentos influencia suas decisões de compra.

Na sequência, realizamos experimentos de extração de pigmentos naturais, como clorofila da couve e betalaína da beterraba e tuna. Nesse momento apresentamos a cromatografia em papel como uma técnica de

separação baseada na afinidade dos corantes por diferentes fases e empregada para separar esses pigmentos, como mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Extração de corantes naturais e à cromatografia em papel



Fonte: Autores (2024).

No segundo e no terceiro encontro, discutimos a história e a síntese de corantes, e as diferenças entre corantes naturais e sintéticos e suas implicações ambientais e sociais. Abordamos também a estrutura molecular dos corantes e como a polaridade influencia a solubilidade dos pigmentos. Além disso, os estudantes analisaram sobre o efeito da acidificação e da basificação ao realizar reações químicas de acidez e basicidade, que resultaram em mudanças de cor.

No quarto encontro, relacionamos os corantes com questões ambientais e iniciamos com a problematização inicial *“Como os corantes afetam nossa vida diária?”*, *“Quais são os benefícios e desafios dos corantes na indústria?”*, *“Quais são as preocupações ambientais relacionadas ao uso de corantes?”*. Em seguida, relacionamos o uso de corantes em roupas e alimentos, que foram discutidos por meio dos documentários *“O Problema Desconhecido de uma Simples Calça Jeans”* e *“A Verdade por Trás das Cores da Comida”*. Em seguida, os estudantes produziram desenhos de sensibilização sobre o uso de corantes.

Na aula seguinte, realizamos a produção de corantes em pó representados na figura 6, com os corantes extraídos de café, beterraba, couve, tuna, entre outros, e corantes sintéticos (anilina rosa e azul) nesse momento os estudantes foram incentivados a analisar as diferenças em relação aos corantes sintéticos e naturais. Além disso, a partir dos pigmentos de açafrão e beterraba realizamos a acidificação ou a basificação dos corantes para obter diferentes tipos de cores. Assim discutimos o porquê da obtenção de diferentes tipos de cores após a adição de um ácido ou uma base e explicamos o que é uma base, um ácido e a escala de pH.

Figura 6 - Produção de corantes em pó

Fonte: Autora (2024).

O conteúdo sobre manipulação de tintas foi desenvolvido em três encontros. No primeiro encontro, os estudantes analisaram diferentes tipos de tintas, como à base de óleo, água, fluorescentes e maquiagens corporais, e produziram amostras dessas tintas. No segundo encontro, conectamos os corantes naturais extraídos nas aulas anteriores com o tingimento de tecidos, conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Pintura de tecido com corantes naturais

Fonte: Autora (2024).

Os estudantes compreenderam como ocorre a fixação da cor após o tingimento, ao usar um fixador natural, como vinagre e sal. Também discutimos nessa aula a acidez e a basicidade e como podem influenciar as cores no tingimento de tecidos.

No terceiro encontro, os estudantes pintaram telas, ao relacionar com conceitos como mistura aditiva de cores e as propriedades de tintas à base de água, como mostrado na Figura 8. Eles entenderam as vantagens dessas tintas, como a facilidade de limpeza e o menor impacto ambiental em comparação com as tintas à base de solventes e óleo.

A culminância do projeto foi dividida em dois encontros. No primeiro, organizamos e preparamos para a apresentação final no qual escolhemos os materiais que seriam apresentados. Além disso, realizamos uma entrevista semiestruturada e a aplicação de um questionário final.

Figura 8 - Pintura de telas

Fonte: Autora (2024).

No segundo encontro, a culminância aconteceu no colégio, com a participação da comunidade escolar e dos pais dos estudantes. Os estudantes apresentaram as atividades realizadas ao longo do projeto no qual aplicaram os conhecimentos adquiridos durante o projeto, e exibiram as extrações, quadros e tintas manipuladas, como mostrado na Figura 9. Nesse momento, eles puderam usar os conhecimentos adquiridos, e demonstrar suas habilidades e compreensão dos conceitos estudados.

Figura 9 - Culminância

Fonte: Autores (2024).

A metodologia da pesquisa foi investigativa sobre as metodologias de ensino adotadas no projeto. A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário (Quadro 1), que permitiu obter informações padronizadas sobre o tema, e de uma entrevista semi-estruturada (Quadro 2), que possibilitaram identificar aspectos não abordados pelo questionário. Estes instrumentos permitiram a construção dos dados relacionados ao aprendizado e aos aspectos pedagógicos.

Quadro 1 - Perguntas do questionário

1. Como você avalia a abordagem no projeto Química das cores em relação a integração dos conteúdos teóricos e práticos?
Objetivo: Analisar como os conteúdos teórico e prático influenciaram na compreensão dos temas.
2. Quais foram os aspectos mais significativos em sua aprendizagem durante os encontros do projeto?
Objetivo: Identificar os aspectos mais significativos da aprendizagem dos estudantes durante os encontros do projeto.
3. Como você percebeu a contribuição dos três momentos pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento) para o seu entendimento dos temas abordados?
Objetivo: Analisar a percepção dos estudantes em relação aos 3M pedagógicos.

Fonte: Autores (2024).

Em relação à primeira questão, as respostas revelaram um reconhecimento positivo por parte dos estudantes. E1 afirmou que *"Adquiri muito conhecimento em relação às cores e à química presente nelas"*, enquanto E2 destacou que *"As explicações são bem específicas e os conceitos foram compreendidos de forma detalhada"*. Esses depoimentos reforçam a relevância da experimentação investigativa para a aprendizagem, o que corrobora com os estudos de Silva e Machado (2008); Galiazzi e Gonçalves (2004) e Melo (2015), que apontam a experimentação investigativa como uma metodologia para estimular a compreensão não apenas teórica, mas também prática dos fenômenos científicos.

No entanto, embora as respostas demonstrem a relevância das práticas experimentais, observamos que o nível de profundidade nas explicações poderia ser aprimorado. Por exemplo, E1 não mencionou quais eram os conceitos químicos. Isso ressalta a necessidade de reforçar o ensino dos conceitos químicos e de integrar melhor os três níveis de conhecimento, conforme apontado por Melo (2015).

A segunda questão focou nos aspectos mais marcantes da aprendizagem durante os encontros do projeto. As respostas de E3 e E4 evidenciam que a combinação entre teoria e prática foi compreendida pelos estudantes: E3: *"As aulas práticas, pois conseguimos utilizar os conceitos das aulas teóricas."*, enquanto E4 afirmou que *"A teoria foi comprovada na prática"*.

A análise das respostas à terceira questão demonstrou que alguns estudantes ainda têm dificuldades em compreender o papel dos três momentos pedagógicos (problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento), como as respostas dadas por E5: *"Eu percebi por meio das aulas teóricas e práticas, pois tudo que foi abordado na teoria foi comprovado na prática"*.

Ao analisar as respostas de E3, E4 e E5 notamos que, alguns estudantes avaliam a experimentação apenas como uma forma de validar a teoria. Por exemplo, E5 afirmou que *"tudo o que foi abordado na teoria foi comprovado na prática"*. Esse tipo de percepção, embora válida, limita o potencial investigativo da experimentação, que deveria promover uma postura mais crítica e reflexiva, como apontado por Silva Machado e Tunes (2008) e Taha, et al. (2016).

Portanto, as respostas evidenciam que os estudantes não compreenderam a experimentação com potencial investigativo. Essa interpretação equivocada não está de acordo com nosso objetivo de que o papel da experimentação investigativa, não apenas seja uma validação da teoria, e sim de promover o desenvolvimento de uma postura crítica. Conforme argumentam Silva, Machado e Tunes (2010), o sucesso da experimentação está ligado à capacidade dos estudantes de conectar fenômenos observáveis com conceitos abstratos.

Esse desafio em relacionar a teoria à prática e em visualizar como conceitos abstratos se manifestam em situações reais, sugere que os estudantes ainda têm dificuldades na transição entre os diferentes níveis de conhecimento. Portanto, é essencial dar continuidade a projetos que facilitem essa transição e adotem estratégias de ensino que estimulem a reflexão crítica e a investigação ativa.

Logo, isso permite aos estudantes não apenas validar a teoria, mas também questionar os conceitos em estudo. Para solucionar essas dificuldades, os professores podem incluir a integração de ferramentas digitais e simulações para melhorar a compreensão de fenômenos difíceis de observar, assim como debates em grupos sobre questões científicas que envolvam implicações éticas e sociais, que podem promover o pensamento crítico dos estudantes.

As entrevistas semi-estruturadas complementam os dados obtidos pelo questionário, e foi integrada juntamente com o questionário como metodologia central desta pesquisa. Utilizamos um conjunto predefinido de perguntas, detalhadas no Quadro 2. Esse método garantiu a coleta de dados de forma consistente e comparável entre todos os participantes. De acordo com Oliveira, (2020) durante a entrevista semi-estruturada, o pesquisador deve seguir um conjunto de questões previamente estabelecidas, mas a condução deve ser feita de maneira informal, semelhante a uma conversa casual. Isso permite que a entrevista seja flexível e adaptável às respostas do entrevistado.

Quadro 2 - Perguntas da entrevista semi-estruturada

1. Durante as aulas, realizamos experimentos como a extração de corantes e a produção de tintas. O que você mais aprendeu com esses experimentos? Cite um e descreva sobre ele
2. A partir dos nossos estudos sobre corantes naturais e sintéticos, quais medidas você sugere para reduzir os impactos ambientais associados à extração e utilização desses corantes?
3. Como as atividades práticas investigativas que realizamos durante o projeto "Química das Cores" ajudaram você a entender melhor os conceitos de corantes naturais e sintéticos? Dê um exemplo de uma atividade que você achou especialmente útil e explique por quê.
4. Com base nos estudos realizados, quais são as principais diferenças entre corantes naturais e sintéticos?
5. Como você vê a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no contexto da eletiva "Química das Cores"?
6. Quais as maneiras sustentáveis que você pode utilizar o que aprendeu no projeto "Química das Cores" em situações reais do seu dia a dia?

Fonte: Autores (2024).

Na primeira pergunta, o objetivo foi analisar a apropriação dos conteúdos durante os experimentos. Nas respostas, podemos observar diferentes perspectivas dos estudantes E6 e E7:

E6: O que mais aprendi é que podemos ver os corantes ao nosso redor, por exemplo em alimentos, pois os corantes estão presentes em basicamente tudo. Eu cito o experimento da extração de beterraba e cenoura, em que fervemos a água para extrair esses corantes que após extraído pode ser utilizado para tingimento de tecido.

E7: O que mais aprendi foi sobre o funcionamento das cores, especialmente a teoria das cores proposta por Isaac Newton. Aprendi como o prisma funciona e como as cores se manifestam por meio desse processo. O experimento que eu vou descrever é o da fluorescência, em que extraímos os corantes, e sob a luz negra, eles brilham.

A resposta do estudante E6 demonstra uma compreensão prática do processo de extração de corantes naturais. A menção ao uso de beterraba e cenoura mostra que o estudante aprendeu a reconhecer e utilizar recursos naturais para a obtenção de corantes, ao compreender o processo de tingimento em uma atividade prática.

Isso evidencia um aprendizado que integra o conhecimento teórico e prático, essencial nos pressupostos da Educação CTSA. Para Santos e Mortimer (2000) em uma perspectiva alinhada com a Educação CTSA, é importante que os estudantes não apenas pratiquem a ciência, mas também compreendam os conceitos subjacentes e reflitam sobre as implicações ambientais e sociais de suas práticas.

No entanto, E6 não explicou os princípios químicos envolvidos nas extrações, como a solubilidade e as interações entre os corantes e a água. A inclusão dessas explicações é fundamental para aprofundar o entendimento do processo químico e reforçar a importância da teoria e prática. Compreender esses aspectos químicos poderia proporcionar um conhecimento mais completo e crítico dos experimentos realizados. Ao considerar que:

“A experimentação na educação pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Desta forma, o aprender Ciências deve ser sempre uma relação constante entre o fazer e o pensar.” (Silva, Machado e Tunes, 2010, p. 235).

Portanto, a resposta dada pelo E6, pode evidenciar as dificuldades que os estudantes, ainda apresentam em transitar entre os três níveis de conhecimento químico, especialmente do nível macroscópico para o submicroscópico. Conforme apontado por Melo (2015), os estudantes ainda enfrentam desafios em transitar entre os três níveis de conhecimento, devido à sua complexidade. Assim, para superar esses desafios, é necessário continuar a desenvolver estratégias demonstrativas e investigativas adequadas ao contexto educacional.

A resposta do estudante E7 demonstra uma compreensão básica da teoria das cores de Isaac Newton, ao direcionar para o funcionamento do prisma para decompor a luz branca em cores. Além disso, o estudante

descreve um experimento de fluorescência, no qual observou que certos corantes brilham sob a luz negra. Esse experimento, embora distinto da dispersão da luz no prisma, permite ao estudante analisar como certos materiais reagem a diferentes fontes de iluminação, que complementam o estudo da luz e da cor. A fluorescência envolve uma emissão de luz que ocorre em um nível molecular, enquanto o prisma de Newton ilustra a dispersão óptica no nível macroscópico.

O objetivo da questão 2 foi promover a percepção ambiental e propor soluções sustentáveis para a extração e uso de corantes. Assim podemos analisar as respostas de E8 e E9.

E8: "Acredito que os corantes naturais são menos prejudiciais ao meio ambiente, pois utilizam menos produtos químicos."

E9: "Ao reduzir o uso de corantes naturais, que utilizam recursos naturais não renováveis, e aumentar o uso de corantes sintéticos, além disso, é importante saber como descartar corretamente os corantes sintéticos."

O E8 afirma que os corantes naturais são menos prejudiciais ao ambiente, o que destaca uma análise positiva sobre esses corantes. No entanto, essa afirmação pode ser considerada simplista, pois ignora os impactos associados à produção e cultivo das plantas usadas para a extração desses corantes, como a degradação do solo e o uso excessivo de água. Em contrapartida, E9 menciona a praticidade dos corantes sintéticos e aponta a importância do descarte adequado desses produtos, o que sugere uma opinião mais crítica sobre os impactos de ambos os tipos de corantes, e reconhece os desafios ambientais de cada um.

Portanto reconhece que, embora os corantes sintéticos possam apresentar riscos à saúde e ao ambiente, sua utilidade em diversas aplicações não pode ser desconsiderada. O estudante menciona a necessidade de soluções para o descarte desses corantes, uma vez que a gestão inadequada de resíduos químicos pode resultar em contaminação ambiental e problemas de saúde pública. Essa reflexão não apenas mostra a consciência do estudante sobre as implicações ambientais, mas também indica uma abertura para discussões sobre práticas sustentáveis e inovação no desenvolvimento de corantes menos prejudiciais.

Portanto, a resposta do estudante E9 pode ser compreendida como uma reflexão crítica sobre a utilização de corantes, ao promover um diálogo que une sua utilidade, segurança e responsabilidade ambiental, que se alinha com os objetivos da Educação CTSA. Como apontado por Santos (2012) a Educação CTSA não se limita ao entendimento das disciplinas, mas busca preparar os estudantes para se tornarem cidadãos críticos e participativos. Essa formação é essencial para que possam avaliar as consequências de suas escolhas.

Assim, ao relacionar a efetividade e a acessibilidade dos corantes naturais e sintéticos, os estudantes também devem considerar as implicações ambientais de longo prazo e os impactos sociais associados, para promover uma decisão informada e ética do uso desses corantes.

O objetivo da questão 3 foi avaliar como as atividades práticas investigativas contribuíram para a compreensão dos estudantes sobre os

conceitos de corantes naturais e sintéticos, e como podem ser analisadas as respostas dos estudantes E10 e E11.

E10: “Aprendi principalmente a realizar as extrações de corantes naturais dentro da sala de aula, por exemplo a extração de beterraba.”

E11: “A aula de tingimento de tecido pois mostra como realmente podemos aplicar os corantes no tingimento das roupas”.

A resposta do estudante E10 indica que as atividades práticas, como a extração de beterraba, foram aceitáveis em ensinar como esses corantes são obtidos. Isso demonstra uma compreensão do processo de extração, ao proporcionar aos estudantes uma experiência direta dos conceitos discutidos em sala de aula. Já o estudante E11 destaca a importância da aplicação prática dos corantes, especificamente no contexto do tingimento de tecidos. Essa atividade prática não apenas demonstra como os corantes podem ser utilizados na prática, mas também enfatiza a relevância desses conhecimentos no contexto real de produção e uso de corantes em diferentes materiais.

Essas respostas evidenciam que as atividades práticas investigativas facilitaram a compreensão dos estudantes sobre corantes naturais e sintéticos, ao proporcionar uma melhor aprendizagem e conectar teoria e prática. No entanto, segundo Prsybyciem, Silveira e Sauer (2018), tais competências muitas vezes não são desenvolvidas em aulas práticas de cunho tradicional. Pois essa metodologia frequentemente resulta em aprendizado mecânico e mera memorização.

A questão 4 teve como objetivo compreender as diferenças entre corantes naturais e sintéticos e suas implicações. As respostas dos estudantes E7 e E8 são evidenciadas a seguir:

E12: “A principal diferença é de onde cada um vem e dos componentes químicos que compõem os corantes”.

E13: “A principal diferença é que os corantes naturais são extraídos da natureza e os sintéticos são feitos a partir de produtos químicos”.

A resposta do estudante E12 destaca a origem e a composição química como as principais diferenças entre corantes naturais e sintéticos. O E13 também identifica a origem como a diferença central entre corantes naturais e sintéticos, ao enfatizar que os naturais são extraídos diretamente da natureza, enquanto os sintéticos são fabricados por meio de processos químicos. Estas respostas demonstram uma compreensão básica das diferenças fundamentais entre os dois tipos de corantes.

A questão 5 teve como objetivo relacionar os conceitos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no estudo dos corantes, assim como evidenciados nas falas dos estudantes E14 e E15:

E14: A ciência e a tecnologia dependem uma da outra e estão interligadas. Em relação à eletiva, usamos conceitos químicos da ciência para a extração dos corantes. A tecnologia se refere aos métodos de separação e aos aparelhos eletrônicos utilizados. Quanto à sociedade, podemos associar com as roupas, as cores presentes ao nosso redor e a influência das tonalidades de cores. Com

relação ao ambiente, é importante considerar os produtos químicos utilizados, que podem ser prejudiciais, além das substâncias tóxicas liberadas no ambiente.

E15: A interligação entre elas é evidente: a ciência está ligada à sociedade. É por meio da ciência que se descobrem novas tecnologias, ao trazer benefícios tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente. Em relação a eletiva podemos citar a ciência nas extrações de corantes. A relação dos componentes químicos com a mistura aditiva das cores, com a tecnologia posso citar o uso da chapa aquecedora.

A resposta do estudante E14 e E15 enfatiza a interligação entre CTSA, ao destacar a interdependência entre corantes e CTSA como destacado na fala do E14 ao mencionar o uso de conceitos químicos na extração de corantes (ciência), métodos de separação e tecnologias como aparelhos eletrônicos (tecnologia), e a influência das cores na sociedade e o impacto ambiental dos produtos químicos (sociedade e ambiente), o estudante demonstra uma compreensão inicial dos aspectos interconectados envolvidos no estudo dos corantes. O estudante E15 destaca que a ciência impulsiona a descoberta de novas tecnologias com benefícios para a sociedade e o meio ambiente.

Portanto, os estudantes E14 e E15 apresentam uma opinião simplista e ingênua da Educação CTSA ao relacionar o uso da tecnologia ambos os estudantes mencionam aparelhos tecnológicos o que ressalta a necessidade contínua de aprimorar essa metodologia, para incentivar uma melhor análise sobre os contextos sociais, ambientais e éticos associados às tecnologias utilizadas no estudo dos corantes uma vez que o foco está em entender a ciência e a tecnologia não apenas como ferramentas, mas como componentes integrados a um sistema maior que inclui questões sociais, ambientais e éticas.

Conforme apontado por Santos e Mortimer (2000), a educação tecnológica deve ir além da simples utilização de dispositivos e envolver uma análise crítica sobre seu impacto social e ambiental, no que pressupõe que os estudantes deveriam discutir, por exemplo, a sustentabilidade no uso de corantes e os efeitos das indústrias no meio ambiente. Auler e Bazzo (2001) reforçam essa perspectiva, ao destacar a necessidade de considerar as implicações sociais e éticas no uso da ciência e tecnologia, como o impacto a longo prazo das substâncias tóxicas no meio ambiente e a responsabilidade ética das empresas.

Além disso, os estudantes ainda acreditam que a ciência e a tecnologia têm o papel de solucionar grandes problemas sociais e ambientais. Essa análise, exemplificado pela fala de E15, reflete a crença no “salvacionismo” Como destacado por Auler e Bazzo (2001), compreender as limitações e as implicações éticas e sociais da C&T requer que os estudantes questionem a neutralidade científica, ao entender que nem todos os problemas são resolvidos pela tecnologia. Dessa forma, continuar com trabalhos sobre a Educação CTSA, nesse contexto, pode estimular discussões democráticas sobre a consequência social e ambiental das inovações tecnológicas.

Como destacado por Von Linsingen (2007), a consolidação de uma educação tecnológica que contemple os pressupostos da Educação CTSA pode ser alcançada por meio da integração interdisciplinar. Isso envolve ensinar temas científicos e tecnológicos dentro de um contexto mais amplo que inclui considerações sociais, ambientais e éticas, para preparar os estudantes para pensar criticamente sobre o papel da tecnologia na sociedade e para tomar decisões informadas e responsáveis.

Na questão 6 tivemos como objetivo promover ações sustentáveis no cotidiano para reduzir o impacto ambiental. Podemos perceber que os estudantes compreenderam sobre sua importância na busca por soluções sustentáveis, conforme pode ser evidenciado na fala dos estudantes E16 e E17.

E16: Com a eletiva, consegui entender como funcionam as cores presentes nas coisas. Por exemplo, ao utilizar o celular, o computador ou outros itens tecnológicos, consigo ter uma visão diferente de como isso influencia a maneira como enxergo as cores. Já em relação às maneiras sustentáveis, percebi que poderia utilizar mais itens naturais, que são menos prejudiciais ao meio ambiente. Por exemplo, se eu fosse realizar a pintura de uma obra de arte, poderia usar uma tinta produzida com itens naturais e a base de água.

E17: Posso tingir uma roupa de maneira sustentável posso substituir a utilização de um corante sintético por um corante natural.

Ambos os estudantes demonstraram uma compreensão de que suas escolhas individuais podem contribuir para práticas mais sustentáveis. Suas respostas indicaram uma compreensão de conhecimento teórico sobre corantes e sustentabilidade, mas também a capacidade de utilizar em suas vidas cotidianas. No entanto, seria enriquecedor para uma análise discutir os desafios práticos, econômicos e ambientais associados aos corantes naturais e sintéticos.

Portanto, é fundamental ressaltar que a integração dos princípios da Educação CTSA nos estudos sobre cores e corantes revela não apenas a complexidade dos desafios ambientais e sociais envolvidos, mas também a contínua necessidade de uma metodologia educacional que promova uma compreensão crítica dessas questões. A Educação CTSA não apenas fortalece a aprendizagem dos estudantes, mas também os capacita a se tornarem cidadãos informados e responsáveis, capazes de contribuir positivamente para um futuro sustentável (Santos e Mortimer, 2000). A partir das respostas dos estudantes, diversas dificuldades foram percebidas.

Entre as diversas respostas, a simplificação dos impactos ambientais da produção, uso e descarte de corantes naturais e sintéticos, o que limita a profundidade de suas análises críticas. Embora reconheçam a interconexão entre CTSA, suas reflexões tendem a focar em aspectos práticos do uso da tecnologia, sem considerar as consequências éticas e ambientais.

Outra dificuldade percebida é em relacionar a teoria aprendida em sala de aula e a prática experimental, sendo a experimentação muitas

vezes entendida como uma confirmação de teorias. Essa limitação está ligada à dificuldade dos estudantes em transitar entre diferentes níveis de conhecimento químico, uma vez que eles não relacionam bem conceitos abstratos a fenômenos visíveis.

Para superar essas dificuldades, os professores podem integrar ferramentas digitais, lúdicas e simulações que melhorem a compreensão de fenômenos difíceis de observar. Além disso, promover debates em grupo sobre questões científicas que envolvam implicações éticas, sociais e ambientais podem estimular o pensamento crítico dos estudantes. Uma estratégia seria projetos que investigam plantas nativas utilizadas como corantes, pois promovem a sensibilização sobre a preservação ambiental. Essas adaptações pedagógicas não só contribuem para uma melhor aprendizagem, mas também incentivam os estudantes a refletirem criticamente sobre os conceitos científicos no mundo real, e promovem a Educação CTSA de maneira crítica e reflexiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto Química das Cores, fundamentado nos pressupostos da Educação CTSA, integra teoria e prática por meio de atividades dinâmicas, como experimentos com corantes naturais e interações em plataformas digitais. Esse projeto promoveu uma experiência de aprendizado que despertou o interesse dos estudantes e contribuiu na compreensão dos conceitos químicos.

No entanto, algumas limitações foram identificadas, como a superficialidade na compreensão conceitual, que dificultaram a percepção dos princípios químicos. Além disso, muitos estudantes analisaram a experimentação apenas como uma confirmação da teoria, o que restringiu o desenvolvimento de uma postura crítica e investigativa. Assim, as lacunas observadas indicam a necessidade de um reforço pedagógico, especialmente na transição entre os níveis de conhecimento e mais ênfase nos três momentos pedagógicos.

Apesar dos aspectos positivos do projeto, como a integração entre teoria e prática e a reflexão crítica sobre o impacto ambiental dos corantes, é essencial que os estudantes aprofundem sua compreensão dos conceitos químicos ao analisar as complexidades das questões ambientais associadas. Durante as atividades, foi possível observar que alguns estudantes apresentaram dificuldades em compreender o papel da tecnologia na sociedade, assim como suas implicações éticas, sociais e ambientais.

No contexto do projeto, a tecnologia deve ser entendida não apenas como um conjunto de ferramentas e conhecimentos técnicos, mas como um fenômeno que transforma as relações sociais, e o ambiente. É importante que projetos que estudam as cores e corantes integrem discussões sobre tecnologia de maneira crítica e contextualizada, e promovam reflexões sobre seus benefícios e limitações.

Este projeto foi desenvolvido em um período de seis meses, com aulas semanais de 100 minutos. Durante esse tempo, os estudantes tiveram

limitações significativas em relação aos conteúdos químicos, o que compromete o avanço do projeto dentro do prazo estipulado. Essas circunstâncias resultaram em lacunas no aprendizado, e evidenciou a necessidade de ajustes para garantir uma formação mais crítica.

Assim, embora o projeto apresente um potencial significativo para a Educação CTSA, é necessário dar continuidade e implementar com mais estratégias de ensino que promovam um entendimento mais amplo dos conteúdos trabalhados. Essa reavaliação pode incentivar uma postura crítica e reflexiva, ao preparar os estudantes para se tornarem cidadãos conscientes e responsáveis em relação às suas escolhas e seus impactos no mundo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Joana Guilares de; CORREIA, Paulo Rogério Miranda. *Por que os fogos de artifícios têm cores? Um estudo sobre o uso de mapas conceituais para potencializar a aprendizagem de conceitos químicos*. In: **X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS** - ENPEC, Águas de Lindóia, São Paulo, 2015, p. 1-9. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/busca.htm?query=Por+que+os+fogos+de+artif%EDcios+t%EAm+cores%3F+Um+estudo+sobre+o+uso+de+mapas+conceituais+para+potencializa+r+a+aprendizagem+de+conceitos+qu%EDmicos> Acesso em: 12 out. 2024.
- AULER, Décio. *Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro*. **Ciência & ensino**, v. 1, n. esp, p. 1-20, 2007.
- AULER, D. e BAZZO, W. A. *Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro*. **Ciência educ.** [online]. 2001, vol.07, n.01, pp.01-13. ISSN 1516-7313. Disponível em: SciELO - Brasil - Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro Acesso em: 15 de Outubro 2024.
- AULER, Décio. *Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. **Tese de Doutorado em Educação** - Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências Acesso em: 27 de junho. 2024.
- BIANCHI, Cristina; RAMOS, Kim; BARBOSA-LIMA, Maria da Conceição. *Conhecer as cores sem nunca tê-las visto*. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 1, p. 147-164, 2016. Disponível em: CONHECER AS CORES SEM NUNCA TÊ-LAS VISTO Acesso em: 27 de Outubro de 2024

CRESTANI, E. R. M. F. et al. O ensino de química no paisagismo dos três momentos pedagógicos: uma análise das produções científicas. *Revista Brasileira de Ensino Superior*, v. 3, n. 4, p. 113-135, 2017.

CHAVES, Élison Patrício; MORTE, Guilherme Rubens Soares Boa; CABRAL, Wallace Alves. *A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E A PROMOÇÃO DOS NÍVEIS DO CONHECIMENTO QUÍMICO*. *Educação em Foco*, v. 29, n. 1, p. e29017-e29017, 2024. Disponível em: *A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E A PROMOÇÃO DOS NÍVEIS DO CONHECIMENTO QUÍMICO* | Educação em Foco Acesso em: 27 de junho. 2024.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*, 2002.

FAVRETTO, Tairine; SANTOS, Paulo José dos; TEIXEIRA, Lisley Canola Treis. *Características de uma sequência didática, sobre Luz e cores, a partir de respostas de alunos do quarto ano do Ensino Fundamental*. In: **X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - ENPEC**, Águas de Lindóia, São Paulo, 2015, p. 1-8. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/busca.htm?query=Caracter%EDsticas+de+uma+sequ%EAncia+did%Etica%2C+sobre+luz+e+cores%2C+a+partir+de+respostas+de+alunos+do+quarto+ano+do+Ensino+Fundamental> Acesso em: 12 out. 2024.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio Pires. *A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química*. *Química nova*, v. 27, p. 326-331, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000200027> Acesso em: 28 out. 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**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 339-355, 2015. Disponível em: *Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões* | Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Acesso em: 12 out. 2024.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. *A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA*. *Revista Debates em Ensino de Química*, [S. l.], v. 4, n. 2 (esp), p. 207-221, 2019. Disponível em: www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM Acesso em: 7 out. 2024.

KRAISIG, Ângela Renata; PAZINATO, Maurícius Selvero BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. *Concepções dos acadêmicos de licenciatura de Ciências da Natureza sobre o tema Cores*. In: **X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM**

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - ENPEC, Águas de Lindóia, São Paulo, 2015, p. 1-8. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/busca.htm?query=Concep%E7%F5es+dos+acad%EAmicos+de+licenciatura+em+Ci%EAncias+da+Natureza+sobre+o+tema+cores> Acesso em: 12 out. 2024.

LACERDA, Níliá Oliveira Santos. *Educação CTS e autonomia: dimensões para a formação de professores de ciências*. 2019. 220 f., il. Tese (Doutorado em Educação em Ciências)–Universidade de Brasília, Brasília, 2019 Disponível em: <http://www.rlbea.unb.br/jspui/handle/10482/38351> Acesso em: 15 Outubro de 2024.

MAROUN, Márcia Adriana; SANTOS, Taís Conceição dos. *Corantes e aromatizantes: uma aula interdisciplinar*. In: **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**, 2019, Natal. Disponível em: https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/busca_1.htm?query=Corantes Acesso em: 15 out. 2024

MARTINS, Vanessa Oliveira; LOCATELLI, Solange Wagner; SATO, João Ricardo. *Influência das cores no contexto educacional de Ciências e Matemática: uma revisão de literatura sobre a utilização de eye-tracking*. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 17, n. 38, p. 244-266, 2021. Disponível em: *Influência das cores no contexto educacional de Ciências e Matemática: uma revisão de literatura sobre a utilização de eye-tracking - Dialnet* Acesso em 19 Outubro de 2024.

MELO, Mayara Soares de. *A transição entre os níveis - macroscópico, submicroscópico e representacional: uma proposta metodológica*. 2015. [134] f., il. **Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências)**–Universidade de Brasília, Brasília, 2015 Disponível em: <http://icts.unb.br/jspui/handle/10482/19177> Acesso em: 19 Outubro 2024.

OLIVEIRA, Guilherme Saramago et al. *Grupo Focal: uma técnica de coleta de dados numa investigação qualitativa?*. **Cadernos da FUCAMP**, v. 19, n. 41, 2020. Disponível em: *GRUPO FOCAL: UMA TÉCNICA DE COLETA DE DADOS NUMA INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA? | Cadernos da FUCAMP* Acesso em 2 Junho de 2024.

PEREIRA, Ademir Souza; VITURINO, Jaqueline Pereira; ASSIS, Alice. *O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química*. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 1, n. 2, 2017. DOI: 10.30705/eqpv.v1i2.891. Disponível em: *O uso de indicadores naturais para abordar a*

experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química | Educação Química em Punto de Vista Acesso em: 19 out. 2024.

PRSYBYCIEM, Moises Marques; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, Elenise. *Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio*. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 602-625, 2018. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes> Acesso em: 19 Outubro 2024.

SANTOS, W.L.P. dos. *Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças*. **Amazônia - revista de educação em ciências e matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 49-62, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1647/2077> Acesso em: 19 junho. 2024.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. *Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira*. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129518326002.pdf> Acesso em: 19 junho. 2024.

SILVA, RR da; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; TUNES, Elizabeth. *Experimentar sem medo de errar*. **Ensino de Química em foco**, v. 1, p. 232-260, 2010.

STRIEDER, Roseline Beatriz. *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. 2012. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas* Acesso: 1/7/2024

TAHA, Marli Spat et al. *Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências*. **Experiências em ensino de ciências**, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016. Disponível em: *EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS | Experiências em Ensino de Ciências* Acesso em: 1/7/2024

VON LINSINGEN, Irlan. *Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina*. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1 p. 1-19, 2007. Disponível em: *Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação* Acesso em: 19 junho. 2024.

Contato dos autores:

Autora: Sara Antonia da Silva Dutra

E-mail: dutrasara328@gmail.com

Autor: Thallis Luan Severo Cardoso

E-mail: thallisluansevero12@gmail.com

Autora: Nília Oliveira Santos Lacerda

E-mail: nilia.lacerda@ueg.br

Autora: Virginia Alves Ferreira

E-mail: viqui081@gmail.com

Manuscrito aprovado para publicação em: 10/12/2024