

EXPLORANDO A QUÍMICA DAS TINTAS UTILIZANDO A EDUCAÇÃO STEAM NA GRADUAÇÃO DE BACHARELADO EM QUÍMICA

EXPLORING THE PAINT CHEMISTRY USING STEAM EDUCATION IN THE BACHELOR DEGREE IN CHEMISTRY

Thaynna da Rosa Heckert¹
Leonardo Ristow²

RESUMO: O artigo é um estudo descritivo do tipo relato de experiência, que envolveu três acadêmicos da oitava fase e seis da sexta fase. O projeto “Pinceladas Sustentáveis” foi realizado em sete etapas nas disciplinas de Química Ambiental e Análise Instrumental I do Curso de Bacharelado em Química, com o objetivo de investigar a produção, uso e descarte de tintas de forma segura e sustentável, utilizando conhecimentos de Química, Engenharia, Artes, Tecnologia e Matemática. Criado para estimular a aprendizagem transdisciplinar e a conscientização ambiental. Para isso, utilizou-se a educação STEAM para envolver os acadêmicos em atividades práticas e reflexivas. A análise dos resultados revelou um aumento na conscientização ambiental, na criatividade e na capacidade de resolução de problemas. Além disso, a educação ambiental foi destacada como um aspecto relevante do projeto. Conclui-se que a integração das diversas áreas do STEAM e a aplicação contribuíram para uma aprendizagem significativa e para a promoção de soluções sustentáveis no uso de tintas.

Palavras-chave: ensino de química; tintas sustentáveis; educação steam; educação ambiental.

Abstract: *The article is a descriptive study of the field report type involving three students in the eighth and sixth phases. The “Sustainable Brushstrokes” project was carried out in seven phases in the Environmental Chemistry and Instrumental Analysis I subject of the Bachelor of Chemistry Course to investigate the production, use, and disposal of paints safely and sustainably, using knowledge from chemistry, engineering, art, technology, and mathematics. The project was set up to promote interdisciplinary learning and environmental awareness. To this end, STEAM education was used to engage students in practical and reflective activities. Evaluation of the results showed that environmental awareness, creativity, and problem-solving skills increased. In addition, environmental education was highlighted as an important aspect of the project. The conclusion is that the project highlighted the importance of environmental education and the integration of STEAM fields for meaningful learning and promoting sustainable solutions.*

Keywords: chemistry education; sustainable paints; steam education; environmental education.

¹Acadêmica do curso de Tecnologia Digitais aplicadas à Educação e Metodologias Ativas da UNIFE. E-mail: thaynahheckert@gmail.com

²Professor orientador Dr. Leonardo Ristow. E-mail: leonardo.ristow@unifebe.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente tem se tornado um assunto de grande urgência e em nosso dia a dia. Muitas vezes, não percebemos o impacto de nossas escolhas e duvidamos se nossas pequenas ações realmente fazem a diferença para provocar mudanças positivas (Ferreira, 2006).

As tintas que embelezam as paredes e dão vida a criações artísticas podem parecer inofensivas à primeira vista, mas o custo ambiental associado a elas é alto. As substâncias tóxicas presentes nas tintas, muitas das quais são compostos orgânicos voláteis (VOCs) e metais pesados, têm um impacto devastador. Quando liberados no meio ambiente, essas substâncias poluem o ar, contaminam rios e põem em risco todas as formas de vida. Além do perigo ambiental, os profissionais que trabalham diretamente com tintas, como pintores e artistas estão expostos a grandes riscos para a saúde e a necessidade do uso de equipamentos de proteção individual se torna extremamente importante (Fazenda, 2009).

Este trabalho vai além de uma simples análise dos problemas relacionados à produção, uso e descarte de tintas, seu objetivo é descrever a aplicação da abordagem STEAM no contexto do curso de graduação em Química e compartilhar os aprendizados e desafios realizados durante a aplicação deste projeto intitulado “Pinceladas Sustentáveis”. Em que integrar conhecimentos de Química, Engenharia, Artes, Tecnologia e Matemática por meio da abordagem STEAM pode abrir portas para soluções reais. Espera-se acadêmicos imersos em um aprendizado prático, transdisciplinar e compreendendo não apenas as complexidades químicas das tintas, mas sua relação com a arte e o meio ambiente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A educação tem visto muitas mudanças nos últimos anos, que são reflexo de um mundo que está em constante evolução. Nesse contexto, nas discussões educacionais vemos que as metodologias ativas têm ganhado espaço, elas promovem a aprendizagem ativa, colaborativa e contextualizada. Essas metodologias, rompem com o modelo de ensino centrado no professor, incentivando os alunos a construir o conhecimento de forma participativa (Gauer, 2021).

Por muito tempo, no ensino de química as aulas foram conduzidas de maneira expositiva, utilizando como recursos o quadro negro e conteúdo baseados em livros didáticos. Esses métodos valorizam os conceitos, exercícios e práticas ilustrativas, mas raramente produzem aprendizado significativo para os alunos. “Aos alunos fica a impressão de se tratar de uma ciência totalmente desvinculada da realidade, que requer mais memória do que o estabelecimento de relações”, afirmam Mortimer e colaboradores (2000, p. 274),

Conforme observado por Cipriani e Silva (2021, p. 7), “o ensino de ciências vem passando por um grande problema: a falta de motivação e dificuldade no ensino aprendizagem de conteúdos específicos”. Essa declaração levanta questões e destaca a necessidade de desenvolver métodos inovadores e eficazes para envolver os alunos e facilitar o aprendizado. Nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química, enfatizam a necessidade de uma abordagem mais significativa, na qual os acadêmicos pudessem explorar suas habilidades de forma mais eficaz. Nas palavras do relator Francisco César de Sá Barreto:

[...] a necessidade de criar um novo modelo de curso superior, que privilegie o papel e a importância do estudante no processo da aprendizagem, em que o papel do professor, de "ensinar coisas e soluções", passe a ser "ensinar o estudante a aprender coisas e soluções" [...]. (Parecer CNE/CES nº 1.303, 2001, p. 1).

Dessa maneira, a educação STEAM, surge como uma resposta ao integrar as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática, busca preparar estudantes não apenas para suas carreiras do futuro, mas também para a vida toda, desenvolvendo habilidades como a criatividade, pensamento reflexivo, colaboração, resolução de problemas e o pensamento crítico (Bacich; Holanda, 2020).

2.1 EDUCAÇÃO STEAM

Historicamente, o movimento STEAM surgiu de uma evolução de STEM (acrônimo em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Nos Estados Unidos e em outros países, tornou-se uma estratégia para resolver desafios econômicos e sociais. O novo acrônimo vem da incorporação da Arte, que foi feita para aumentar o interesse dos alunos em outras áreas e despertar a criatividade e curiosidade (Bacich; Holanda, 2020)

A transdisciplinaridade é uma abordagem popular na educação STEAM, na qual os alunos são desafiados a trabalhar juntos para resolver problemas reais. Além de promover a aplicação do conhecimento, essa prática ajuda os alunos a adquirirem habilidades que os preparam para enfrentar possíveis desafios no mundo acadêmico e profissional (Marques, 2021).

Para que a educação STEAM seja aplicada é necessário a utilização de diferentes metodologias, por exemplo: Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada em Problemas, Design Thinking, entre outras. Segundo Ristow (2022), em vez de se concentrar apenas no conteúdo, os professores devem focar no desenvolvimento de habilidades dos alunos, enfatizado que o processo é mais importante que o produto final.

Os métodos de avaliação são essenciais para avaliar o progresso os alunos, ao contrário da metodologia tradicional, que se concentram nos resultados ou no conhecimento memorizado, o STEAM favorece a avaliação formativa, realizada durante todo o processo de aprendizagem dos estudantes para monitorar em tempo real (Bacich; Holanda, 2020).

Os *feedbacks* contínuos ajudam os professores a encontrarem lacunas e mudar estratégias de ensino. Não é apenas avaliado o conteúdo, mas também como os alunos de aplicam o conhecimento de forma criativa e relevante. Além disso, a utilização de rubricas para avaliação individual e entre pares encoraja os alunos a compreenderem quais áreas devem melhorar e cria um ambiente de aprendizado em que todos trabalham juntos (Bacich; Moran, 2017).

O STEAM não é apenas uma solução para atender às necessidades apontadas nos documentos norteadores e do mundo contemporâneo, mas uma filosofia que redefine o propósito da educação. O objetivo é preparar os alunos para carreiras futuras e para a vida, fornecendo-lhes com habilidades aplicáveis em diferentes contextos. Ao implementar salas de aulas mais dinâmicas com metodologias ativas, avaliações formativas e práticas pedagógicas centradas no estudante, estamos não apenas moldando o futuro da educação, mas também capacitando os alunos para mudar o futuro (Soares, 2021).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho se trata de um estudo descritivo do tipo relato de experiência, no qual participaram três acadêmicos da oitava fase e seis da sexta fase. A aplicação do projeto foi realizada pela autora deste relato nas disciplinas de Química Ambiental e Análise Instrumental I do Curso de Bacharelado em Química da Universidade Regional de Blumenau – FURB, no período de 8 de agosto a 18 de outubro de 2023.

A base metodológica empregada foi a educação STEAM, com o objetivo de promover uma aprendizagem transdisciplinar. O planejamento do projeto iniciou-se pela escolha do tema, da questão norteadora, dos objetivos de aprendizagem e habilidades, conforme descrito no Quadro 1. Esse processo estabeleceu as bases para a organização das etapas de aplicação, possibilitando uma análise abrangente das necessidades e facilitando a identificação de conexões entre as diferentes áreas presentes na educação STEAM.

Quadro 1 – Planejamento inicial do projeto.

| |
|--|
| Tema do projeto: tintas sustentáveis. |
| Título do projeto: pinceladas sustentáveis |
| Questão norteadora: como produzir, usar e/ou descartar tintas de forma segura e sustentável? |
| Objetivos de aprendizagem: <ul style="list-style-type: none"> • Compreender os processos de produção e descarte de tintas, enfatizando os aspectos ambientais, econômicos e sociais; • Refletir sobre impactos ambientais e de segurança na produção e descarte de tintas; • Identificar alternativas sustentáveis e medidas para minimizar o impacto ambiental; • Reconhecer as precauções de segurança necessárias ao manusear e utilizar tintas; • Analisar as formulações químicas das tintas, identificando os diferentes pigmentos, resinas, solventes e aditivos utilizados; • Coletar dados e informações a respeito da produção e descarte de tintas, enfatizando aspectos ambientais, econômicos e sociais; • Calcular a proporção de componentes químicos envolvidos no projeto; • Elaborar um plano de ação com etapas para garantir que as metas sejam alcançadas; • Comunicar de forma clara e precisa os resultados de seus projetos de produção de tintas. |
| Habilidades: <ul style="list-style-type: none"> • Habilidade de pesquisa; • Comunicação científica; • Pensamento crítico; • Consciência ambiental e ética profissional; • Trabalho em equipe; • Resolução de problemas; • Gerenciamento de recursos, tempo e informações; • Empatia e consciência cultural; |

Fonte: elaborado pela autora, 2023

Para a continuação do planejamento, cada uma das etapas foi descrita baseando-se na metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos, estabelecendo um plano de aplicação que inclui a quantidade de horas aulas, as atividades a serem realizadas, os métodos de avaliação e os critérios definidos, conforme apresentado na Quadro 2.

Para a continuação do planejamento, cada uma das etapas foi descrita baseando-se na metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos, estabelecendo um plano de aplicação que inclui a quantidade de horas aulas, as atividades a serem realizadas, os métodos de avaliação e os critérios definidos, conforme apresentado

na Quadro 2.

Quadro 2 – Plano de aplicação

| Etapa | Hora aula | Atividade | Avaliação | Crterios de avaliao |
|---|--------------|--|---|---|
| Etapa 1 – Contextualizao da temtica | 2 horas aula | Apresentao do projeto e contextualizao da temtica | Quiz na plataforma Kahoot | Acerto ou erro das respostas |
| Etapa 2 – Construo da problemtica | 2 horas aula | Palestra com Camila de Souza, artista e acadmica do Curso de Artes Visuais | Mural colaborativo na plataforma Padlet | Identificao precisa dos pigmentos, resinas, solventes e aditivos |
| Etapa 3 – Aprofundamento na problemtica | 2 horas aula | Diviso das equipes e roda de conversa para discusses e reflexes | Observao da roda de conversa | Qualidade das reflexes apresentadas, participao nas discusses e colaborao |
| Etapa 4 – Coleta de informaes | 4 horas aula | Aula prtica no laboratrio de Qumica Analtica para produzir e coletar dados das tintas naturais | Relatrio sobre a tinta produzida, o processo utilizado e a propores de gua e pigmento | Criatividade para criar as tintas, habilidade tcnica, colaborao em grupo e a entrega da proporo |
| Etapa 5 – Desenvolvimento do plano de ao | 4 horas aula | Criao do plano de ao | Rubrica de avaliao do plano de ao | Problema escolhido, a razo para usar a tinta desenvolvida, o mtodo de criao da tinta, sua sustentabilidade ambiental, a estratgia de comercializao, alm da criatividade e inovao na resoluo do problema |
| Etapa 6 – Reviso do plano de ao | 2 horas aula | Concluso e reviso dos planos de ao e do trabalho em equipe | Rubrica de avaliao do plano de ao e rubrica de avaliao do trabalho em equipe | Colaborao, organizao, contribuies individuais dos membros, cumprimento de prazos, qualidade da pesquisa, coeso das informaes apresentadas e a comunicao entre os membros do grupo |
| Etapa 7 – Apresentao dos resultados e avaliao do produto. | 4 horas aula | Apresentaes dos trabalhos desenvolvidos pelas equipes | Rubrica de avaliao | Clareza na descrio do produto, inovao e criatividade, relevncia, comunicao, postura e expresso, gesto de tempo e organizao da apresentao |

Fonte: a autora, 2023

4 ANLISE DOS RESULTADOS

Este relato oferece uma viso abrangente das etapas percorridas e

experiências vivenciadas pelos acadêmicos ao longo da aplicação do projeto. Desde a apresentação inicial até a avaliação final dos produtos desenvolvidos, este relato destaca não apenas os desafios enfrentados e as soluções encontradas, mas descobertas significativas que surgiram durante a imersão no universo das tintas sustentáveis.

4.1 ETAPA 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO DA TEMÁTICA

O projeto “Pinceladas Sustentáveis” teve início em 8 de agosto de 2023, com uma apresentação detalhada da estrutura e da justificativa. Os acadêmicos receberam as informações essenciais sobre o projeto, incluindo a divisão das etapas, a questão norteadora, os objetivos de aprendizagem e uma descrição do produto a ser desenvolvido. Durante a apresentação, esclareceram-se algumas dúvidas para garantir um entendimento claro do projeto.

Após uma breve introdução ao projeto, iniciou-se a primeira etapa com uma aula expositiva, apoiada por slides. Foram discutidos vários tópicos relacionados às tintas sustentáveis, abrangendo as definições, componentes básicos, processos de fabricação e práticas recomendadas para o descarte adequado. Enfatizou-se não apenas os processos industriais envolvidos, como também a relevância da escolha de matérias-primas amigáveis ao meio ambiente. Destacaram-se aspectos ambientais, como a poluição do ar causada por compostos orgânicos voláteis (VOCs) e a poluição das águas devido ao descarte inadequado de tintas.

Além disso, ressaltou-se também a importância da educação ambiental como ferramenta essencial para conscientização não só nas instituições de ensino, mas também nas comunidades locais. Foram explorados os aspectos econômicos da produção de tintas, incluindo a geração de receita, criação de empregos e oportunidades de inovação. No âmbito social deste assunto, foram abordados temas como a arte, o embelezamento urbano e a preservação de patrimônios históricos.

Durante a apresentação surgiu um debate entre os acadêmicos sobre como as pessoas deixam de lado a pintura à medida que envelhecem. Essa reflexão mostrou a necessidade de reintegrar essas formas de arte na vida adulta para promover tanto a expressão individual quanto a coletiva. Reconhece, assim, que a arte não se limita à juventude, mas constitui uma ferramenta poderosa em todas as etapas da vida.

Para avaliar a compreensão dos acadêmicos sobre os temas abordados, foi realizado um quiz interativo com 15 perguntas usando a plataforma Kahoot (Figura 1). Essa atividade não apenas testou o conhecimento adquirido, mas incentivou a participação ativa, proporcionando uma avaliação clara do entendimento dos conceitos discutidos durante a aula.

Além de estabelecer uma base sólida para o projeto, essa etapa também levou a uma reflexão sobre arte, tecnologia e responsabilidade ambiental. Os acadêmicos saíram da aula com uma melhor compreensão dos métodos de produção e descarte de tintas. Eles também ganharam uma compreensão mais ampla das complexidades envolvidas na fabricação de tintas sustentáveis.

Figura 1 – Perguntas e resultados do quiz na plataforma Kahoot

| Todos (15) | | Pesquisar | |
|---|---------------------|-------------------|--|
| Pergunta | Tipo | Correto/Incorreto | |
| 1 O que é tinta? | Quiz | 100% | |
| 2 Quantos são os principais critérios para uma tinta ser sustentável? | Quiz | 86% | |
| 3 A principal função da tinta é proteger e embelezar? | Verdadeiro ou falso | 100% | |
| 4 Quais são os componentes básicos da tinta? | Quiz | 71% | |
| 5 Os pigmentos podem ser divididos em: | Quiz | 100% | |
| 6 Quantas são as etapas do processo de fabricação da tinta? | Quiz | 86% | |
| 7 É correto afirmar que os solventes utilizados na tinta são somente solventes orgânicos? | Verdadeiro ou falso | 100% | |
| 8 Na fabricação da tinta a etapa 6 são realizados os testes de cor e qualidade, é verdade que essa e... | Verdadeiro ou falso | 86% | |
| 9 No descarte de resíduos da fabricação de tintas o que se faz com o solvente? | Quiz | 100% | |
| 10 O que fazer para descartar uma lata com resto de tinta a base de solvente? | Quiz | 86% | |
| 11 Sobre os aspectos econômicos, é verdade que as tintas possuem grande potencial de cresciment... | Verdadeiro ou falso | 100% | |
| 12 É correto afirmar que o descarte inadequado de tintas não causa problemas de contaminação e... | Verdadeiro ou falso | 100% | |
| 13 Sobre os aspectos ambientais, qual não é considerado um problema ambiental? | Quiz | 100% | |
| 14 Sobre aspectos sociais, é verdade que as tintas não estão presentes no dia a dia da sociedade? | Verdadeiro ou falso | 86% | |
| 15 É correto afirmar que as tintas são importantes no desenvolvimento criativo das crianças? | Verdadeiro ou falso | 100% | |

Fonte: a autora (2023)

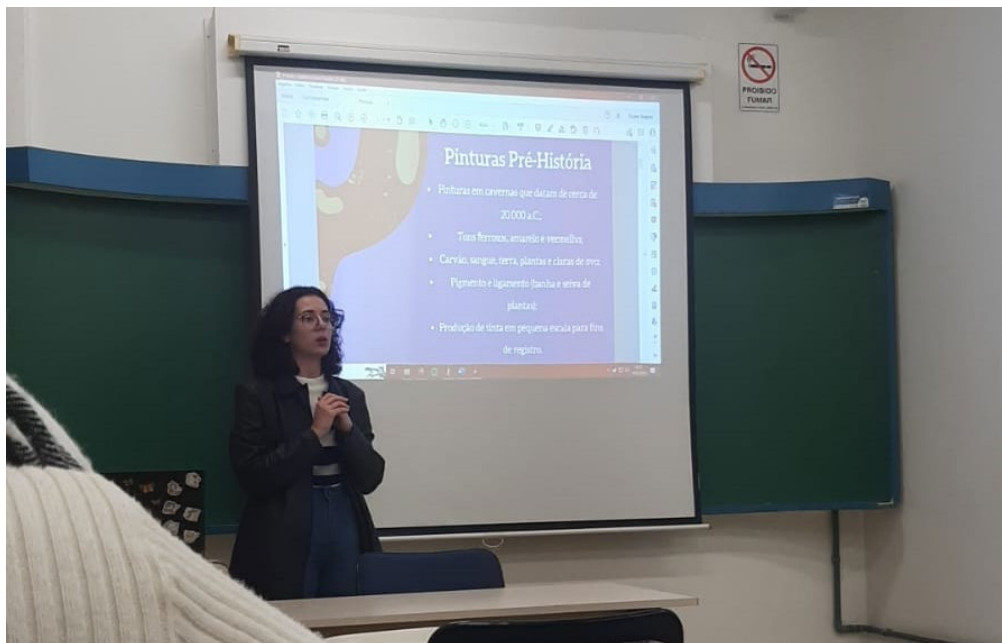
4.2 ETAPA 2 – CONSTRUÇÃO DA PROBLEMÁTICA

A segunda etapa ocorreu no dia 14 de agosto de 2023, quando Camila de Souza, artista e acadêmica do Curso de Artes Visuais, apresentou sobre as cores e tintas ao longo da história. Desde as tintas primitivas feitas de carvão, terra e plantas, as tintas exóticas do Egito como anileira e garança que eram importadas da Índia, até os pigmentos à base de chumbo usados na Europa. Além disso, ela falou sobre métodos contemporâneos, como as tintas à base de óleo que foram usadas na Renascença e o nanquim, uma tinta oriental conhecida por ser feita com fuligem e goma laca. Ainda citou as várias tintas que ela usa em suas obras, como a aquarela, guache, acrílica e tinta à base de óleo.

Ao longo de sua apresentação (Figura 2), Camila falou sobre alguns pontos que ela observou ao criar suas obras, como a demora para secagem da tinta à base de óleo e os perigos da inalação de tinta acrílica, que causa dor de cabeça após o uso. Ela citou o uso de tinta de tecido diluída em água para pintar tecidos, o que melhora a fixação e evita o aspecto de “plastificado”. Ela também enfatizou a importância de equipamentos de proteção, tais como: luvas e máscaras, ao utilizar tintas em aulas de xilogravura, uma vez que são tintas de impressora que podem liberar compostos orgânicos voláteis.

Após a fala da artista Camila, os acadêmicos realizaram uma atividade prática. O objetivo foi analisar as formulações químicas das tintas, identificando diversos pigmentos, resinas, solventes e aditivos mencionados por ela durante sua fala. Utilizando a ferramenta Padlet, os estudantes colaboraram para criar um quadro, nesse espaço, cada acadêmico compartilhou as informações que analisou e identificou, resultando em uma experiência colaborativa e divertida.

Figura 2 – Apresentação da Artista Camila de Souza



Fonte: a autora (2023)

A apresentação da artista Camila de Souza e a atividade realizada, destacam a importância da segurança e compreensão das formulações químicas envolvidas no processo artístico. Essa etapa ofereceu aos acadêmicos a oportunidade de aplicar seus conhecimentos teóricos em Química e compreender a relação entre a produção artística e o mundo químico.

4.3 ETAPA 3 – APROFUNDAMENTO NA PROBLEMÁTICA

Em 16 de agosto de 2023, ocorreu a terceira etapa com informações sobre impactos ambientais, medidas de segurança e alternativas sustentáveis do Brasil e do mundo. Após, foi realizado o teste de personalidade DISC foi usado para dividir os acadêmicos em grupos. Um questionário com 30 perguntas e quatro opções de resposta resultava em quatro tipos de personalidade: dominância, influência, estabilidade e conformidade. Os acadêmicos foram divididos em três grupos com as personalidades diferentes, além de levar em consideração o semestre em que estão matriculados.

Foi realizada uma atividade com o objetivo de refletir sobre os impactos ambientais, medidas de segurança e alternativas sustentáveis, na qual em cada rodada, um grupo apresentava suas reflexões e os demais grupos discutiam, concordando, discordando e/ou acrescentando.

Surgiram diversas reflexões interessantes, como a contaminação química proveniente das tintas que contêm substâncias nocivas como metais pesado e solventes orgânicos. Além disso, foi abordado o alto consumo de água e energia na produção de tintas, o que contribui para escassez de recursos naturais. O descarte inadequado também foi mencionado, ressaltando a falta de informação sobre práticas corretas de descarte.

Quando se tratou das medidas de segurança, destacou-se a importância do uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) tanto para os fabricantes quanto para os aplicadores de tintas. Sugeriu-se que a realização de campanhas para

conscientizar os pintores sobre a importância do uso adequado de EPIs.

Na discussão sobre alternativas sustentáveis foram apontados que tintas à base de água são mais seguras para o meio ambiente e para quem as aplica. Enfatizou-se que tintas feitas a partir de ingredientes naturais não poluem, enquanto também foi questionado um maior investimento em pesquisa para desenvolver tintas ainda mais sustentáveis.

Nas etapas anteriores e no início dessa etapa, as avaliações realizadas contribuíram para simplificar as reflexões, resultando em um amplo resumo de tudo o que foi discutido até o momento. Essas reflexões não só trouxeram clareza, mas também forneceram um ponto de partida para a continuidade do aprendizado.

4.4 ETAPA 4 – COLETA DE INFORMAÇÕES

A etapa de coleta de informações foi realizada no dia 19 de setembro de 2023, quando os acadêmicos tiveram uma aula prática no laboratório de Química Analítica. O desafio proposto foi criar tintas, utilizando apenas água e pigmentos naturais, como terra de dois tons, açafão, urucum, beterraba e pó de café. Para atingir esse objetivo, eles precisavam aplicar seus conhecimentos para determinar a melhor técnica de fazer tinta, usando as vidrarias e equipamentos disponíveis no laboratório. Eles também receberam pincéis e papéis para testar as tintas, ao final da aula, era necessário entregar a tinta produzida, o processo de fabricação e a proporção de água e pigmento utilizada.

O grupo 1 começou a fazer tinta usando açafão, pesaram 2,185 kg e adicionaram a um béquer com 50 ml de água quente, deixaram sob agitação magnética até que se dissolvesse totalmente. Em seguida, realizaram uma filtração simples para separar as fases e testaram a tinta pintando no papel, observaram que o líquido funcionava como tinta aquarela, enquanto o sólido criava uma tinta mais viscosa. Para produzir a tinta de terra mais avermelhada, adicionaram 5,236 kg de terra a um béquer com 60 ml de água, após agitar com um bastão de vidro e filtrar, utilizaram a parte sólida para pintar o papel. Eles também diluíram a parte sólida do açafão que ficou no papel filtro em uma placa de petri e depois pintaram no papel para obter diferentes tons.

O grupo 2 começou tentando fazer tinta com a beterraba cortada em pequenos pedaços e macerando-a com um almofariz e pistilo, perceberam que soltava pouco líquido, resolveram parar buscar outras maneiras de extrair a cor. Decidiram então criar uma solução com 28% de beterraba (14,103 kg de beterraba em 50 ml de água), após aquecer a mistura, a água ganhou a coloração da beterraba, funcionando como tinta aquarela quando aplicada no papel. Também prepararam a tinta de café, fazendo uma solução de 25%, pesando 12,144 kg de café e misturando com 50 ml de água, aquecendo até 80°C. Após a filtração, tanto a parte líquida quanto a sólida se mostraram eficazes como tinta. Vale mencionar que as soluções desse grupo foram feitas em porcentagem, uma prática comum para esses acadêmicos que já trabalham em empresas químicas, em que a preparação de soluções dessa forma é rotineira.

O grupo 3 iniciou a criação da tinta com urucum, pesando 2,594 kg e adicionando água até formar uma pasta, realizaram teste no papel, verificando que era bem pigmentada e ajustaram diluições para obter diferentes tonalidades da tinta. Também, produziram outra tinta utilizando um tom de terra mais amarelado, pesando 3,527 kg de terra e misturando com 60 ml de água, após filtrar, utilizaram a parte sólida para os testes no papel, criando, assim, outra tinta (Figura 3).

Figura 3 – Tintas produzidas no laboratório pelos acadêmicos



Fonte: a autora (2023)

No início da prática, os acadêmicos ficaram um pouco perdidos, pois não havia uma apostila contendo todas as instruções necessárias, algo comum nas aulas práticas, conduzidas durante a graduação. Além disso, o fato de ser permitido usar apenas água chamou a atenção, já que geralmente são utilizados muitos reagentes nas aulas práticas.

Ao enfrentar o desafio de criar tintas, usando apenas pigmentos naturais e água, os acadêmicos não só mostraram suas habilidades técnicas, mas também foram incentivados a revisar conhecimentos teóricos esquecidos. Sem uma apostila detalhada e com a limitação de usar apenas água, poderia ter sido desanimador, no entanto os grupos conseguiram explorar soluções criativas, encontrando maneiras únicas de extrair as cores dos pigmentos.

Essa experiência revelou que o aprendizado ocorre quando somos desafiados a encontrar soluções por conta própria. Nesse sentido, os acadêmicos não apenas concluíram a atividade, mas também desenvolveram suas habilidades de resolução de problemas, perceberam que o conhecimento teórico ganha vida quando aplicado de forma prática, essa compreensão se tornou parte fundamental da jornada acadêmica.

4.5 ETAPA 5 – DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE AÇÃO

No dia 10 de outubro de 2023 ocorreu a quinta etapa do projeto, os acadêmicos se empenharam em elaborar um plano de ação para solucionar alguns dos problemas identificados nas etapas anteriores. Para isso, foram estabelecidos tópicos para esse fim.

Inicialmente, os discentes foram orientados a escolher qual ou quais problemas desejavam resolver. Precisavam fornecer a descrição do problema e justificar, utilizando a escolha da tinta que desenvolveram na etapa anterior. O grupo 1 escolheu o problema de tintas que continham substâncias tóxicas e metais pesados em sua

composição, argumentando que as tintas de açafrão e de terra mais avermelhada são livres desses elementos prejudiciais.

Já o grupo 2 escolheu o problema da liberação de compostos orgânicos voláteis, justificando que suas tintas de beterraba e café evitam a liberação de VOCs. O terceiro grupo se concentrou na toxicidade dos pigmentos sintéticos, defendendo que suas tintas de urucum e de terra mais amarelada possuem pigmentos naturais que reduzem a toxicidade e incentivam o uso de matéria-prima biodegradável.

Após a escolha dos problemas, os grupos detalharam o processo de criação das tintas passo a passo, incluindo suas propriedades, como cor, textura e durabilidade, informações essas que já haviam sido apresentadas na etapa anterior.

Em seguida, os grupos descreveram os aspectos ambientais das tintas, enfatizando o uso de reagentes naturais, a biodegradabilidade e a diminuição de resíduos tóxicos. Eles explicaram como as tintas ajudam a reduzir o impacto ambiental em comparação às tintas convencionais, destacando as vantagens das tintas sustentáveis. O grupo 1 ressaltou que suas tintas são menos prejudiciais ao meio ambiente e que reduzem os riscos ambientais no descarte inadequado. O grupo 2 oferece tintas que não contenham elementos químicos tóxicos e utilizam ingredientes naturais. Por último, o grupo 3 informou que suas tintas são biodegradáveis, não causam danos ambientais após o uso, reduzindo a poluição e preservando o meio ambiente.

Enfim, cada grupo elaborou uma proposta de orçamento, indicando as etapas e o tempo necessário para enviar suas tintas ao mercado. Eles também destacaram os pontos fortes de suas tintas e a repercussão que esperam ter no mundo real. O grupo 1 propôs envolver pequenos produtores de açafrão e terra mais avermelhada, realizando testes de qualidade e vendendo em pequena escala para avaliar a resposta do público. O grupo 2 sugeriu refinar a fórmula da tinta, desenvolver uma embalagem atraente, realizar campanhas de conscientização e estabelecer acordos com lojas de produtos sustentáveis para venda das tintas. Já o grupo 3 fez uma proposta de produção de tintas confiáveis e sustentáveis, com embalagens alinhadas à conscientização ambiental, além de investir em programas educacionais para artistas, profissionais e consumidores destacando as vantagens do uso de tintas sustentáveis.

Ao final dessa etapa, é claro o quanto os acadêmicos se dedicaram e entenderam o impacto ambiental de suas criações para solucionar problemas reais. As ideias que desenvolveram não só têm o potencial de transformar o mercado de tintas, mas também de conscientizar os consumidores sobre as escolhas que fazem. Suas sugestões de ajudar pequenos produtores e investir em educação mostram que eles não estão apenas cumprindo etapas do projeto, bem como estão dispostos a criar mudanças significativas, olhando para o mundo ao seu redor e buscando fazer a diferença.

4.6 ETAPA 6 – REVISÃO DO PLANO DE AÇÃO

A revisão do plano de ação foi realizada em 11 de outubro de 2023, utilizando uma rubrica de avaliação com critérios previamente estabelecidos aos objetivos dos tópicos abordados na etapa anterior. Os critérios foram divididos em quatro níveis de desempenho, que abrangem desde o básico até o avançado, proporcionando uma estrutura clara para os acadêmicos identificarem as áreas que necessitam de aprimoramento em seus planos de ação. Como exemplo da rubrica de avaliação utilizada, o Quadro 3 mostra alguns critérios.

Quadro 3 – Exemplo de rubrica de avaliação utilizada

| Critérios | Níveis de desempenho | | | |
|------------------------------|---|---|---|--|
| | Iniciante | Básico | Intermediário | Avançado |
| Justificativa | Necessidade do uso da tinta mal não justificada. | Necessidade do uso da tinta justificada. | Necessidade do uso da tinta justificada, mas com falhas na argumentação. | Necessidade do uso da tinta bem justificada, com argumentação convincente. |
| Metodologia | Descrição dos reagentes, materiais e processo de criação ausente. | Descrição dos reagentes, materiais e processo de criação confusa. | Descrição dos reagentes, materiais e processo de criação, mas com algumas informações faltando. | Descrição detalhada dos reagentes, materiais e processo de criação descritos de forma clara e compreensível. |
| Propriedades da tinta | Propriedades da tinta ausente. | Propriedades da tinta mencionadas de forma vaga. | Propriedades da tinta mencionadas mais com falta de comparação com as tintas convencionais. | Propriedades da tinta mencionadas e comparadas com as tintas convencionais. |

Fonte: a autora (2023)

Cada grupo recebeu uma rubrica e teve a chance de tirar dúvidas sobre eles, bem como sobre os diferentes níveis de desempenho. Na avaliação do plano de ação, foram considerados diversos aspectos relevantes, como o problema escolhido, a razão para usar a tinta desenvolvida, o método de criação, sua sustentabilidade ambiental, a estratégia de comercialização, além da criatividade e inovação na solução do problema. Além disso, foi avaliado o trabalho em grupo, analisando a colaboração, organização, contribuições individuais dos membros, cumprimento de prazos, qualidade da pesquisa, coesão das informações apresentadas e a comunicação do grupo entre os membros do grupo.

Essa foi a primeira vez que eles foram avaliados dessa maneira, a rubrica descreveu a avaliação dos acadêmicos, ao mesmo tempo em que foram incentivados a melhorar os seus planos de ação. Os critérios empregados foram úteis para identificar os pontos fortes e os pontos a serem aprimorados. Os resultados, indicaram que os discentes compreenderam melhor a atividade, resultando em planos mais alinhados e bem estruturados. A utilização da rubrica não apenas melhorou a qualidade dos planos de ação, mas também promoveu um ambiente de aprendizagem mais colaborativo e motivador, incentivando todos a atingirem o nível mais alto de desempenho.

4.7 ETAPA 7 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E AVALIAÇÃO DO PRODUTO

O fim da aplicação do projeto foi no dia 17 de outubro de 2023, quando cada grupo apresentou seus produtos. Começando pelo grupo 1, que expôs sua tinta de açafraão e a tinta de terra mais avermelhada, destacando a importância de ser uma tinta de baixo impacto ambiental e com grande potencial para ser comercializada no mercado de tintas. O grupo 2 que utilizou as tintas de beterraba e café, salientando a necessidade de realizar testes para melhorar o desenvolvimento da tinta, a

durabilidade e textura. O grupo 3, que apresentou sobre a tinta de urucum e terra mais amarelada, mostrou que suas tintas têm pigmentos bem marcantes e são ecologicamente corretas.

As apresentações deram uma visão clara da aplicação das teorias e conceitos discutidos ao longo do projeto, destacando não somente os aspectos técnicos de seus produtos, mas também os princípios de sustentabilidade que foram fundamentais no desenvolvimento das tintas.

Para avaliar as apresentações e os produtos, foi utilizada uma rubrica, em que a inovação e criatividade dos grupos ficou evidente, assim como a clareza na descrição do produto e sua relevância. A comunicação foi clara e objetiva, com postura e gestão de tempo adequadas. Além disso, a clareza das informações e o emprego de termos técnicos demonstram a compreensão dos grupos em relação aos produtos e processos. Cada grupo apresentou uma solução para o mercado de tintas, mostrando que é viável aliar criatividade, conhecimento técnico e responsabilidade ambiental em uma única iniciativa.

Ao finalizar o projeto, os discentes demonstraram que eles não apenas exploraram a inovação e criatividade, mas compreenderam a responsabilidade ética e ambiental inerente à pesquisa científica. A utilização da educação STEAM não se restringiu apenas a ensinar fórmulas e teorias, mas também fomentou a criatividade, resolução de problemas e colaboração. É perceptível que há mudanças a serem feitas no currículo do curso de graduação em Química. Essas práticas não só comprovam a capacidade dos acadêmicos em se tornarem profissionais competentes, mas incentivam a criatividade e consciência para enfrentar os desafios presente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto “Pinceladas Sustentáveis” demonstrou desde a contextualização da temática até a apresentação dos resultados e avaliação dos produtos desenvolvidos, que todas as etapas foram marcadas por aprendizado significativo e diferentes reflexões. A colaboração dos acadêmicos nos debates estimulou o pensamento crítico e a troca de ideias. Os *feedbacks* recebidos ao longo do projeto contribuíram para o aprimoramento contínuo do trabalho desenvolvido, destacando a importância da colaboração e do compartilhamento de conhecimento.

A interação entre as diversas áreas da educação STEAM pode ser benéfica aos acadêmicos, não somente para adquirir conhecimentos técnicos, mas também para aprimorar habilidades essenciais diante dos desafios do mundo atual. A transdisciplinaridade proporcionada permitiu que os discentes não apenas compreendessem a complexidade da produção de tintas, mas também percebessem que o ensino vai além da transmissão de conteúdo.

Ao preparar os acadêmicos para enfrentar os desafios presentes e futuros, o STEAM desempenha um papel fundamental ao incentivar a criatividade, inovação, trabalho em equipe e a ética profissional, mas também para construir um futuro mais promissor, em que a sustentabilidade e a inovação são fundamentais. Assim, o projeto não só promoveu a conscientização sobre questões ambientais e sociais, mas capacitou os acadêmicos a serem agentes de mudança nas suas áreas de atuação.

REFERÊNCIAS

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Penso Editora, 2020.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**, parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2000.

CANAUDE, Cristine. Fabricação de tintas. 1. ed. **Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro –REDETEC/RJ**. Jul, 2007.

CIPRIANI, Andreza; DA SILVA, Arleide Rosa. UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE VOCAÇÕES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS: O LENQUI COMO ESPAÇO DE EDUCAÇÃO. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 15, p. 021020, 2021.

ELLO, Vinicius M.; SUAREZ, Paulo AZ. As formulações de tintas expressivas através da história. **Revista virtual de química**, v. 4, n. 1, p. 2-12, 2012.

FAZENDA, Jorge MR. **Tintas: ciência e tecnologia**. Editora Blucher, 2009.

FERREIRA, Aldo Pacheco. O desafio das alterações climáticas: o olhar para além de nossas fronteiras. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v. 2, n. 5, 2007.

GAUER, Judite Inês Schreiner. **A EDUCAÇÃO 4.0 E SEUS DESDOBRAMENTOS NO PROCESSO EDUCATIVO: SABERES SOBRE A EDUCAÇÃO HÍBRIDA E MAKER**. Dissertação (Mestre em Educação) – Mestrado em Educação, Universidade Regional Integrada Do Alto Uruguai. Mato Grosso, p. 169. 2021.

MARQUES, Viviane Cristina et al. **Desenvolvimento de um tutor virtual inteligente através da utilização da Inteligência Artificial para contribuir para o ensino de Ciências baseado no movimento STEAM**. Dissertação (Mestre em Educação Escolar) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, p. 99 2021.

MORTIMER, E. F. MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. **A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos**. Química Nova, v. 23, p. 273-283, 2000. ISSN 0100-4042.

Parecer CNE/CES nº 1.303. (2001). **Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Química**. 2001. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf> Acesso em:

RISTOW, Leonardo. Educação STEAM. *In*: MERÍZIO, Fernando Luís; BRANDALISE, Giselly C. Mondardo; GRIPA, Sidnei. **Metodologias ativas e tecnologias educacionais**: guia prático para uma docência inovadora. 1. ed. Brusque: Editora Unifebe, 2022. p.70-81.

SOARES, Cristine. **Metodologias ativas**: uma nova experiência de aprendizagem. Cortez Editora, 2021.