

INVESTIGAÇÃO DA SÍNTESE DE BIOPLÁSTICOS EM ATIVIDADES CURRICULARES: UM ESTUDO SOBRE O POTENCIAL PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Elzilene Araújo¹

RESUMO:

Este estudo teve como objetivo principal analisar o desenvolvimento de uma sequência didática focada em atividades experimentais para o ensino contextualizado de química. Para isso, exploramos a produção de bioplásticos a partir de cascas de tubérculos amazônicos, utilizando a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como metodologia pedagógica em uma pesquisa qualitativa, cujos dados foram colhidos no transcurso do desenvolvimento da sequência didática à luz da ABP. Durante as atividades, os discentes vivenciaram o processo de fabricação de bioplásticos, o que possibilitou a aplicação de conceitos como polimerização, interações moleculares e propriedades dos materiais. Além de aprofundar a compreensão dos princípios químicos envolvidos, essa experiência ampliou a consciência dos alunos sobre questões ambientais e sociais relacionadas ao uso de plásticos. Esta atividade representou uma oportunidade para integrar diversos conceitos de química, oferecendo aos alunos uma compreensão holística e prática da ciência, além de promover a sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Sequência Didática. Tubérculos amazônicos. ABP. Educação ambiental.

INVESTIGATION OF BIOPLASTICS SYNTHESIS IN CURRICULAR ACTIVITIES: A STUDY ON THE POTENTIAL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION AND SUSTAINABLE PRACTICE

ABSTRACT:

This study's main objective was to analyze the development of a didactic sequence focused on experimental activities for the contextualized teaching of chemistry. To achieve this, we explored the production of bioplastics from Amazonian tuber peels, using Problem-Based Learning (PBL) as the pedagogic methodological approach. This is a qualitative research with data collect along the development of the didactic sequence. During the activities, students experienced the bioplastic manufacturing process firsthand, which allowed for the application of concepts such as polymerization, molecular interactions, and material properties. Besides deepening their

¹ Universidade Federal do Amazonas. E-mail: elziaraujo011@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0003-2118-4737>

understanding of the chemical principles involved, this experience broadened students' awareness of environmental and social issues related to plastic use. This activity represents an opportunity to integrate various chemistry concepts, offering students a holistic and practical understanding of science, in addition to promoting sustainability.

KEYWORDS: Didactic Sequence. Amazonian tubers. PBL (Problem-Based Learning). Environmental education.

1. INTRODUÇÃO

Esse estudo decorreu a partir de uma pesquisa realizada em uma Escola pública no município de Codajás-AM, no qual foram discutidos pelos discentes problemas presente na sociedade atual. Sendo assim, ficou assinalado, no início desta investigação, que, durante os encontros, haveria a possibilidade de serem abordados temas transversais como educação ambiental, incluídas aí questões como impactos ambientais e o descarte inadequado de plásticos na natureza. Tudo isso relacionado com a compreensão de alguns conteúdos da matriz curricular da disciplina de química. Isso, porque muitos estudantes mencionam que não conseguem assimilar os conhecimentos dessa disciplina por seu caráter técnico e abstrato, sendo os conteúdos transmitidos de maneira formal, (Sá; Silva, 2008), o que a distancia de tudo que faz parte do convívio social dos estudantes.

A partir desses pressupostos, a questão que movimentou a realização desta pesquisa foram os problemas ambientais causados pelo uso excessivo de plásticos convencionais. Como sugestão para o problema, a pesquisa sugere a utilização em substituição deste material por materiais alternativos mais sustentáveis, além de campanhas de educação ambiental para promover mudanças de comportamento.

Abordar essas questões permite integrar aspectos da química e da biologia com aspectos da sustentabilidade, com vistas à construção de uma consciência ambiental, criando uma abordagem interdisciplinar e holística para o projeto, de modo a levar os estudantes a compreenderem fatos que estão acontecendo na atualidade (Franchetti; Marconato, 2006; Santos; Correa; Silveira; Terra, 2014).

Considerando estes acontecimentos, focamos o olhar para o aumento da poluição por plásticos nos oceanos, rios, lagos e igarapés, o que pode ocasionar o esgotamento de recursos não renováveis, os quais são principalmente utilizados na produção de plásticos, mas acabam causando

impactos negativos na vida selvagem e na saúde humana. Por essas razões, é urgente encontrar soluções *eco-friendly*, expressão que significa "ambientalmente amigável", isto é, algo que é benéfico para o meio ambiente não causando danos significativos à natureza, o qual pode ser sustentado à longo prazo (Zanoni, 2023).

Ao mesmo tempo, é crucial educar as pessoas sobre as consequências do uso desenfreado de plásticos, sugerindo, portanto, possíveis alternativas, o que inclui não apenas a exploração de novos materiais, mas também a compreensão dos processos químicos envolvidos em sua produção (Franchetti; Marconato, 2006; Santos *et al.*, 2014).

A produção de bioplásticos a partir de cascas de tubérculos amazônicos oferece uma solução interessante. Ao utilizar resíduos agrícolas como matéria-prima, é possível reduzir a quantidade de resíduos orgânicos descartados, evitando a dependência de recursos não renováveis (Santos *et al.*, 2014). Além disso, os bioplásticos podem ser biodegradáveis, o que significa que eles se decompõem mais rapidamente e causam menor impacto ambiental. Por esse motivo a questão problematizadora que movimenta esta pesquisa é “Como podemos reduzir o impacto ambiental causado pelos plásticos convencionais e promover uma conscientização sobre alternativas mais sustentáveis?

Entretanto, ao implementarmos essas soluções, enfrentamos desafios como a escala de produção, a viabilidade econômica e a educação sobre seu uso e a relevância do descarte adequado. É necessário um enfoque educacional que não ensine apenas os processos químicos envolvidos na síntese de bioplásticos, mas que promova uma consciência ambiental sobre as escolhas de consumo e os impactos ambientais a ele associados.

A produção de bioplásticos a partir de cascas de tubérculos amazônicos pode ser uma alternativa viável e sustentável aos plásticos convencionais, reduzindo significativamente o impacto ambiental e negativo associado aos plásticos tradicionais (Franchetti, Marconato, 2006). Esta pesquisa parte do pressuposto que a síntese de bioplásticos, a partir de cascas de tubérculos como a mandioca, a batata-purga ou a araruta, pode proporcionar uma fonte de material renovável e biodegradável economicamente acessível. Ao utilizar resíduos agrícolas como matéria-prima, reduz-se a quantidade de resíduos orgânicos descartados e ao mesmo tempo em que se minimiza a dependência de recursos não renováveis, como o petróleo, utilizados na produção de plásticos convencionais (Franchetti, Marconato, 2006; SANTOS *et al.*, 2014).

Os bioplásticos produzidos podem ser capazes de apresentar propriedades adequadas para diversos usos, desde embalagens até produtos descartáveis, com desempenho comparável ou até superior aos plásticos convencionais em muitas aplicações (SANTOS *et al.*, 2014). Além disso, a rápida biodegradação desses bioplásticos, após o descarte, pode reduzir a poluição por plásticos tornando atenuando os impactos ambientais negativos associados ao acúmulo de resíduos no meio ambiente, especialmente nos ecossistemas aquáticos.

Dessa forma, a produção de bioplásticos a partir de cascas de tubérculos amazônicos não representa apenas uma alternativa sustentável aos plásticos convencionais, mas também poderá contribuir para a redução significativa do impacto ambiental negativo causado pelo descarte inadequado desse resíduo.

Para responder ao problema de pesquisa, estabelecemos como objetivo central analisar o desenvolvimento de uma sequência didática, na qual foram realizadas atividades experimentais, no contexto do ensino de química, explorando a produção de bioplásticos a partir de cascas de tubérculos amazônicos, visando a capacitar os alunos do ensino médio a compreenderem os processos químicos envolvidos na síntese de materiais sustentáveis tais como a mandioca, a araruta e a batata de purga. Importante ressaltar que a implementação dessa sequência didática foi fundamentada, do ponto de vista da educação ambiental, nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Nas práticas experimentais foram utilizadas as partes não comestíveis dos tubérculos, por meio do que promovemos uma consciência ambiental sobre formas alternativas aos plásticos convencionais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A experimentação desempenha um papel fundamental no ensino de química, especialmente quando se trata de tópicos como produção de bioplásticos; a experimentação oferece aos alunos a oportunidade de aplicar conceitos teóricos em um contexto prático, permitindo uma compreensão profunda dos princípios químicos envolvidos na produção de bioplásticos. Segundo Guimaraes (2009, p. 199) “A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos da investigação.”

Ao realizar experimentos, os alunos são desafiados a formular hipóteses, a realizar previsões e a analisar resultados. Isso promove o desenvolvimento do pensamento crítico e da habilidade de resolver problemas, habilidades essenciais na química e em outras áreas científicas (Guimarães, 2009). Assim, a experimentação ajuda os alunos a contextualizar os conceitos abstratos de química em situações do mundo real (Gonçalves, 2020). Ao produzir bioplásticos, por exemplo, os alunos podem entender melhor como os princípios da química orgânica e da polimerização se aplicam na prática.

A realização de experimentos práticos pode, ainda, aumentar o interesse e a motivação dos alunos, tornando o ensino de química envolvente e significativo. Verificar os resultados a partir de suas próprias mãos pode inspirar os alunos a se interessarem mais pela disciplina.

A experimentação no laboratório ajuda os alunos a desenvolver habilidades práticas, como medição precisa, manipulação de equipamentos de laboratório e segurança no manuseio de produtos químicos. Conforme Guimarães (2009, p. 199) menciona, “a experimentação pode ser utilizada para demonstrar os conteúdos trabalhados, mas utilizar a experimentação na resolução de problemas pode tornar a ação do educando mais ativa.”

Essas habilidades são úteis não apenas na disciplina de química, mas também em futuras carreiras científicas. Por meio da experimentação, os alunos podem explorar fenômenos químicos de forma mais direta e interativa, o que pode lhes despertar a curiosidade e incentivar uma investigação profunda sobre o mundo ao seu redor.

A experimentação desempenha um papel essencial no ensino de química, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades científicas e investigativas cultivando um interesse duradouro pela disciplina (Gonçalves; Goi, 2020; Guimarães; 2009; Gonçalves; Marques, 2006). Quando aplicada ao contexto da produção de bioplásticos, a experimentação pode fornecer uma experiência valiosa para os alunos, ao mesmo tempo em que aborda questões importantes relacionadas à sustentabilidade e ao meio ambiente.

2.1 O USO DE BIOPLÁSTICO NO ENSINO DE QUÍMICA.

A produção de bioplásticos pode ser uma excelente forma de ensinar química, pois envolve conceitos fundamentais de química orgânica, polímeros, promovendo a sustentabilidade ambiental (SANTOS *et al.*, 2014). Por intermédio de uma aula experimental, é possível explicar o que são

bioplásticos e como estes se diferenciam dos plásticos tradicionais. Discutindo-se sobre os materiais de origem biológica utilizados na produção de bioplásticos, tais como amido de milho, cana-de-açúcar, óleo vegetal entre outros, é possível avançar nesse campo do conhecimento. Nesse momento, é importante conceituar os plásticos convencionais que podem assim ser compreendidos:

Os plásticos são produtos sinteticamente derivados de petróleo, utilizados para a fabricação de embalagens, muitas vezes de uso único, descartáveis que acabam por ir parar ao lixo e demoram entre 200 e 400 anos a desaparecer do meio natural. Para agravar ainda mais tal problema ecológico, o plástico é o material que apresenta maior participação no mercado de embalagens (Scalcon *et al.*, 2022, p. 99).

Assim, explorando os conceitos básicos de polimerização e explicando como as moléculas de monômeros se ligam para formar cadeias longas de polímeros, é possível debater sobre os diferentes tipos de polímeros e suas propriedades. Eventualmente, pode-se descrever os métodos comuns de produção de bioplásticos, como polimerização por condensação e polimerização por adição.

Por meio dessa prática podem ser realizados experimentos simples para demonstrar a produção de bioplástico. Por exemplo, pode-se produzir bioplástico a partir de amido extraído das cascas de tubérculos, utilizando-os como monômero e o ácido acético como catalisador. Os alunos podem observar a formação do bioplástico e discutir as reações químicas envolvidas. Posteriormente, é possível analisar as propriedades dos bioplásticos em comparação com os plásticos tradicionais, apontando suas vantagens e desvantagens, bem como suas aplicações potenciais em diferentes indústrias de embalagens, agricultura, medicina etc.

Outro ponto que pode ser abordado é a importância dos bioplásticos na redução da poluição causada pelos plásticos convencionais. Pode-se discutir o ciclo de vida dos bioplásticos e seu potencial para reduzir a emissão de gases que provocam o efeito estufa e o desperdício de recursos naturais.

Essa problemática do lixo plástico é um assunto de preocupação mundial e atual, especialmente porque segundo dados do Banco Mundial o Brasil produz quase 80 milhões de toneladas por ano, sendo, portanto, o quarto maior produtor de lixo plástico no mundo, ficando atrás dos Estados Unidos, China e Índia (Scalcon *et al.*, 2022, p. 99).

Essa abordagem prática e interdisciplinar pode ajudar os alunos a compreenderem melhor os conceitos químicos fundamentais, ao mesmo tempo em que os sensibiliza para questões importantes relacionadas à sustentabilidade ambiental e ao desenvolvimento de tecnologias amigáveis para o meio ambiente. Segundo Vitor (2020, p. 1), um tipo de prática que pode ser

realizada com relação ao “plástico e sua interferência ambiental é a produção de bioplásticos, que se trata de polímeros a base de matéria orgânica e podem ser uma alternativa para mitigação de impactos ambientais”

Produzir bioplásticos é relevante por várias razões, segundo Casarin *et al.*, 2013; Franchetti; Marconato, 2006; Scalcon *et al.*, 2022, conforme consta do Quadro 1:

Quadro 1 – Pontos relevantes da produção do Bioplásticos.

Tema	Pontos relevantes	Competências e Habilidade da BNCC
Sustentabilidade Ambiental	Bioplásticos são geralmente feitos a partir de recursos renováveis, como amido de milho, cana-de-açúcar, batata, entre outros. Isso contrasta com os plásticos convencionais derivados de petróleo, que são não renováveis e contribuem para a poluição e esgotamento dos recursos naturais.	EM13CNT207: Descrição: Avaliar possibilidades de aproveitamento de recursos materiais, energéticos e ambientais para propor soluções tecnológicas que atendam às necessidades humanas e contribuam para a sustentabilidade socioambiental.
Redução da poluição	Bioplásticos têm potencial para reduzir a poluição causada pelos plásticos convencionais, especialmente em ambientes marinhos, onde os plásticos descartados podem causar danos significativos à vida marinha e ao ecossistema.	EM13CNT305: Propor alternativas para minimizar impactos ambientais relacionados ao descarte de resíduos e à emissão de poluentes, considerando aspectos científicos, sociais, econômicos, políticos e culturais.
Biodegradabilidade	Alguns tipos de bioplásticos são biodegradáveis, assim eles podem se decompor mais rapidamente em condições específicas, reduzindo o acúmulo de resíduos plásticos no meio ambiente.	EM13CNT202: Relacionar as propriedades dos materiais, incluindo substâncias e misturas, com suas estruturas, utilizando modelos atômicos e teorias de ligação química, para explicar as características e os usos tecnológicos desses materiais.
Menor pegada de carbono	Em comparação com os plásticos convencionais, a produção de bioplásticos geralmente resulta em menor emissão de gases de efeito estufa, pois muitos biopolímeros são produzidos a partir de fontes vegetais que capturam dióxido de carbono durante o crescimento.	EM13CNT303: Relacionar os ciclos biogeoquímicos com processos de obtenção de energia e de produção de matéria nos ecossistemas, avaliando impactos de interferências humanas nesses ciclos.
Inovação e desenvolvimento tecnológico	Investir na produção de bioplásticos estimula a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais sustentáveis, promovendo a inovação na indústria de plásticos e em setores relacionados.	EM13CNT402: Analisar processos de desenvolvimento científico e tecnológico em diferentes contextos, reconhecendo o papel da criatividade, da experimentação, da testagem de hipóteses e de modelos explicativos no avanço da ciência, bem como seus impactos econômicos, sociais, culturais e ambientais.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

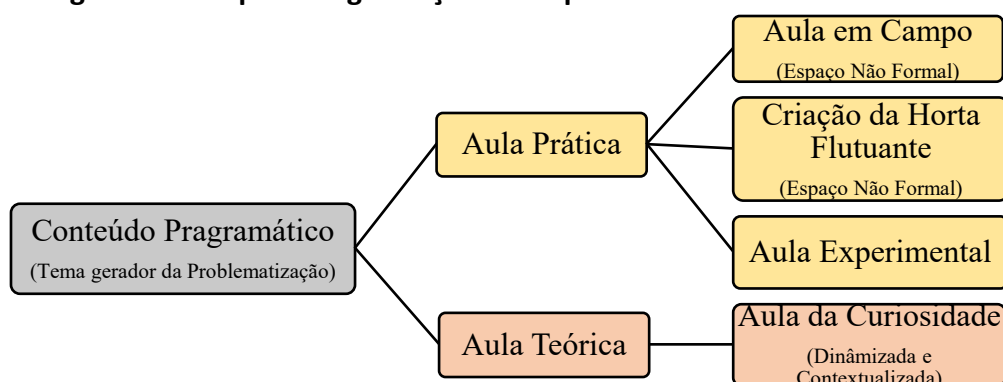
No entanto, é importante notar que os bioplásticos não são uma solução perfeita e há desafios a serem enfrentados como o uso de terra e recursos hídricos para cultivar matérias-primas, a competição relacionada à produção de alimentos e a necessidade de infraestrutura adequada para coleta e reciclagem.

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, desenvolvida em duas fases, incluindo procedimentos da pesquisa bibliográfica seguida de uma investida de campo (Marconi; Lakatos, 1996). Os dados foram colhidos no transcurso de uma prática pedagógica desenvolvida na Escola Estadual CETI José de Araújo Rodrigues no município de Codajás/Brasil, em uma turma do 3º ano do ensino médio. O instrumento de coleta de dados consistiu em um questionário contendo 12 questões e análise do material produzido como mapa mental, apostilas, apresentação oral, folder e as tarefas de sala de aula.

A prática pedagógica consistiu em uma sequência didática desenvolvida por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que visa a vincular os objetivos do projeto com os objetivos do programa educacional, constituindo os elementos e questões de uma verdadeira ciência vinculada ao teste de conhecimento. Segundo Conrado *et al.* (2014), a ABP tem por objetivo transcender o mero acúmulo de informações, prática que se demonstra inadequada para a formação de indivíduos autônomos, com engajamento e responsabilidade na aplicação contextualizada do conhecimento adquirido (Fig. 1).

Figura 1 – Croqui da organização da sequência didática associada ABP.



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

A Sequência Didática foi dividida em seis grandes etapas, conforme a seguir, e detalhadas no Quadro 2.

1) **Aula teórica:** Realizamos aulas teóricas para discutir temas como contaminação, tipos de resíduos, coleta seletiva, distribuição e reciclagem de resíduos e melhorar o estado atual do local “Região Amazônica”. O foco principal foi a vida e a educação ambiental. Nesse momento, entregamos aos alunos um manual e foram realizadas muitas atividades, tais como criação de mapas mentais e cartazes que foram criados e coletados ao final para avaliação dos resultados.

2) **Aula de Campo:** Os alunos participaram de uma “Aula em Campo” para investigar a poluição da cidade. Com base nessa experiência, realizamos coleta seletiva para separar materiais recicláveis. Como existem muitas garrafas PET, decidimos utilizar esse material em eventos futuros.

3) **Aula Curiosidade:** Os alunos foram incentivados a pesquisar alternativas aos plásticos convencionais que visam a reduzir o impacto ambiental (por exemplo, produção de bioplástico) e reutilizar embalagens PET recicladas. Eles conduziram pesquisas em casa e no ambiente, seguindo diretrizes investigativas elaboradas para explorar suas habilidades de pesquisa e curiosidade. Nesse sentido, são consideradas duas abordagens: a produção de bioplásticos e a criação de hortas flutuantes a partir de garrafas PET recicladas.

4) **Criação de horta flutuante:** Os alunos utilizaram garrafas PET recicladas e a ferramenta “Pinterest” para aprender um modelo de horta flutuante. Com essas ideias em mente, criaram um jardim utilizando estruturas de madeira da escola, corda de náilon e recipientes.

5) **Aula experimental:** Os alunos receberam algumas dicas sobre produção de bioplásticos com base em pesquisas na internet (como vídeos do canal “Manual do Mundo”) e informações fornecidas pelos pais. Desenvolvemos um método de teste utilizando tubérculos como casca de mandioca, batata e araruta, levando em consideração sua disponibilidade, custo e amido. Dadas as limitações do nosso laboratório de ciências, que dispõe apenas de espaço e não possui materiais e equipamentos especializados, procuramos métodos de teste eficientes, fáceis de usar e de baixo custo.

6) **Desenvolvimento de manuais:** Após a realização do experimento, foram criados manuais detalhados explicando os princípios químicos envolvidos na produção do bioplástico, bem como instruções detalhadas sobre os procedimentos de processamento. Também foram preparados

materiais de apoio como apresentações em *PowerPoint* e folder contendo exemplos práticos e as utilizações dos bioplásticos nos negócios e na vida cotidiana.

Quadro 2 – Percurso da metodologia pedagógica relacionando as atividades dinâmicas e contextualizadas.

Atividade interativas e contextualizada	Objetivo	Tempo de duração
1. Aula teórica	Introduzir os alunos aos conceitos de poluição, reciclagem e sustentabilidade no contexto da Amazônia, reforçando a educação ambiental por meio de aulas teóricas, exercícios práticos e atividades criativas, como mapas mentais e cartazes.	120 min (Tarefa realizada na escola “ exercício da apostila e o mapa mental)
2. Pesquisa em Campo	Proporcionar uma vivência prática sobre a poluição local e incentivar a coleta seletiva, com foco em sensibilizar os alunos sobre a importância de separar materiais recicláveis e identificar resíduos predominantes.	180 min (responder ao Plano de investigação)
3. Aula da Curiosidade	Estimular a investigação científica e a curiosidade dos alunos, incentivando-os a pesquisar alternativas ao plástico convencional e soluções ambientais sobre o tema proposto.	60 min (Tarefa para casa: “Pesquisar soluções”)
4. Construção da Horta Flutuante	Promover a reutilização criativa das garrafas PET coletadas, engajando os alunos na construção de uma horta flutuante, ao mesmo tempo em que aprendem sobre sustentabilidade e aproveitamento de recursos disponíveis.	120 min
Atividade interativas e contextualizada	Objetivo	Tempo de duração
5. Aula Experimental	Explorar alternativas ecológicas ao plástico convencional, incentivando os alunos a produzir bioplásticos com recursos acessíveis, utilizando ingredientes como tubérculos, e aplicando conhecimentos químicos em um ambiente de experimentação colaborativa.	120 min
6. Desenvolvimento do material didático e contextualizado	Consolidar os conhecimentos adquiridos nos experimentos por meio da criação de materiais didáticos, como guias e apresentações, que expliquem de maneira detalhada os princípios químicos e as aplicações práticas dos bioplásticos.	120 min

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos a partir das análises, os alunos foram capazes de produzir um material bioplástico a partir das cascas de tubérculos, demonstrando compreensão dos princípios

químicos envolvidos na polimerização do amido. Isso foi constatado a partir dos relatos dos estudantes conforme a seguir:

A3: É útil para o meio educacional, porque ao aprendemos como é simples fazer o bioplástico, nós nos interessamos pelo assunto podendo até mesmo acrescentar melhoras nele.

A6: O bioplástico é muito firme e márcio, e entendemos que é por causa do amido.

A10: Ele (bioplástico) é importante e útil para o ambiente escola, porque é fácil de aprender e ser produzido.

Outro ponto relevante presente nos relatos acima foi que o bioplástico obtido pode apresentar diferentes características físicas e químicas como transparência, flexibilidade, resistência mecânica e biodegradabilidade, dependendo das condições de produção e dos materiais utilizados. A partir dos relatos, foi-lhes solicitado que descrevessem o bioplástico obtidos, ao que assim concluíram:

A26: A produção do bioplástico, podemos notar é flexível e transparente. Professora explicou que foi por causa da polimerização do amido presente nas cascas.

A14: O bioplástico produzido pode ser moldado em diferentes formas e utilizado para demonstrações na nossa sala de aula.

Os alunos puderam avaliar a eficiência do processo de produção em termos de rendimento, pureza do bioplástico e viabilidade econômica, comparando os resultados obtidos com os padrões de qualidade estabelecidos. Dessa forma, os alunos podem comparar as propriedades do bioplástico produzido com as dos plásticos convencionais, destacando suas vantagens e limitações em termos de desempenho, custo, segurança e impacto ambiental (Xavier, 2008; Vitor, 2020).

Com a realização da atividade experimental foi possível estimular a reflexão crítica dos alunos sobre questões relacionadas à sustentabilidade, consumo consciente, ciclo de vida dos materiais e responsabilidade ambiental. Assim sendo, eles adquiriram conhecimentos teóricos e práticos sobre química, biologia e meio ambiente, bem como desenvolveram habilidades de trabalho em equipe, capacidade de resolução de problemas e de realizar comunicação científica.

Os resultados da atividade experimental podem contribuir significativamente para o aprendizado dos alunos, fornecendo-lhes uma experiência prática e contextualizada sobre a produção de bioplásticos e suas contribuições técnicas para a preservação ambiental.

Juntamente com a implementação deste projeto, os alunos realizaram uma série de atividades multidisciplinares que combinaram teoria, prática e pesquisa. Cada etapa foi

cuidadosamente planejada para avançar na compreensão dos conceitos de sustentabilidade, reciclagem e educação ambiental. Portanto, apresentamos os resultados obtidos em cada etapa, mostrando as contribuições pedagógicas dessas atividades na aprendizagem e na compreensão dos alunos, bem como as soluções práticas desenvolvidas durante o processo (Quadro 3).

Quadro 3 – Resultados das atividades realizada no projeto.

Atividade interativas e contextualizada	Resultados	Evidências
Ancoragem do Projeto	Os alunos aprenderam sobre poluição, escolhendo os itens certos para reciclar e reutilizando materiais, com foco na região amazônica. A cartilha com jogos e imagens ajudou os alunos a lembrarem o que aprenderam, facilitando a verificação se entenderam as lições. Baseado no EM13CNT402 da BNCC habilidade.	
Atividade interativas e contextualizada	Resultados	Evidências
Pesquisa de Campo	Os alunos ganharam experiência prática no reconhecimento de diferentes tipos de poluição em sua cidade e aprenderam porque é importante escolher as lixeiras certas. A descoberta de que a maior parte dos resíduos são garrafas PET levou a uma nova parte do projeto focada na reciclagem e reutilização desse material. Portanto, neste projeto, os alunos desejam compreender melhor o problema, analisando-o em sua própria área e encontrando maneiras de resolvê-lo.	

Aula da Curiosidade	Os alunos foram convidados a pensar de forma inteligente e a encontrar novas formas de ajudar o ambiente, como a utilização de produtos plásticos ecológicos. O trabalho em grupo despertou interesse pela ciência e melhor resolução de problemas, levando a ideias reais para utilização na sala de aula.	
Construção da Horta Flutuante	Esta atividade está relacionada com a competência EM13CNT303 e ODS ODS 13 - Ação sobre as alterações climáticas globais, reduzindo as emissões de gases com efeito de estufa. Os alunos desenvolveram habilidades práticas e de <i>design</i> construindo uma horta flutuante com garrafas PET e madeira reciclada. O projeto oferece a oportunidade de reciclar resíduos, aumentar a consciência sobre a sustentabilidade e criar soluções práticas para o cultivo de árvores num ambiente natural.	
Atividade interativas e contextualizada	Resultados	Evidências
Aula Experimental	Os alunos têm a oportunidade de aplicar conhecimentos técnicos sobre bioplásticos em experiências reais utilizando tubérculos como matéria-prima. Apesar dos recursos limitados, conseguiram criar alternativas aos plásticos tradicionais, expandindo a sua compreensão dos produtos químicos envolvidos. Esta estratégia reflete os ODS-12, 13 e 14.	

Desenvolvimento do material didático e contextualizados	A criação de materiais didáticos claros e detalhados facilitou o aprendizado dos alunos e o compartilhamento do aprendizado com outras turmas ou com a comunidade. Guias, apresentações e folhetos serviram como ferramentas que conectam o entendimento da produção e uso de bioplásticos e destacaram sua importância para o meio ambiente. Destaque para o ODS 4 – Educação de qualidade Integração do meio ambiente e desenvolvimento sustentável.	
---	--	--

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Por intermédio das atividades desenvolvidas, foi possível explorar pedagogicamente os temas dos objetivos de desenvolvimento sustentável, com destaque principalmente para os que foram inseridos na prática pedagógica desenvolvida nessa pesquisa, quais sejam, os ODS12 – consumo e produção responsáveis como; produto orgânico e sustentável; e o ODS 014 - Vida na Água, descarte inadequado de ecossistemas poluídos. Portanto, nos resultados obtidos com esse produto biológico, ficou demonstrado que ele pode ser transformado em diversos formatos para apresentações em sala de aula ou programas educacionais sobre química e sustentabilidade.

Foi possível constatar que os alunos conseguiram produzir um material bioplástico a partir das cascas de tubérculos, demonstrando compreensão dos princípios químicos envolvidos na polimerização do amido, conforme consta dos relatos a seguir:

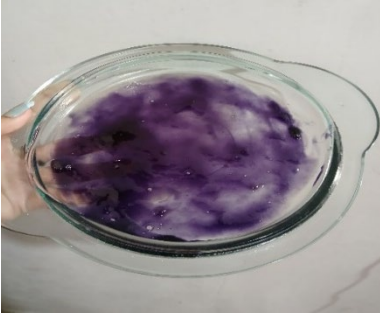
A3: É útil para o meio educacional, porque ao aprendemos como é simples fazer o bioplástico, nós nos interessamos pelo assunto podendo até mesmo acrescentar melhoras nele.

A6: O bioplástico é muito firme e macio e entendemos que é por causa do amido.

A10: Ele (bioplástico) é importante e útil para o ambiente escola, porque é fácil de aprender e ser produzido.

Os alunos foram capazes de avaliar o desempenho dos processos de produção em termos de produtividade, pureza biológica e viabilidade econômica, comparando os produtos resultantes a partir de padrões elevados. Desse modo, os alunos compararam produtos de base biológica com plásticos convencionais e demonstraram suas vantagens e desvantagens em termos de desempenho, custo, segurança e ambiente. O fato é que práticas experimentais avançam no desenvolvimento de atitudes investigativas (Quadro 4).

Quadro 4 – Descrição dos resultados conforme desenvolvimento das práticas experimentais

Bioplástico produzido	Porcentagem de amido (%)	Descrição dos resultados
	Batata de Purga: foram utilizados 150g e foi extraído 20g de amido totalizando 13,3% .	O bioplástico produzido da batata de purga apresentou uma característica versátil aos plásticos convencionais. Assim, possui uma flexibilidade permitindo sua moldagem em diferentes formas e aplicações. Possui transparência; a textura da superfície do bioplástico é lisa e seu peso é semelhante ao plástico convencional.
	Mandioca: foram utilizados 150g e foi extraído 35g de amido totalizando 23,3% .	O bioplástico produzido da casca da mandioca apresentou-se com uma característica semelhante ao do tubérculo da batata de purga, porém sua textura é mais transparente sendo adicionado corante revela aparência lisa.
	Araruta: foram utilizados 150g e foi extraído 27g de amido totalizando 18%.	O bioplástico produzido da araruta apresentou-se com uma característica semelhante à dos outros. Mas sua textura variou para áspera e grossa. Podendo ser utilizado para produzir utensílios.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As atividades práticas incentivaram os alunos a pensar criticamente sobre questões como sustentabilidade, uso inteligente de materiais recicláveis, ciclos de vida dos produtos e responsabilidade ambiental. Desta forma, adquiriram conhecimentos técnicos e práticos sobre química e biologia, desenvolvendo capacidades para trabalho em equipe e planejamento estratégico para solução de questões ambientais.

Os resultados das atividades experimentais podem contribuir para a aprendizagem dos alunos, proporcionando-lhes informações científicas sobre a produção de bioplásticos e seu impacto no meio ambiente e na sociedade. Os participantes concluíram que o plástico biodegradável é uma opção sustentável, fácil de produzir que ajuda a reduzir o desperdício de plástico e a proteger o ambiente.

Com o lançamento deste projeto outros contextos escolares, podemos revisitar os métodos de ensino com o objetivo de apostar no diálogo, na diversidade social e na flexibilidade do programa para abordar os problemas que as pessoas enfrentam hoje. É importante discutir os efeitos do uso excessivo do plástico para que as pessoas entendam o seu impacto negativo no meio ambiente e no mundo em geral.

4.1 DESLUMBRANDO OS PONTOS CHAVE DA TEORIA E PRÁTICA

A produção de bioplásticos é um tema interdisciplinar que se relaciona fortemente com os conceitos ensinados nas aulas de química e biologia. (Franchetti; Marconato, 2006; Santos; Correa; Silveira; Terra, 2014). Esta correlação não só enriquece o aprendizado teórico, mas também proporciona uma aplicação prática e relevante do conhecimento adquirido em sala de aula.

Nas aulas de química, os alunos aprendem sobre a formação de polímeros que são longas cadeias de moléculas. A produção de bioplásticos envolve processos de polimerização de monômeros naturais. Assim, a formação e quebra de ligações covalentes são conceitos essenciais para entender como os monômeros se ligam para formar bioplásticos e como esses polímeros se decompõem (Vitor, 2020; Franchetti; Marconato, 2006).

Os compostos como amidos, proteínas e lipídios são matérias primas para bioplásticos e entender a estrutura e as propriedades desses compostos é fundamental para a produção de bioplásticos. Reações de esterificação e polimerização que são utilizadas na produção de bioplásticos a partir de fontes naturais são igualmente relevantes.

A produção de bioplásticos promove o uso de recursos renováveis e processos de baixo impacto ambiental, conceitos centrais na química verde. Em relação à disciplina de biologia, os alunos aprendem sobre a estrutura e função dos carboidratos e proteínas, que são as bases para muitos bioplásticos. Por exemplo, o amido é um polímero de glicose e a caseína é uma proteína do leite. Dessa forma, o entendimento de como as enzimas catalisam reações químicas, incluindo aquelas que podem ser usadas na síntese de bioplásticos (Vitor, 2020) ajuda no domínio do assunto.

A produção e a decomposição de bioplásticos é parte dos ciclos naturais de carbono e outros nutrientes. O estudo dos impactos negativos provocados pelos plásticos tradicionais no ambiente e

como os bioplásticos podem mitigar esses efeitos negativos, contribuindo para a sustentabilidade, deve ser conscientemente compreendido nos contextos escolares.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a implementação desta pesquisa, conseguimos desenvolver uma nova perspectiva sobre as práticas pedagógicas que buscam promover a contextualização, a interdisciplinaridade e a transversalidade. Ao abordar o tema por meio da Aprendizagem Baseada em Problema foi possível introduzir a concepção de situações-problema que a sociedade enfrenta atualmente como o impacto do plástico. Dessa forma, oferecemos uma abordagem de ensino relevante e envolvente, capacitando os alunos a conectar o conhecimento científico à realidade cotidiana.

As discussões e debates sobre as consequências do uso excessivo do plástico convencional são cruciais para que os estudantes desenvolvam uma consciência crítica sobre os impactos negativos no meio ambiente e na sociedade. Esta compreensão aprofundada é fundamental para formar cidadãos responsáveis e engajados, aptos a tomar decisões e a agir proativamente em prol da sustentabilidade.

Nesse contexto, a sequência didática envolvendo a produção de bioplásticos mostrou-se uma oportunidade produtiva para integrar conceitos de química e biologia, proporcionando aos alunos uma compreensão interdisciplinar da ciência. Este tema não apenas reforça o conhecimento teórico de forma aplicada, mas também enfatiza a importância da sustentabilidade, da inovação tecnológica e do pensamento crítico na busca por soluções para os complexos desafios ambientais. Por meio dessa prática pedagógica, os estudantes não apenas assimilaram conteúdos e desenvolveram habilidades de resolução de problemas como, trabalho em equipe e criatividade.

Abordagens como estas são essenciais para capacitar as futuras gerações a construir um mundo sustentável e a se tornarem agentes de transformação social. Este estudo reforça a necessidade de currículos que integrem teoria e prática, preparando os alunos não apenas para o domínio de conceitos, mas também para os desafios e oportunidades do futuro.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas FAPEAM, pela concessão da bolsa de Iniciação Científica associada ao Programa Ciência na Escola-PCE deste artigo. As opiniões e conclusões apresentadas são de responsabilidade dos autores.

REFERÊNCIAS

- CASARIN, S. A.; AGNELLI, J. A. M.; MALMONGE, S. M.; ROSÁRIO, F. Blendas PHB/Copoliésteres Biodegradáveis – Biodegradação em Solo. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 23, p. 115-122, 2013.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Aprendizagem baseada em problemas (ABP) na educação científica como estratégia para formação do cidadão socioambientalmente responsável. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [Online], v. 14, n. 2, p. 77-87, 2014.
- SANTOS S. S.; CORREA, G. B.; CORREA, I. B.; DA SILVEIRA AZEVEDO, A. C.; SILVA T. W. Perspectiva da introdução do estudo de polímeros no Ensino Médio por meio da síntese de um bioplástico. In: CONGRESSO FLUMINENSE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, VI, 2014. **Anais...Conflict**, 2014.
- FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros biodegradáveis: uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 811-816, ago. 2006.
- GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.
- GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Experimentação no ensino de química na educação básica: uma revisão de literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, Recife, v. 6, n. 1, p. 136-152, 2020.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.
- MAGALHÃES, D. F. R. Interdisciplinaridade e aprendizagem baseada em problemas (ABP): uma breve revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Development**, Paraná, v. 7, n. 1, p. 2877-2886, 2021.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

NEVES, J. L. Pesquisa Qualitativa – características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, 1996.

SCALCON, A.; MEURER, A.; KLAUCK, J. A. P.; DE VIGNALLI FLORENCE, G. M.; KLEIN, G.; HAHN, C. F. P.; RICARDO, L. L. **Produção de bioplásticos a partir do reaproveitamento de resíduos no Clube de Ciências do Biopark mediante o ensino multidisciplinar de química e empreendedorismo**. Educação e Pesquisa em Química, v. 2. Editora Científica Digital, 2022.

VITOR, A. C. G. Abordagens teóricas e práticas de bioplásticos no ensino de biologia e química, no município de Garanhuns-PE. 2020. In: CONGRESSO ONLINE NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, FÍSICA, BIOLOGIA E MATEMÁTICA, II, 2020. **Anais...Online**, 2020.

XAVIER, M. C. S. **A contribuição das artes plásticas na aprendizagem de conceitos científicos**. 2008. 204 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

ZANONI, N. **A prática do Greenwashing por marcas de moda e o seu impacto na percepção dos consumidores**. Tese (Doutorado). 2023.