

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Aline Lima dos Anjos

**STEM EDUCATION NO ENSINO DE CIÊNCIAS UTILIZANDO A TEMÁTICA
SOBRE POLÍMEROS E BIOPOLÍMEROS**

Orientador: Profa. Dra. Michelle Camara Pizzato

Porto Alegre, 2023.

Aline Lima dos Anjos

**STEM EDUCATION NO ENSINO DE CIÊNCIAS UTILIZANDO A TEMÁTICA
SOBRE POLÍMEROS E BIOPOLÍMEROS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para obtenção do título de mestre em Educação e Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Michelle Camara Pizzato

Porto Alegre, 2023.

Aline Lima dos Anjos

**STEM EDUCATION NO ENSINO DE CIÊNCIAS UTILIZANDO A TEMÁTICA
SOBRE POLÍMEROS E BIOPOLÍMEROS**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para obtenção do título de mestre em Educação e Ciências.

Orientador: Profa. Dra. Michelle Camara Pizzato

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Michelle Camara Pizzato
UFRGS – Porto Alegre/RS

Prof. Dr. José Claudio Del Pino

UFRGS – Porto Alegre/RS

Profa. Dra. Camila Greff Passos
UFRGS – Porto Alegre/RS

Profa. Dra. Mara Elisângela Jappe Goi
UNIPAMPA – Caçapava do Sul/RS

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que me iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

Ao meu pai (*in memoriam*), que certamente estaria orgulhoso nesse momento. Ao meu marido Rafael e minha filha Maria Clara, pela ajuda, força e compreensão, nos momentos mais difíceis, foram minha fortaleza.

A minha orientadora Michelle Camara Pizzato, minha eterna gratidão, pela paciência, força e dedicação, durante esse período. Obrigada por tudo!

As minhas colegas e amigas da Pós- graduação, Susete e Lúcia, sou eternamente grata pela força, incentivo e orientações nessa trajetória.

Meu muito obrigada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências por toda a assistência e o suporte neste período de estudos.

A todos aqueles que de alguma forma colaboraram na elaboração deste trabalho, meu agradecimento.

RESUMO

Esta pesquisa buscou analisar como a educação baseada em *STEM* (*Science-Technology-Engineering-Mathematics*) pode contribuir para a aprendizagem no Ensino de Ciências de estudantes da Educação Básica, analisando seus limites e possibilidades de aprendizagem, a partir da temática sobre polímeros e biopolímeros. Para isso, foi ofertado um curso de extensão à distância para alunos matriculados nos cursos de Ensino Médio Integrado do Instituto Federal do Rio Grande do Sul. A proposta didática do curso englobou conhecimentos sobre polímeros e biopolímeros, análise de artigos, estudo de caso e criação de um projeto pelos mesmos. Foram utilizados como dados as respostas a questionários de conhecimentos prévios e as demais produções textuais elaboradas durante o decorrer do curso, além das gravações das aulas. A análise dos dados foi baseada na análise textual discursiva. Para avaliação dos resultados obtidos, foram criadas categorias de análise: ciências (química e biologia) tecnologia, engenharia, matemática, conhecimentos ambientais e conhecimentos sociocientíficos. As categorias foram avaliadas no decorrer das atividades propostas para os estudantes, onde podemos concluir que a proposta didática baseada no ensino STEM promove resultados satisfatórios para o ensino de ciências, no sentido de desenvolver conhecimentos científicos, tecnológicos, matemáticos, sociocientíficos e ambientais em maior ou menor grau dependendo do tipo de atividade realizada.

Palavras chaves: STEM, biopolímeros, polímeros, educação em ciências.

ABSTRACT

This research sought to analyze how education based on STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics) can contribute to learning in science teaching for Basic Education students, analyzing its limits on learning possibilities, based on the topic of polymers and biopolymers. To this end, a distance extension course was offered to students enrolled in Integrated High School courses at the Federal Institute of Rio Grande do Sul. The course's didactic proposal encompassed knowledge about polymers and biopolymers, article analysis, case study and creation of a project by them. The answers to prior knowledge questionnaires and other textual productions prepared during the course, in addition to class recordings, were used as data. Data analysis was based on discursive textual analysis. To evaluate the results obtained, analysis categories were created: sciences (chemistry and biology), technology, engineering, mathematics, environmental knowledge and socio-scientific knowledge. The categories were evaluated during the activities proposed for students, where we can conclude that the didactic proposal based on STEM teaching promotes satisfactory results for science teaching, in the sense of developing scientific, technological, mathematical, socio-scientific and environmental knowledge to a greater or greater extent. lesser degree depending on the type of activity carried out.

Keywords: STEM, biopolymers, polymers, science education.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Estudo de caso.....	25
Figura 2 - Orientações para elaboração do projeto.....	26
Figura 3 - Nuvem de palavras “O que é um polímero?”.....	45
Figura 4 - Nuvem de palavras “O que é um biopolímero?”.....	46
Figura 5 - Padlet Aluna A.....	59
Figura 6: Padlet Aluna B.....	60
Figura 7- Esboço do projeto elaborado pelas estudantes.....	63
Figura 8 – Projeto finalizado parte 1.....	65
Figura 9 – Projeto finalizado parte 2.....	66
Figura 10 – Projeto finalizado parte 3.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma do curso de extensão.....	21
Quadro 2 - Atividades realizadas no curso de extensão.....	22
Quadro 3 - Respostas questionário escala Likert Aluna A.....	71
Quadro 4 - Respostas questionário escala Likert Aluna A.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Identificação dos trabalhos, definição do termo e forma de aplicação de STEM.....	33
Tabela 2 - Público alvo, conteúdos abordados, estratégias e recursos didáticos.....	38
Tabela 3 - Tabela Aluna A (local da casa: escritório).....	56
Tabela 4 - Tabela Aluna B (local da casa: banheiro).....	57
Tabela 5 - Evolução da aprendizagem segundo as categorias de análise.....	76

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO	14
3. OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo geral.....	14
3.2 Objetivos específicos.....	14
4. REFERENCIAL TEÓRICO	15
5. METODOLOGIA	19
5.1 Descrição da proposta didática.....	22
5.2 Análise de dados.....	27
6. STEM EDUCATION: DEFINIÇÕES DO TERMO E SUA ABORDAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA	28
7. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	45
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
REFERÊNCIAS	79
APÊNDICES	85
APÊNDICE A - Termo de assentimento livre e esclarecido.....	85
APÊNDICE B -Termo de consentimento livre e esclarecido.....	88
ANEXO A – Artigo 1.....	92
ANEXO B – Artigo 2	93

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, que é representada por constantes mudanças, ampla conectividade e alta velocidade em compartilhar informações, sobre a escola básica há vários debates sobre a sua contribuição na formação dos estudantes (LOPES *et al.*, 2017, p.305), principalmente na área de Ensino de Ciências. Geralmente, os professores abordam os conteúdos de uma forma tradicional, no qual o conhecimento é apenas depositado para os estudantes, sem que eles desenvolvam um pensamento crítico a respeito do que estão estudando. Devido a isso, os componentes relacionadas ao Ensino de Ciências, como por exemplo a Química, se tornam cansativas e desinteressantes para os alunos. Outro fator que pode desencadear o desinteresse é que elas não são abordadas de forma que se aproximem com a realidade do cotidiano dos estudantes.

Com vistas a superar essa problemática, pesquisadores e professores de ciências têm buscado propor, aplicar e analisar estratégias didáticas motivadoras e contextualizadas ao longo dos últimos 40 anos. Algumas dessas estratégias se diferenciam também da abordagem tradicional de ensino por buscarem a integração de conteúdos e a percepção da tecnologia como constituinte do conhecimento científico. Esse é o caso do *STEM Education*.

STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) usualmente representa conteúdos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, mas às vezes inclui outros conteúdos. A base do ensino de STEM envolve a integração desses conteúdos, quebrando os “silos” de ensino de disciplinas totalmente independentes que os estudantes têm que enfrentar, e fazendo conexões com o contexto do mundo real (MOREIRA, 2018, p.225).

STEM proporciona estratégias cognitivas nas quais os alunos podem pensar criticamente, tomar decisões e resolver problemas complexos. Aplicam-se às mais diversas áreas que não envolvem apenas cursos relativos à tecnologia, buscando estimular seu público-alvo a interagir e perceber a tecnologia que o rodeia. Santos (2017) ressalta que STEM tem por objetivo unificar as quatro áreas que compõe a sigla, juntamente com a interdisciplinaridade como um todo e a sua prática, permitindo a personalização do ensino, favorecendo a junção de grupos semelhantes.

Com os avanços científicos, uma parte significativa dos atuais e futuros trabalhos terão alguma relação com a tecnologia; desse modo, uma das alternativas é a aprendizagem relacionando a educação STEM (*STEM education*), na qual a proposta de ensino é trabalhada de forma multidisciplinar. Segundo Ross apud Silva (2017), os investimentos em projetos focados no ensino científico e na educação STEM, despertam mais os interesses dos alunos. Os assuntos abordados estão relacionados com o cotidiano e estimulam o estudante a saber o porquê dos eventos e a propor soluções para resolução de certos conflitos, tendo a oportunidade de aprender de uma forma mais significativa. De acordo com Honey, Pearson e Schweingrube (2014), abordagens mais integradas para a educação K-12 (ensino médio), argumentam que ensinar STEM de maneira mais conectada, especialmente no contexto de questões do mundo real, pode tornar os assuntos STEM mais relevantes para estudantes e professores. Isso, por sua vez, pode aumentar a motivação para aprender e melhorar o interesse, o desempenho e a persistência dos alunos.

A educação STEM pode ser aplicada em diversas temáticas. Uma temática hoje em dia bastante relevante é a dos biopolímeros. Cada vez mais se intensifica a busca por produtos naturais com propriedades poliméricas que possam contribuir para a sustentabilidade. Há uma tendência mundial por produtos que não causem impacto negativo ao meio ambiente (FARIAS *et al.*, 2016). Além disso, por envolver questões ambientais, científicas e sociais, nas quais podem ser trabalhados assuntos e conteúdos diversos com um nível de formulação próprio para o Ensino Médio, essa temática foi a escolhida, em associação à educação STEM, para esta pesquisa.

Esta dissertação foi dividida em quatro partes. Na primeira parte é apresentado o referencial teórico a respeito da educação STEM e seus conceitos e aplicações. A segunda refere-se à metodologia usada na pesquisa para escrita e análise de dados. Na terceira parte, é apresentado o artigo desenvolvido para o estado da arte, com o título "*STEM Education: definições do termo e sua abordagem no ensino de química*", que foi publicado na Revista ENCITEC. A quarta e última parte se refere à análise de dados e considerações finais dessa dissertação.

2. PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

Como a educação STEM pode contribuir para a aprendizagem de ciências de estudantes de Educação Básica a partir da temática dos polímeros e biopolímeros?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar os limites e possibilidades da educação STEM para a aprendizagem de ciências na Educação Básica a partir da temática sobre polímeros e biopolímeros.

3.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar as principais relações sobre a educação STEM no Ensino de Ciências e sua importância para uma aprendizagem sociocientífica; e analisar as possíveis vantagens e/ou desvantagens;
- Elaborar e aplicar uma proposta didática fundamentada nos princípios do STEM, para a qual serão propostas atividades a serem realizadas em um curso de extensão para estudantes do Ensino Médio;
- Analisar os conhecimentos prévios e posteriores dos estudantes que vivenciaram a aplicação da proposta, com relação a: conhecimentos específicos de química, conhecimentos ambientais e tecnológicos;
- Correlacionar o impacto da aplicação da educação STEM na aprendizagem dos estudantes, buscando verificar seus limites e suas potencialidades.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Os avanços tecnológicos modificaram toda a sociedade. No entanto, esses progressos ainda não são tão perceptíveis na maioria das instituições de ensino, e são todos que dispõem de materiais e profissionais para trabalhar com essas modificações, que conseqüentemente atingem tanto a escola como o perfil do aluno do século XXI (SILVA, 2017).

A educação STEM tem origem nos Estados Unidos. Integra Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. O termo STEM surgiu na década de 90, proposto pela National Sciences Foundation (NSF), e a sigla é atribuída à Dra. Judith Ramaley, ex-diretora da divisão de educação e recursos humanos da NSF. Antes dela fazer parte da divisão em 2001, o termo era conhecido como SMET, e, posteriormente foi mudado para STEM (SANCHEZ; MARTINEZ, 2021). Segundo Tomáz (2021), a educação STEM começou nos Estados Unidos como movimento pedagógico, no sentido de políticas educativas com o objetivo de captar os jovens para o estudo destas áreas científicas de forma a dar resposta às necessidades do país, mas rapidamente passou para outros países. Conforme Bybee (2013) e Johnson (2013), atualmente, a educação STEM é uma abordagem interdisciplinar que desperta curiosidade e interesse dos alunos, pois promove o aprendizado de conceitos específicos em atividades práticas em que os alunos aplicam Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática em diferentes contextos e estabelecendo conexões entre escola, comunidade e mundo do trabalho e dos negócios, permitindo assim o desenvolvimento de habilidades de alfabetização e de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática para competir na nova economia.

De acordo com Chen, Zhu e Liu (2019), o propósito original da educação STEM é promover a integração de múltiplos componentes curriculares, fortalecer a estreita relação entre as mesmas, quebrar o relativamente estado independente de cada uma delas, e incentivar os alunos a usar o conhecimento de múltiplas disciplinas para explorar e resolver problemas, cultivar sua capacidade de raciocínio e desenvolver atitude científica.

À medida que o mundo se torna cada vez mais tecnológico, esses novos trabalhos terão ligação direta com as novas tecnologias. Para atender essa demanda

futura e garantir a inovação e crescimento econômico, é preciso estimular os jovens a estudarem componentes curriculares ligadas à tecnologia de maneira interligada (HECK, 2017). Em vista disso, é fundamental que a nova geração de alunos aprenda os conteúdos STEM de maneira integrada. Esse movimento educacional busca oferecer aos estudantes uma visão dos fenômenos que compõem estas áreas em relação ao cotidiano (SILVA, 2017). Nesse sentido, o objetivo de STEM é permitir que os estudantes desenvolvam o conhecimento científico, entendam e consigam propor decisões sobre questões locais, nacionais e globais (THOMAS, 2015 apud SILVA, 2017). Além disso, a educação STEM apresenta uma forma inovadora no Ensino de Ciências, rompendo a forma de ensino tradicional característico, no qual o aluno pouco se relaciona com o objeto de estudo e não vê conexões com o mundo empírico.

Bybee (2013) destaca claramente que o objetivo geral da educação STEM é desenvolver ainda mais uma sociedade alfabetizada em STEM. Sua definição de “alfabetização STEM” refere-se a um indivíduo com:

- Conhecimento, atitudes e habilidades para identificar questões e problemas em situações da vida, explicar o mundo natural e projetado e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões relacionadas a STEM.
- Compreensão das características das disciplinas STEM como formas de conhecimento humano, investigação e design;
- Consciência de como as disciplinas STEM moldam nossos ambientes materiais, intelectuais e culturais; e
- Vontade de se envolver em questões relacionadas a STEM e com as ideias de ciência, tecnologia, engenharia e matemática como um cidadão construtivo, preocupado e reflexivo. (BYBEE, 2013, p.107)

De acordo com a educação STEM, as disciplinas podem ser ensinadas de forma lúdica, integrada e prática (OSBORNE; SIMON e COLLINS, 2003 apud SANTOS, 2017). Ao contrário de priorizar a memorização de conceitos e fórmulas, os estudantes se envolvem na solução de problemas reais por meio de projetos, desenvolvendo um espírito investigador, aprendendo a planejar, a exercitar a tentativa e erro, a ver como as coisas funcionam e decidir qual direção tomar para resolver problemas próximos ao contexto real (SANTOS, 2017)

KENNEDY e ODELL destacam que:

A educação STEM não é simplesmente um novo nome para a abordagem tradicional de ensino de ciências e matemática. Nem é apenas o enxerto de camadas de "tecnologia" e "engenharia" nos currículos padrão de ciências e matemática. Em vez disso, STEM é uma abordagem de ensino maior que suas partes constituintes; [...] (KENNEDY E ODELL, 2014, p.253).

Conforme Holanda e Bacich (2020), quando falamos de STEM na educação, não existe uma metodologia única e específica para proporcionar a integração das áreas presentes no acrônimo, por isso é comum o equívoco de chamar STEM de metodologia.

A inovação envolve a integração de diversas habilidades STEM e transcende os componentes. É um processo altamente interativo e multidisciplinar que raramente ocorre isoladamente e está fortemente conectado à vida. A educação STEM em ambientes de ensino fundamental e médio promove conhecimentos e habilidades interdisciplinares relevantes para a vida e prepara os estudantes para uma economia baseada no conhecimento. O objetivo principal da educação STEM é elevar a geração atual com mentalidades inovadoras (CORLU; CAPRARO; CAPRARO, 2014).

STEM também tende a aprimorar a desenvoltura dos discentes quando trabalham em grupo; experimentar a construção coletiva do conhecimento; exercitar o empreendedorismo na ludicidade e melhorar a relação entre professores, pais e estudantes (BELL, *et al.*, 2017). No intuito de trabalhar esses componentes de maneira integrada, os alunos são desafiados a criar, planejar e desenvolver projetos que estão relacionados com o cotidiano e que eventualmente possam impactar a comunidade. Essa experimentação é crucial, pois os alunos conseguem relacionar os fenômenos estudados e, por consequência os motiva pelas áreas científicas e tecnológicas (HECK, 2017).

Rennie (2015) apud Menezes (2018) defende que a educação STEM promove uma mistura de conhecimentos disciplinares e integrados, estabelecidos em problemas locais, atenciosamente escolhidos, que podem ser aplicados em problemas mais globais. Deste modo, a integração deve ser feita de acordo com o contexto educacional, variando de escola para escola e de lugar para lugar. Esta abordagem ao currículo envolve uma conexão com a comunidade escolar que possibilita aos estudantes desenvolverem uma alfabetização científica mundial.

A Química é uma ciência relativamente nova e, enquanto conjunto de saberes organizados e sistematizados, seus conhecimentos só foram introduzidos como disciplina escolar no final do século XIX (LEITE e LIMA, 2015, p.381). Portanto, o conhecimento químico tem desenvolvido um importante papel na sociedade, aprimorando novas tecnologias que contribuem para a melhoria de nossas vidas. Em virtude da complexidade de certos conceitos e princípios que embasam a Química, é normal quando os estudantes tem um primeiro contato com a disciplina, adquiram determinados pré-conceitos, dificultando a compreensão dos princípios da nova ciência que lhes está sendo apresentada (MACHADO; JÚNIOR, 2019).

Desta forma, STEM se mostra como uma educação interdisciplinar para o Ensino de Química, propondo-se a reduzir os limites das relações interdisciplinares a serem estabelecidas a áreas pré-definidas do conhecimento (MACHADO; JÚNIOR, 2019). Em uma nova abordagem para o Ensino de Ciências, especificamente para o Ensino de Química, espera-se desenvolver a criatividade e a inovação na análise de situações e na resolução de problemas. Nesse caso, estando relacionada às necessidades humanas, são exigidas a ruptura de modelos estabelecidos e formas criativas e inovadoras de pensar (BOY,2013).

5. METODOLOGIA

Esta pesquisa está baseada em uma metodologia qualitativa, exploratória e descritiva (GEHARDT; SILVEIRA, 2009) e foi organizada em dois momentos distintos, de maneira a objetivar inicialmente um aprofundamento teórico, bibliográfico e discursivo, tendo como intuito posterior, adentrar no contexto da educação STEM, envolvendo as potencialidades reflexivas construídas pela pesquisa neste campo de investigação.

De maneira geral, o primeiro momento consistiu no desenvolvimento do estado da arte envolvendo a educação STEM aplicada no Ensino de Ciências (mais especificamente o Ensino de Química) e como ela pode influenciar na aprendizagem dos estudantes, onde foi elaborado o artigo intitulado “*STEM EDUCATION*: definições do termo e sua abordagem no Ensino de Química”. Este primeiro momento foi de natureza teórica e abordagem qualitativa com cunho bibliográfico/documental (devido às fontes primárias) e discursivo quanto ao processo de escrita envolvendo as análises sobre a educação STEM e o ensino de ciências. A busca do referencial teórico foi feita no Portal de Periódicos da Cape, Educational Resources Information Center (ERIC) e também no periódico *Journal of Chemical Education*. O mesmo está descrito nessa dissertação em formato de artigo.

Para o segundo momento da pesquisa, foi adotada a metodologia de estudo de caso, pois a amostra em análise era muito pequena (somente dois estudantes). Cabe ressaltar que a produção de dados deste segundo momento ocorreu durante a pandemia de COVID-19, quando a quase totalidade da Educação Básica brasileira estava sendo ofertada por meio de Ensino Remoto, ao mesmo tempo em que houve uma ampla oferta de atividades educacionais virtuais. Segundo Yin (2001):

O estudo de caso é uma investigação empírica, que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real [...]. A investigação do estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muitos mais variáveis de interesse do que ponto de dados [...] baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo [...] (YIN, 2001,p.32-33).

Para tanto, foi realizado um curso de extensão na modalidade à distância, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS),

para alunos matriculados nos cursos de Ensino Médio integrado da instituição. Para realização do curso, foi feito contato prévio com as coordenações dos cursos nesta modalidade da Instituição, através de e-mail, e posteriormente realizada a divulgação do Curso.

Os estudantes interessados em participar do curso deveriam preencher um formulário de interesse contendo os e-mails de contato pessoal e de um dos pais ou responsáveis legais. A partir desses contatos, enviamos uma descrição breve do curso e do projeto de pesquisa, bem como os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido para os pais/responsáveis (TCLE) e de Assentimento Livre e Esclarecido aos alunos interessados (TALE) (supostamente menores de 18 anos), na forma de formulário Google Forms. Salientou-se que só teriam seus dados utilizados para a pesquisa (produções textuais, falas em sala de aula, entre outros) os alunos que retornarem o formulário de TALE aceitando participar da pesquisa, e cujos pais/responsáveis retornassem o formulário de TCLE autorizando a participação do filho/tutelado.

As aulas foram ministradas através do ensino remoto, utilizando, como recurso para encontros síncronos o Google Meet. A proposta didática do curso englobou conhecimentos sobre polímeros e biopolímeros, análise de artigos e criação de um projeto pelos mesmos. Apesar da divulgação em todos campi do IFRS, tivemos somente seis estudantes inscritos, mas que compareceram efetivamente no curso foram dois alunos. O curso foi dividido em três etapas:

- ✓ Atividades para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática do curso;
- ✓ A aplicação do curso, envolvendo a parte teórica sobre polímeros e biopolímeros e atividades relacionadas a respeito do que foi apresentado;
- ✓ A elaboração do projeto e aplicação do questionário final para verificar a evolução da aprendizagem em relação aos conteúdos abordados.

No Quadro 1 está representado o cronograma do curso de extensão. O tempo de duração de cada aula diz respeito ao tempo previsto que os participantes dedicaram para as atividades propostas (incluindo os momentos síncronos). No

Quadro 2 está representado as atividades que foram propostas no curso, com a descrição dos instrumentos avaliativos.

Quadro 1: Cronograma do curso de extensão

Aula	Temática	Duração
Aula 1	Apresentação do curso. Aplicação do questionário dos conhecimentos prévios sobre o tema polímeros, biopolímeros e sua relação com a química e STEM.	2 horas
Aula 2	Definição de polímeros e suas principais características. Compreender as propriedades, nomenclatura e classificação dos polímeros e sua relação com a química orgânica. Apresentação do estudo de caso.	2 horas
Aula 3	Resolução estudo de caso. Principais biopolímeros e sua importância industrial. Apresentação da proposta pré-projeto.	2 horas
Aula 4	Orientações para elaboração do projeto e reunião dos grupos. Apresentação Brainstorming. Preenchimento da tabela etapas do projeto	2 horas
Aula 5	Elaboração projeto (aula assíncrona)	2 horas
Aula 6	Apresentação dos projetos, aplicação do questionário final	2 horas

Quadro 2: Atividades realizadas no curso de extensão

Aula	Descrição dos instrumentos avaliativos
Aula 1	<p>1A1a – Nuvem de palavras utilizando a plataforma online Mentimeter com a pergunta: “O que são polímeros?”</p> <p>1A1b – Nuvem de palavras utilizando a plataforma online Mentimeter com a pergunta: “O que são biopolímeros?”</p> <p>1A1c – Questionário para verificação dos conhecimentos prévios utilizando o Google Forms.</p>
Aula 2	<p>2A1a - Questionário no Google Forms a respeito dos vídeos e artigo e reportagem apresentados na primeira aula.</p> <p>2a1b – Discussão a respeito da aula teórica sobre polímeros.</p>
Aula 3	<p>3A1a – Tabela de relação dos polímeros em casa</p> <p>3A1b – Apresentação do Padlet sobre três polímeros</p>
Aula 4	<p>4A1a - Apresentação do estudo de caso</p> <p>4A1b - Apresentação do pré-projeto</p>
Aula 6	<p>6A1a – Elaboração projeto final no Canva Project e apresentação</p> <p>6A1b – Questionário final</p>

5.1 Descrição da proposta didática

Na Aula 1, as duas primeiras atividades (Atividades 1A1a e 1A1b) realizadas no curso foram duas nuvens de palavras utilizando a plataforma online denominada *Mentimeter*, construída a partir de perguntas para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do assunto sobre polímeros e biopolímeros. Logo após a realização da atividade da nuvem de palavras, foi aplicado um questionário via *Google Forms* (Atividade 1A1c) para complementar as informações sobre os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao tema polímeros e biopolímeros.

Para melhorar o entendimento sobre o assunto, no final da aula, foi apresentado três vídeos relacionados aos temas debatidos, os vídeos apresentados foram:

- Braskem Descomplica | De onde vem o plástico? (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NTtyMoNftrg>), onde é explicado a origem e as transformações que ocorrem para fabricação dos polímeros.
- COMO RECICLAR PLÁSTICO EM CASA (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=H5rbcjYYTXA>), vídeo retirado do canal Manual do Mundo, onde eles apresentam uma forma simples de se reaproveitar algumas embalagens plásticas que são utilizadas em casa, e também a importância de separar os plásticos pelas suas classificações de reciclagem.
- Biotecnologia aplicada ao fruto Buriti, onde é criado um bioplástico, feito do fruto do mesmo. (<https://www.youtube.com/watch?v=lv32eUzs6YY&t=66s>).

Também foi sugerida a leitura de uma reportagem e de um artigo intitulados respectivamente:

- Artigo 1 - Engenheiro químico desenvolve enzima capaz de decompor plásticos em 24 horas (Anexo A)
- Artigo 2 - Biotec: biotecnologia aplicada ao fruto do buriti (*Mauritia flexuosa*). (Anexo B)

Após os participantes assistirem os vídeos em aula e realizarem a leitura dos artigos para Aula 2, foi proposto um questionário (Atividade 2A1a) a respeito desses temas para ser discutido posteriormente.

Na Aula 2, foi realizada uma aula expositiva sobre as principais relações da química orgânica com o tema polímeros, um breve histórico sobre a origem dos polímeros, sua classificação, nomenclatura e algumas características relevantes. Após a aula expositiva, foi aberta uma discussão (Atividade 2a1b) a respeito dos assuntos abordados. Nesta aula, foi sugerida a atividade do levantamento de materiais de origem polimérica que existia em um cômodo da casa das estudantes (Atividade 3A1a). Elas escolheriam o cômodo e essa tabela seria preenchida com o nome do polímero, a classificação de reciclagem e a estimativa de consumo diário, mensal e anual. No final desta aula, foi dada como atividade a elaboração de um mural virtual (Atividade 3A1b), para o qual foi sugerida a ferramenta Padlet¹, onde elas escolheriam três tipos de polímeros, para descrever sobre eles. Ambas as atividades seriam apresentadas na Aula 3.

Na Aula 3, foi abordado sobre a teoria sobre os biopolímeros e apresentado um estudo de caso, que seria debatido na Aula 4 (Atividade 4A1a). Além disso, foi abordada a problemática do projeto final do curso, para o qual as mesmas deveriam apresentar um esboço no próximo encontro de como o mesmo seria executado (Atividade 4A1b). Para elaboração do projeto final e apresentação na Aula 6, foi sugerido que as alunas usassem um modelo de planejamento, o Project Model Canvas (Atividade 6A1a), sugerido no trabalho de Holanda e Bacich (2020), usado em projetos STEM. Por fim foi aplicado um questionário final para avaliação do curso e da aprendizagem dos participantes (Atividade 6A1a).

Abaixo segue as atividades propostas na Aula 3, na Figura 1 está representado o Estudo de caso, e na Figura 2, as orientações para elaboração do Projeto:

¹ <https://pt-br.padlet.com/>

Figura 1- Estudio de caso



Estudo de caso

No litoral norte, neste último verão, foram encontrados animais mortos a beira mar, como tartarugas, leões marinhos, devido a um grande problema mundial: a poluição devido ao descarte indevido de plásticos. As imagens abaixo mostram um pouco desta triste realidade nos oceanos, praias e rios:



Os dados sobre a poluição são alarmantes: 2.144 espécies encontraram poluição plástica em seus ambientes naturais; 88% das espécies marinhas estudadas foram impactadas negativamente pelo plástico; estima-se que até 90% de todas as aves marinhas e 52% de todas as tartarugas marinhas ingerem plástico.

Segundo um levantamento do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP), todos os anos, cerca de 190 mil toneladas de materiais plásticos são lançadas ao mar, na costa brasileira. No Paraná, 760 toneladas de lixo foram recolhidas na beira-mar apenas no verão de 2018, segundo balanço do governo do estado. O peso é equivalente a 13 baleias francas adultas, espécie que costuma visitar o litoral paranaense. Por isso estamos pedindo o auxílio e colaboração da comunidade para resolver esta questão.

Você como cidadão na sua cidade e atuando com um projeto na escola onde estuda, qual seria as propostas sugeridas para amenizar esse problema ambiental?

Fontes:

<https://veja.abril.com.br/agenda-verde/poluicao-por-plasticos-no-oceano-pode-quadruplicar-ate-2050/>

<https://paranaportal.uol.com.br/geral/cerca-de-100-mil-animais-marinhos-morrem-por-ano-vitimas-do-lixo-jogado-na-praia>

Fonte: A autora

Figura 2 - Orientações para elaboração do projeto



Questão norteadora:

A Escola Estadual Ensino Fundamental Alvarenga Peixoto está participando de uma ação solidária para arrecadação de cestas básicas para Ilha Grande dos Marinheiros (Porto Alegre), onde existem muitas famílias carentes. A escola está com dificuldades de transportar estas cestas até a ilha, por falta de um transporte pluvial barato, e não possui um barco disponível. A diretora da escola pediu para que fosse projetado um transporte sustentável e barato que fosse capaz de transportar algumas cestas básicas até a ilha, então ela pediu ajuda ao IFRS, para que seus alunos projetassem um meio de transporte viável para esta ação.

Objetivo: Criar um meio de transporte sustentável utilizando plásticos ou bioplásticos para transportar alimentos até a Ilha Grande dos Marinheiros.

Etapas:

- ✓ Criação dos grupos para Brainstorming de ideias;
- ✓ Escolha do tipo de material (justificar o porquê);
- ✓ Como esse material será adquirido (reciclagem, parceria com empresas.....);
- ✓ Custos do projeto;
- ✓ Características físico-químicas do material (precisa ser um material que suporte a capacidade de transporte)
- ✓ Design do projeto (desenho);
- ✓ Defesa do projeto.

Observações:

Três aulas sendo a última para apresentação do projeto. Acompanhamento do projeto apresentado nas aulas 4,5 e 6.

Fonte: A autora

5.2 Análise de dados

Para a análise das aulas, foi utilizado como instrumentos de produção de dados os questionários aplicados para levantamento dos conhecimentos prévios e posteriores à realização do curso, as produções textuais dos estudantes ao longo do curso, tais como: Nuvem de Palavras, Tabela de relação dos polímeros, Padlet avaliação da criação do pré-projeto sobre a temática de polímeros e biopolímeros, entre outras. Os momentos síncronos das aulas foram gravados (em vídeo, utilizando a ferramenta chama OBS Studio) para posterior acompanhamento da evolução e análise das discussões que surgissem durante as aulas. Como o número de participantes no curso de extensão era pequeno, somente dois, optou-se por transcrever todas as respostas na íntegra das atividades realizadas, pois precisamos de uma análise mais profunda dos dados coletados. Algumas falas e discussões das estudantes também foram descritas para ajudar nesse processo. Para manter o sigilo dos nomes dos participantes da pesquisa, eles foram nomeados como Aluna A e Aluna B.

A análise dos dados foi baseada na análise textual discursiva conforme Moraes (2003). A análise textual discursiva pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução dos textos do corpus, a unitarização; estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada. Segundo Moraes (2003), se conhecemos previamente os grandes temas da análise, chamadas de categorias a priori, separamos as unidades de acordo com esses temas ou categorias.

6. STEM EDUCATION: DEFINIÇÕES DO TERMO E SUA ABORDAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA²

Resumo: Para um melhor entendimento sobre os conteúdos de química e sua relação com o cotidiano dos estudantes, devem ser propostas situações em que as aulas ministradas estejam ligadas a situações do mundo real, resolvendo qualquer problema do dia a dia. STEM Education busca quebrar a barreira entre conteúdos disciplinares, fazendo com que os conceitos apresentados na disciplina sejam colocados em prática, promovendo aos estudantes um estudo mais amplo e dinâmico. Este trabalho busca apresentar uma definição conceitual sobre o termo “STEM” e sua relação com o ensino de química. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica utilizando os termos “STEM” e “Chemical education”, no período de março- agosto de 2021, no Portal de Periódicos da Capes, no Educational Resources Information Center (ERIC) e também no periódico Journal of Chemical Education. Dos 609 (seiscentos e nove) artigos encontrados na busca, somente 20 (vinte) foram selecionados para categorização e análise. Através das análises feitas nos artigos em relação a definição do termo STEM, foi possível constatar que o mesmo pode sofrer alterações dependendo do nível de ensino onde é aplicado. O uso de STEM no ensino de química, quer seja segundo qualquer uma das concepções do termo, mostra que o professor pode trabalhar de uma forma individual desde que se relacione a tecnologia ou engenharia aos conteúdos básicos de química.

Palavras-chaves: STEM, ensino, química.

6.1 Introdução

A sociedade contemporânea é representada por constantes mudanças, ampla conectividade e alta velocidade em compartilhar informações. Contudo, não é possível afirmar que a escola básica tem conseguido acompanhar toda essa dinamicidade. Sobre a escola, há vários debates com relação a sua contribuição na formação dos estudantes (LOPES *et al.*, 2017), principalmente na área de ensino de ciências e de química.

O ensino de química ainda vem sendo abordado de uma forma tradicional pelos professores, fazendo com que os estudantes não desenvolvam um pensamento crítico a respeito do que estão estudando. Devido a isso, as disciplinas escolares relacionadas à química se tornam cansativas e desinteressantes, pois acabam sendo abordadas de uma forma que os conteúdos trabalhados não se aproximam da realidade dos estudantes. Segundo Gonçalves e Benite (2022), ensinar se tornou

² Este artigo encontra-se publicado na Revista Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC no endereço online <https://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/view/1004/591>

uma atividade cada vez mais complexa devido às novas demandas sociais, tecnológicas e a diversidade presente na sala de aula, que muitas vezes não estão alinhadas ao discurso escolar sedimentado durante décadas, cabendo aos professores a procura de novas formas de ensino que valorizem a participação do aluno promovendo formação crítica e autonomia em um ambiente favorável à aprendizagem.

Junto a isso, existe uma preocupação mundial com a redução do interesse dos alunos em escolher carreiras ligadas às ciências exatas. Os órgãos ligados à educação de diversos países observam esta tendência como um problema para o desenvolvimento científico. Para superá-lo, tais órgãos têm proposto várias iniciativas, com o intuito de aumentar o interesse pelas carreiras ligadas às áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (Science, Technology, Engineering, and Mathematics – STEM) (HOMA, 2019).

Nesse sentido, segundo Publiese (2020), os sistemas educacionais de diversos países têm se voltado para um formato de educação que enfatiza a Ciência, a Tecnologia, a Engenharia e a Matemática, o chamado *STEM Education*. Esse novo formato ganhou proporções significativas principalmente nos Estados Unidos. Kenedy e Odell (2014) destacam que melhorar o ensino e a aprendizagem na educação STEM tornou-se um fator econômico em países desenvolvidos, como os da Europa e os Estados Unidos.

Segundo Machado e Júnior (2019), a interdisciplinaridade se mostra como uma forma de construir o ensino de química de maneira mais contextualizada, aproximando a teoria da prática. Conceito e aplicação são de fato essenciais quando se pensa na relação entre a química e as demais áreas nos fenômenos cotidianos. Dessa maneira os autores propõem um recorte interdisciplinar para o ensino de química através de *STEM Education*, como forma de ampliar os limites das relações interdisciplinares a serem estabelecidas a áreas pré-definidas do conhecimento.

Para um melhor entendimento sobre os conteúdos de química e sua relação com o cotidiano dos estudantes, devem ser propostas situações em que as aulas ministradas estejam ligadas a situações do mundo real, resolvendo qualquer problema do dia a dia. Isto mostra a importância da integração entre as disciplinas, onde um único conceito ou princípio não é suficiente. Para ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), diferentes conceitos e princípios (e sua integração) normalmente estão envolvidos para resolver problemas (CHONKAEW *et al.*, 2019).

STEM busca quebrar a barreira entre conteúdos disciplinares, fazendo com que os conceitos apresentados na disciplina sejam colocados em prática e associados com outras áreas do conhecimento. O uso da STEM promove aos estudantes um estudo mais amplo e dinâmico, pois os mesmos devem utilizar a criatividade, concepções matemáticas e construir objetos usando técnicas inovadoras que facilitarão o processo de ensino e aprendizagem na disciplina de química (LINS *et al.*, 2019).

Mas afinal o que é STEM? A definição de *STEM Education* ainda não é muito clara e não existe uma universalidade. Apesar de diferentes definições terem sido propostas, ainda é um termo confuso e dúbio (BREINER *et al.*, 2012; BELL, 2016; WONG *et al.*, 2016 apud PUBLIESE¹, 2020).

Considerando o exposto até o momento, este trabalho busca apresentar um levantamento conceitual a respeito da associação dos termos “STEM” e “Educação Química”, com vistas a delinear definições, assim como identificar possíveis atributos (características) que possam servir de embasamento teórico para pesquisadores interessados pelas temáticas e sua relevância no ensino de ciências, particularmente no ensino de química.

6.2 Referencial teórico

STEM pode ser um movimento de transformação da escola, do currículo e das metodologias de ensino (HOMA, 2019). Entre os estudiosos, está cada vez mais consensuado que não há uma definição a ser pacificamente estabelecida do que significa o termo STEM. Publiese² (2020) afirma que seu significado ainda está em construção, e que o termo é usado de formas diferentes dependendo do contexto em que é aplicado, tais como: metodologia, currículo, currículo interdisciplinar, percepção da função da escola, entre outras.

STEM como metodologia estaria relacionado a tornar as aulas de ciências mais interessantes para os alunos, rompendo o modelo de ensino no qual o aluno recebe o conhecimento de forma passiva, substituindo por um modelo que se propõe a ser ativo e desafiante. Na forma de currículo, se mostra na forma de temas e conceitos que até então não faziam parte do currículo escolar, como por exemplo a inserção de ciências da computação, tecnologia e temas relacionados à engenharia e ao mercado de trabalho. Como currículo interdisciplinar, se apresenta de uma maneira integrada

como se STEM fosse um único bloco de currículo escolar, onde os alunos enxergariam a conexão com várias disciplinas. Por fim, STEM associado à percepção da função da escola é apresentado como benefício para melhorar a sociedade, ao promover habilidades aos estudantes que irão servir ao mercado de trabalho.

A educação STEM se caracteriza pelo rompimento com o ensino tradicional passivo de ciências, no qual o aluno pouco interage com o objeto de estudo e não vê conexões com o mundo real. Frequentemente, os programas educacionais STEM, tanto governamentais quanto não governamentais, defendem que *STEM Education* é uma forma libertadora de ensino, que substitui os modelos tradicionais, tornando a aprendizagem mais participativa (PUBLIESE, 2020). É uma abordagem educacional que se concentra na inovação e funciona de forma interdisciplinar entre ciência, tecnologia, engenharia, matemática, aplicável a todos os níveis de educação desde a educação pré-escolar até o doutorado (SUME e CALISICI, 2016).

6.3 Metodologia

A literatura foi coletada no período de março de 2020 até dezembro de 2021, optou-se pela busca de artigos nacionais e internacionais no Portal de Periódicos da Capes, no Educational Resources Information Center (ERIC) e também no periódico *Journal of Chemical Education*. Foram utilizados como termos de busca simultâneos “STEM” e “Chemical Education”. Como ferramentas de refinamento de busca, optou-se por periódicos revisados por pares e artigos com data de publicação entre 2010 e 2021, e foram marcados os seguintes termos para refinar a busca: chemistry, Stem education, Science Education e Education. No periódico *Journal Chemical Education*, não é possível fazer este tipo de refinamento, somente pela data de publicação.

Sobre os artigos assim selecionados (554), fez-se a busca dos termos principais na integralidade de cada texto, a fim de retirar do estudo aqueles que apenas citavam os termos, sem apresentar qualquer definição, caracterização ou algum estudo relacionado ao ensino de química e ao termo STEM. Por fim, sobre os artigos que permaneceram (20), foi realizada uma análise do conteúdo com vistas a identificar definições e atributos para os termos principais. É importante destacar que, mesmo se tratando de uma pesquisa de caráter qualitativo, vamos analisar alguns resultados quantitativos para fins de complementação da análise.

Os trabalhos foram lidos na íntegra e organizados em categorias, sendo algumas definidas a priori (ano de publicação, autores, país, definição do termo STEM, público alvo) enquanto outras surgiram a partir da análise dos dados (conteúdos e estratégias/recursos didáticos). Para melhor visualização, os resultados foram organizados em tabelas.

6.4 Resultados e Discussão

Primeiramente, cabe-nos ressaltar a quantidade de artigos encontrados que continham os termos: de um total de 554 (quinhentos e cinquenta e quatro) artigos, após a leitura dos trabalhos na sua integralidade, verificou-se que apenas 20 (vinte) continham assuntos relacionados à educação em química e ao termo STEM. Os trabalhos selecionados corresponderam à combinação das palavras-chave “STEM”, o descritor “and” e o termo “chemical education”, dos quais 8 (oito) trabalhos pertencem ao Portal de Periódicos da CAPES, 6 (seis) pertencem a base de dados do Journal Chemical Education e 6 (seis) pertencem a base de dados do ERIC. Com relação aos idiomas, todas as publicações dos artigos estavam no idioma inglês.

Posteriormente, serão apresentadas as principais categorias que foram analisadas nos artigos, de forma a proporcionar reflexões para a compreensão do termo STEM e sua aplicação no ensino de química. A discussão em relação às categorias se dá no formato de subseções, porém algumas categorias foram agrupadas para melhor fundamentar a análise.

6.4.1 Identificação dos trabalhos e definição do termo STEM

Em relação ao ano de publicação (Tabela 1), a maior ocorrência está entre 2019 e 2020 (quatro artigos em cada ano). Os demais anos foram 2010 e 2012 (um artigo em cada ano), 2013 (dois artigos), 2014 (três artigos) e 2015 e 2017 (um artigo em cada ano), 2018 e 2021 (dois artigos em cada ano). Como podemos perceber, os estudos a respeito de STEM e o ensino de química parecem estar em evolução, ocorrendo um pequeno aumento das publicações no decorrer dos anos. Contudo, o reduzido número de publicações também indica haver possibilidade de pesquisa sobre essas temáticas associadas. Com relação aos países onde os estudos foram realizados, somente os artigos 13 (treze), 16 (dezesesseis), 18 (dezoito) e 19 (dezenove)

tem origem da Tailândia, Canadá, México e Alemanha respectivamente. O restante dos artigos analisados, os estudos foram feitos nos Estados Unidos.

Tabela 1 - Identificação dos trabalhos, definição do termo e forma de aplicação de STEM

Artigo	Autor	Ano	Definição do termo STEM	Forma de aplicação STEM
1	Basu-Dutte e Slappey	2010	Currículo interdisciplinar	Atividade extracurricular
2	Gentile <i>et al.</i>	2012	Currículo interdisciplinar	Curso integrado ao currículo
3	Quarless e Nieto	2013	Currículo interdisciplinar	Curso integrado ao currículo
4	Hernandez <i>et al.</i>	2013	Currículo	Atividade extracurricular
5	Murray <i>et al.</i>	2014	Currículo interdisciplinar/Metodologia	Atividade extracurricular
6	Supalo, Hill e Larrick	2014	Percepção da função da escola	Atividade extracurricular
7	Marle <i>et al.</i>	2014	Metodologia	Atividade extracurricular
8	Donnelly <i>et al.</i>	2015	Percepção da função da escola/currículo interdisciplinar	Atividade extracurricular
9	Gupta <i>et al.</i>	2017	Percepção da função da escola	Atividade extracurricular
10	Ramachandran, Sparck e Fitzgerald	2018	Metodologia	Curso integrado ao currículo
11	Barrett <i>et al.</i>	2018	Metodologia	Curso integrado ao currículo
12	Burrows <i>et al.</i>	2019	Currículo/Metodologia	Curso integrado ao currículo
13	Chonkaew; Sukhummek e Faikhamta	2019	Metodologia	Curso integrado ao currículo
14	Schultz e Snyder	2019	Currículo/Percepção da função da escola	Atividade extracurricular
15	Mutambuk <i>et al.</i>	2019	Currículo	Curso integrado ao currículo
16	Soong <i>et al.</i>	2020	Currículo	Atividade extracurricular

17	Willison <i>et al.</i>	2020	Percepção da função da escola	Atividade extracurricular
18	Cordova e Peña	2020	Currículo	Atividade extracurricular
19	Rogosic <i>et al.</i>	2021	Currículo	Curso integrado ao currículo
20	Greer <i>et al.</i>	2021	Currículo interdisciplinar	Atividade extracurricular

Fonte: Autora.

Em relação à definição do termo STEM (Tabela 1), os artigos foram analisados conforme a definição de Publiese² (2020, p. 15-17), onde sete apresentaram o termo como currículo, seis como currículo interdisciplinar, seis como metodologia, e cinco como percepção da função da escola. Em alguns artigos, foi identificada mais de uma definição para o termo, como no artigo de Donnelly *et al.* (2015), no qual os autores descrevem uma proposta para aumentar a alfabetização científica dos estudantes através de um currículo interdisciplinar e ao mesmo tempo inspirá-los a buscar carreiras científicas nas áreas STEM. O artigo de Schultz e Snyder (2019) possui a mesma característica, mas os estudantes participaram de uma atividade imersiva, onde seriam engenheiros por um dia. Os artigos de Murray *et al.* (2014) e de Burrows *et al.* (2019), o termo se apresenta na forma de currículo interdisciplinar e currículo respectivamente, utilizando metodologias ativas de ensino para aplicação no processo de aprendizagem.

STEM aplicado de uma forma interdisciplinar, nos mostra uma característica importante nos estudos realizados por Basu-Dutt, Slappey e Bartley (2010) e Murray *et al.* (2014). Eles destacam que considerar abordagens interdisciplinares aumenta o senso de comunidade dos alunos, auxiliando os mesmos a fazerem conexões com as outras disciplinas, cruzando as fronteiras disciplinares do ensino tradicional. Nos artigos de Gentile *et al.* (2012) e Quarles e Nieto (2013), é ressaltada a importância de construir uma abordagem interdisciplinar em uma comunidade escolar, pois auxilia os estudantes a uma melhor compreensão dos conteúdos que estão sendo aplicados, melhorando de forma significativa o processo de aprendizagem. No artigo de Greer *et al.* (2021), ele destaca a importância onde os estudantes entendam os conceitos fundamentais de química, física e matemática, através dos experimentos realizados com materiais poliméricos.

Nos artigos em que foi possível caracterizar a definição de STEM como metodologia, foi observado o uso de metodologias ativas, como a aprendizagem

baseada em problemas e Processo de Aprendizagem Orientado por Investigação Guiada (POGIL). A respeito da forma como as atividades STEM foram aplicadas (Tabela 1), constatou-se que ele poderia ser usado como atividades extracurriculares propostas em seminários científicos, projetos de pesquisa, workshops, curso de extensão, ou cursos e atividades integradas a uma disciplina específica.

6.4.2 Público alvo

A concepção de STEM possui algumas particularidades, em relação ao nível de ensino que está sendo aplicado e enfoques diferenciados. Dos trabalhos analisados, apresentados na Tabela 2, 9 (nove) artigos foram aplicados em estudantes de graduação, 9 (nove) em ensino médio e 2 (dois) no ensino fundamental. Na graduação, os objetivos com a aplicação de STEM eram aumentar o interesse dos alunos pelas ciências, principalmente em disciplinas introdutórias, para não ocasionar a desistência do curso, e inovar a instrução de ensino para obter melhores resultados na aprendizagem. Outro objetivo almejado era a preparação dos estudantes para o mercado de trabalho, a fim de que pudessem debater sobre os conceitos de ciências e pesquisa, e pensar mais criticamente sobre a relevância dos mesmos para sua carreira profissional.

No ensino médio, o objetivo da aplicação de uma proposta STEM estava associado a envolver nas disciplinas de ciências e mostrar sua importância, tanto nas questões científicas e sociais. Além disso, de acordo com o artigo de Hernandez *et al.* (2013), também buscam preparar os estudantes de ensino médio, para que alcancem uma proficiência maior em matemática e ciências, aumentando assim sua síntese cognitiva para terem avanços nas áreas de tecnologia e engenharia.

Segundo Chonkaew; Sukhummek e Faikhamta (2019), os estudantes que tiveram contato com as disciplinas de ciências durante o ensino médio de uma forma inovadora e conseguiram compreender de uma forma a real importância desses conceitos e suas aplicações no cotidiano, são mais propensos a continuar seus estudos na universidade às áreas ligadas a STEM. Este dado nos mostra a importância que uma abordagem em STEM pode influenciar na escolha da carreira dos estudantes.

No nível fundamental, segundo Gupta *et al.* (2017), a intenção desses programas é familiarizar os alunos com o ambiente universitário e combinar conteúdo

STEM com aprendizagem baseada em problemas. Dessa forma, incentiva o interesse dos estudantes em assuntos relacionados aos conteúdos STEM, em uma idade mais jovem, tornando mais fácil o interesse e exploração desses assuntos fora da sala de aula, promovendo assim o interesse nas ciências em carreiras futuras. Segundo Rogosic *et al.* (2021), os efeitos da introdução de novos métodos de ensino mais envolventes e divertidos para os alunos do ensino fundamental apresentaram melhores resultados de aprendizagem, aumentar a colaboração e o engajamento das turmas onde tais métodos foram implementados

6.4.3 Conteúdos abordados

Em relação aos conteúdos abordados (Tabela 2), percebe-se que vários artigos trabalharam com conteúdo de biologia, física, matemática, engenharia e tecnologia de forma integrada com a química. Os artigos de Quarless e Nieto (2013), Marle *et al.* (2014), Donnelly *et al.* (2015), Burrows *et al.* (2019) apresentaram conteúdos de química e biologia trabalhados de forma integrada, como por exemplo o conceito de termoquímica, que foi escolhido para ser relacionado com o conceito de respiração celular. Os trabalhos de Basu-Dutt e Slaphey (2010), Hernandez *et al.* (2013), Barrett *et al.* (2018), Schultz e Snyder (2019), tinham conteúdos relacionados a física, matemática e engenharia, como vetores, integrais e derivadas, velocidade; especificamente na área de engenharia eram trabalhados cinética de produtos químicos e reatores, projeto para construção de microchip, construção de foguetes, e outros conceitos de engenharia associados a reações químicas e fluxo de fluídos. Nos conteúdos de química foram encontrados temas como: termoquímica, cinética, equilíbrio químico, teoria ácido-base, propriedades de polímeros, cromatografia, estequiometria e reações orgânicas (transesterificação) e química do solo.

Nos artigos que eram apresentados somente conteúdo específicos de química, a abordagem em STEM geralmente estava relacionada ao projeto de engenharia relacionado ao experimento químico. Por exemplo, no artigo de Chonkaew; Sukhummek e Faikhamta (2019), a reação exotérmica de gás hidrogênio e gás oxigênio serviu para construção de um dispositivo útil (uma ferramenta automática para enviar corda aos bombeiros) utilizando da energia gerada dessa reação química. No artigo de Supalo, Hill e Larrick (2014) as atividades práticas foram aplicadas utilizando um software chamado Sci-Voice Talking LabQuest. Já no artigo de

Mutambuk *et al.* (2019), o conteúdo de química analítica foi associado a nanotecnologia.

Estes dados apontam que os conteúdos das ciências básicas, como por exemplo a química, podem ser aplicados associados a alguma tecnologia ou projeto de engenharia, de modo que o professor pode trabalhar de uma forma individual na sua área de conhecimento específico. Outro aspecto importante a ressaltar é a grande diversidade de conteúdos de química, não sendo identificada predominância dos três níveis de compreensão do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico), ou de áreas do conhecimento químico específicas (química orgânica, inorgânica, físico-química).

6.4.4 Estratégias e recursos didáticos

Em relação recursos didáticos analisados nos artigos para abordagem STEM, foram usados recursos tecnológicos, como simuladores de computador, laboratórios virtuais, e softwares para auxiliar alunos com problemas visuais a utilizar equipamentos de laboratório. Também foram utilizadas atividades experimentais, como por exemplo cromatografia, eletroforese, produção de biodiesel entre outros recursos relacionados na Tabela 2. Nos artigos de Gentile *et al.* (2012), Quarless e Nieto (2013), Supalo, Hill e Larrick (2014), Ramachandran, Sparck e Fitzgerald (2018), e Barrett *et al.* (2018), recursos tecnológicos como atividades em laboratórios virtuais, simuladores de reatores de engenharia, modelo de simulação em computador baseado em agentes de resistência a antibióticos, e dispositivos de voz conectados a equipamentos de laboratórios, foram usados para facilitar a aprendizagem dos conteúdos de química.

Entre as estratégias citadas nos artigos, percebemos que os conteúdos foram trabalhados na forma de cursos de extensão, projetos de pesquisa relacionados a engenharia, seminário científicos, ensino híbrido e abordagem de processos industriais relacionada com o ensino de química.

Nos artigos de Basu-Dutt, Slappey e Bartley (2010), Hernandez *et al.* (2013), e Chonkaew; Sukhummek e Faikhamta (2019), a proposta utilizada para abordagem dos conteúdos envolvia os estudantes em projetos relacionados a engenharia. Segundo Basu-Dutt, Slappey e Bartley (2010), as atividades propostas permitiram que os estudantes apreciassem a aprendizagem por investigação, e também as

atividades práticas envolvidas nos projetos, onde os conteúdos de química se tornam mais relevantes e de fácil entendimento. Nos artigos de Hernandez *et al.* (2013) e Chonkaew; Sukhummek e Faikhamta (2019), é ressaltado que as atividades de aprendizagem baseadas na vida real auxiliam a perceber a importância do ensino de ciências para a formação dos estudantes de ensino médio.

Nos artigos Gupta *et al.* (2017), Burrows *et al.* (2019) e Schultz e Snyder (2019), as estratégias foram atividades práticas relacionadas a temas do cotidiano, como produção de biodiesel e sua relação com a biologia e a química, análises de resíduos de pesticidas em plantas e síntese de nanopartículas de ouro e fabricação de alimentos. Já nos artigos Marle *et al.* (2014) e Schultz e Snyder (2019), os estudantes se envolveram em atividades imersivas, em contextos industriais, como investigação de fraude em uma fábrica de chocolates, onde realizaram atividades investigativas em conceitos de química, engenharia e tecnologia, e também como se fossem engenheiros por um dia, onde tinham que resolver problemas experimentais em escalas industriais. Algumas metodologias ativas também foram utilizadas, como: Processo de Aprendizagem Orientado e Guiado por Questões (POGIL) e aprendizagem baseada em problemas.

Tabela 2 - Público alvo, conteúdos abordados, estratégias e recursos didáticos

Artigo	Público Alvo	Conteúdos abordados	Estratégias / Recursos didáticos
1	Graduação	Química: matéria e energia, termoquímica, reações redox. Física: Medidas, leis dos gases, propriedades dos materiais, termodinâmica e calorimetria. Engenharia: construção de foguetes, reação de combustão, estrutura e propriedades de polímeros.	Seminário sobre Ciência Espacial realizando conexão com as áreas STEM de forma interdisciplinar, através de atividades orientadas por investigação. Elaboração de um projeto para construção de um modelo de foguete.
2	Graduação	Química: cinética, termodinâmica, equilíbrio químico	Curso sobre Ciência interdisciplinar onde os temas abordados foram a resistência de antibióticos e

		<p>Biologia: evolução; seleção natural e artificial; Estrutura do DNA, mutação, replicação.</p> <p>Física: Vetores, Leis de Newton, deslocamento, velocidade</p> <p>Matemática: integrais e derivadas</p> <p>Ciências da Computação: programação orientada de objetos</p>	<p> sinalização/comunicação celular em processos inflamatórios. Foi dividido em dois momentos onde no primeiro os alunos foram apresentados a conceitos chaves das disciplinas e suas correlações. No segundo momento foi usado um modelo de simulação em computador baseado em agentes de resistência a antibióticos e atividades práticas, como cultivo de células e eletroforese.</p>
3	Graduação	<p>Química: Termoquímica</p> <p>Biologia: fotossíntese, respiração celular</p>	<p>Estudo interdisciplinar propôs o uso da estrutura híbrida do curso, através de um sistema de gestão de aprendizagem, interconectando biologia e química através de tarefas de investigação, com recursos de laboratórios virtuais e contextos científicos.</p>
4	Ensino médio	<p>Ciências, matemática, engenharia, tecnologia.</p>	<p>Projeto de pesquisa para construção de um microchip biossensor de silício, que medirá quais substâncias químicas específicas são essenciais para o desenvolvimento do cérebro.</p>
5	Graduação	<p>Enovelamento de proteínas em uma abordagem para os conteúdos de química, física e biologia.</p>	<p>Participação dos Alunos dos cursos de biologia física e química em um seminário científico interdisciplinar. Os alunos foram divididos em grupos para atividades de investigação guiada, inspiradas no Processo de Aprendizagem Orientado por Investigação Guiada (POGIL), além de atividades práticas.</p>

6	Ensino médio	Química: teoria ácido e base e estudo sobre as propriedades dos polímeros	Projeto(workshop) criado para reforçar a força de trabalho STEM para aluno com dificuldade visual, utilizando o software Sci-Voice Talking LabQuest (computador portátil) onde ele faz leituras e relata o que os resultados dos equipamentos. Também foram desenvolvidas atividades práticas táteis sobre polímeros. Recursos didáticos: atividade prática, utilização de software labquest.
7	Ensino médio	Química e biologia: Análise de cadeia de DNA, cromatografia, análise de compostos químicos em chocolate Tecnologia: Codificação das barras de chocolate e robótica (construção de um robô LEGO)	Através de um cenário imersivo, foi simulado uma investigação de espionagem em um cenário industrial de uma fábrica de chocolates, utilizando a aprendizagem baseada em problemas. Foram abordadas atividades práticas e teóricas.
8	Ensino médio	Química: Teoria ácido-base. Biologia: fisiologia e microbiologia.	Estimular a curiosidade dos alunos do ensino médio em Campos STEM, através de atividades práticas aulas expositivas em biologia e química.
9	Ensino fundamental	Química dos alimentos e fabricação de alimentos.	Workshop sobre aplicação de reações químicas em ciência de alimentos e fatores que influenciam as taxas de reação, a importância do controle no processo de fabricação de alimentos (formação de esferas e espaguete), utilizando aprendizagem baseada em atividades.

10	Graduação	Química/Química geral: entalpia, entropia, Princípio de Le Châtelier.	Utilizado um programa chamado Journal of Visualized Experiments (JoVE), onde são abordados conceitos sobre química e experimentos, elucidando para os estudantes as implicações e a relação do conteúdo estudado com o mundo real.
11	Graduação	Química e engenharia: Cinética de produtos químicos em reatores.	Estudo explorou uma engenharia química aprimorada por RM (realidade mista) em laboratório. A atividade foi projetada para ajudar os alunos entenderem melhor a engenharia de um reator e cinética química.
12	Ensino médio	Biologia: algas bioquímicas Química: reações de transesterificação.	Aulas sobre biodiesel, origem e produção relacionando os conteúdos de biologia e química. Foram realizadas atividades práticas para produção de biodiesel, e também atividades por meio de aprendizagem baseada em problemas.
13	Ensino médio	Química: Determinação de mols estequiométricos. Engenharia	Atividade prática onde foram usados Produtos químicos e materiais simples para determinar o volume estequiométrico da reação exotérmica de gás hidrogênio e gás oxigênio. Construção de um dispositivo útil utilizando a energia gerada da reação química anterior.
14	Ensino médio	Conceitos de engenharia associados a reações químicas e ao fluxo de fluidos.	O curso engenheiro por um dia, focado em quais complicações podem ocorrer nas reações químicas relacionada ao fluxo de fluídos, quando feitas em laboratório em uma pequena escala e depois aplicadas em

			grande escala em uma indústria.
15	Graduação	Química analítica (espectroscopia UV e cromatografia) aplicado na nanotecnologia.	Modificação dos experimentos tradicionais de química analítica para aplicação em pesquisas autênticas, incorporando problemas do mundo real. O curso foi dividido em dois momentos: experimento para síntese de nanopartículas de Au, e pesquisa de resíduos de pesticidas em plantas.
16	Graduação	Conceitos sobre termodinâmica	Construção de um dispositivo Arduino simples onde pode se captar imagens térmicas de reações endo e exotérmicas.
17	Ensino médio	Química do solo	Projeto onde os estudantes coletavam amostras de solos para determinação matéria orgânica, inorgânica, % de água e pH, estimulando os mesmos para questões ambientais
18	Graduação	Cinética química e conceitos básicos de eletrônica	Oficina para construção de um carro alimentado por células galvânicas, onde a distância do mesmo é controlada pela reação que ocorre em um relógio de vitamina C.
19	Fundamental/ensino médio	Ciência, tecnologia, engenharia	Foi projetado um kit científico compostos por blocos semelhantes a Lego, onde os estudantes poderiam trabalhar vários projetos científicos (gerador de gotículas, câmara de mistura e visualização..)
20	Ensino médio	Química, física, matemática, engenharia	Este projeto detalha experimentos liderados por alunos que combinam princípios de física e

			química para fabricar bolas de silicone e analisar as relações mecanoquímicas resultantes nesses materiais elastoméricos.
--	--	--	---

Fonte: Autora

6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das análises feitas nos artigos em relação a definição do termo STEM, foi possível constatar que a mesma é escolhida dependendo do nível de ensino em que está sendo aplicado. Em relação a sua aplicação nos diferentes níveis de ensino, em sua maioria tratavam sobre alunos de ensino médio e graduação. O pequeno número de trabalhos para Ensino Fundamental supõe-se que seja devido à falta de preocupação com a educação profissional neste nível de ensino.

As estratégias de ensino estavam relacionadas geralmente às metodologias ativas, onde são oferecidas possibilidades de aprendizagem que utilizam diferentes ferramentas tecnológicas disponíveis, promovendo a compreensão de conceitos científicos e aprimorando suas habilidades nas áreas relacionadas a STEM.

A respeito dos níveis de compreensão dos estudantes na química, em relação a STEM, o fato de não ser encontrada nos trabalhos analisados uma clara demarcação ou exigência de um determinado nível de compreensão ou uma área de conhecimento específico na química é um indicativo de que, como metodologia, ele pode ser bastante útil para o desenvolvimento da compreensão dos conteúdos da química nos três níveis de compreensão.

Através dos dados obtidos na análise dos artigos, podemos identificar que uma proposta de ensino se enquadra em STEM, quando estiver relacionada a um conteúdo específico, desde que esteja vinculado a estratégias e recursos didáticos associados a tecnologia e/ou engenharia, e não necessariamente precisa estar relacionado a todas disciplinas que significa o acrônimo STEM (ciência, engenharia, tecnologia e matemática). Em outras palavras, a adoção de STEM no ensino de química, quer seja segundo qualquer uma das concepções do termo, abre o espaço para o professor trabalhar de uma forma individual desde que se relacione a tecnologia ou engenharia aos conteúdos básicos de química. Deste modo, STEM se mostra como uma possibilidade para o professor inovar no ensino, sem a

obrigatoriedade de produção coletiva exigida por muitas abordagens interdisciplinares.

7. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a análises dos dados, foram criadas algumas categorias *a priori*, e posteriormente conforme a evolução das atividades propostas no curso, foram propostas algumas categorias emergentes. As categorias *a priori* selecionadas foram: ciência (conhecimentos químicos e biológicos), tecnologia, matemática, engenharia, conhecimentos sociocientíficos e conhecimentos ambientais. Em cada atividade realizada durante o curso, foi observado se essas categorias iam surgindo conforme a evolução das atividades e da aprendizagem das participantes durante o curso. Foi avaliado também algumas discussões relevantes durante as aulas. Abaixo seguem as atividades:

a) Atividade 1A1a:

A primeira pergunta da nuvem de palavras foi “O que é um polímero?”, para a qual foi criada a seguinte Figura 3:

Figura 3 - Nuvem de palavras “O que é um polímero?”



Fonte: Estudantes

b) Atividade 1A1b:

A segunda pergunta foi “O que é um biopolímero?”, para a qual foi obtida a Figura 4:

Figura 4 - Nuvem de palavras “O que é um biopolímero?”



Fonte: Estudantes

Nessas primeiras duas figuras, podemos perceber algumas categorias a priori como *conhecimentos ambientais*, associada às palavras poluição, sustentabilidade e natural. Também palavras relacionadas aos *conhecimentos químicos*, como petróleo, plástico, conjunto de meros, para definição do que é um polímero, e também fácil degradação e fácil decomposição para definição do que é um biopolímero. Também surgiram palavras como embalagem, indústria, tecnologia e polímero para o corpo, às quais podemos relacionar alguns conhecimentos relacionados a tecnologia e engenharia.

As palavras evidenciadas pelas estudantes parecem indicar conhecimentos prévios associados a *conhecimentos químicos*, a *tecnologia* e *conhecimentos ambientais*, o que é excelente para iniciar uma abordagem STEM, que busca desenvolver conhecimentos integrados. A ideia do ensino STEM é criar uma disciplina focada nas habilidades que são exigidas no mercado de trabalho atual em vez de deixá-los aprender fragmentos de conhecimento. Além disso, o desenvolvimento de habilidades STEM de alto nível depende de um início precoce de interesse e paixão por assuntos científicos (ROGOSIC *et al.*, 2020), por isso é interessante abordarmos, com os estudantes de ensino médio e fundamental, assuntos que se relacionem com a essência do ensino STEM, envolvendo as áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

Sobre as definições de polímeros, a Aluna A respondeu “embalagem” - foi questionado o porquê dessa definição, e a mesma respondeu: “*Há um tempo atrás a maioria das embalagens era feita de um tipo de polímero, como rótulos e tampas*”.

Foi questionado se haveria alguma possibilidade desses materiais serem fabricados de outra forma alternativa, e a mesma respondeu:

Talvez existam outras possibilidades, mas seriam caras, como por exemplo um rótulo feito de papel, as embalagens de sabonete ao invés de serem plásticas, fosse feita de uma caixinha de papel (Aluna A).

Essa ligação entre aspectos científicos e tecnológicos, proposto no questionamento da professora, e consequente a associação realizada pela estudante, são aspectos do dia a dia, característico do ensino STEM (DOMÉNICH-CASAL, 2019).

Na definição do termo conjunto de meros, a Aluna B respondeu: “*Acho que são repetições, onde se forma um polímero*”, apresentando uma boa definição de *conhecimentos químicos* sobre o tema. Em relação à definição sobre petróleo, a Aluna A respondeu: “*sabia que alguns não são feitos de petróleo, mas de bioplásticos*”. Foi questionado se elas conheciam o polietileno verde proveniente da cana de açúcar, mas nenhuma delas tinha conhecimento.

A respeito da pergunta “O que é um biopolímero?”, a Aluna A respondeu:

“Eu fiz um curso de microrganismos, onde foi comentado que nem tudo que é bio é de fácil degradação, às vezes ele tem um microrganismo embutido, para ajudar em alguma parte, mas não necessariamente na degradação”.
(Aluna A).

Nesta fala, podemos observar alguns *conhecimentos químicos e biológicos* onde ela tentou definir sobre a degradação dos biopolímeros. A mesma aluna também escreveu o termo *natural*, definindo os biopolímeros como se fossem de “uma origem mais limpa”. A aluna B escreveu sustentabilidade, relacionando o termo *natural* e dizendo que os biopolímeros não prejudicam o meio ambiente. Na perspectiva da sustentabilidade, a educação pode disponibilizar horizontes de mudança, iniciando por programas e práticas pedagógicas, desenvolvendo uma educação ecológica, que possa atingir todas as etapas do processo educativo (APOLINÁRIO, 2019). Atitudes ambientalmente responsáveis devem ser aprendidas na prática, no cotidiano da vida escolar, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes, onde os educandos tenham uma nova relação com o ambiente, uma postura de cuidado e de

sensibilidade para preservar e não destruir (APOLINÁRIO, 2019; ROOS e BECKER, 2012).

O propósito do STEM no contexto da sustentabilidade é compreender e esclarecer a dinâmica do que é necessário para que evitar que os seres humanos, como indivíduos, coletivos, físicos, sociais, econômicos, seres culturais e psicológicos, destruam o ambiente do qual dependem (KANAPATHY *et al.*, 2018). Educar para a sustentabilidade exige que os alunos desenvolvam as habilidades para serem agentes de mudança que lidam com os desafios do mundo real, por meio de explorações que envolvem múltiplas formas de conhecimento e vão além dos fatos como a forma central de conhecimento (GAMAGE *et al.*, 2022).

c) 1A1c

Abaixo está relacionado o questionário de conhecimentos prévios, juntamente com as respostas de cada uma das alunas:

Pergunta 1: Você sabe como os plásticos são fabricados? Comente sobre.

Aluna A: *“Um pouco, imagino que após a extração da nafta, haja algum processo para a transformação dela para que, daí sim, se transforme em plástico.*

Aluna B: *“A partir da nafta extraída do petróleo”.*

Quando a Aluna A responde que após a extração da nafta, ela acredita que exista um processo de transformação para produzir o plástico. Disso, conseguimos observar conhecimentos relacionados a *tecnologia* e *engenharia*, pois são processos industriais característicos desses materiais, na palavra transformação isso fica bem definido. Ambas têm a noção que os polímeros são provenientes da nafta, caracterizando *conhecimentos químicos*, mas elas não sabem como explicar de que forma essa transformação ocorre. Outro ponto bem forte é que ambas achavam que a única fonte para fabricação dos polímeros vem do petróleo. Isso pode estar relacionado diretamente com os meios de comunicação, como telejornais, revistas e outras fontes de comunicação, pois pouco se fala a respeito das fontes alternativas para fabricação dos polímeros.

Segundo Pozo (1998), as ideias prévias podem ser de origem sensorial, relacionadas com concepções empíricas, baseando-se em informações adquiridas com o mundo natural, de origem cultural, associadas a um conjunto de crenças partilhadas ao grupo social a qual os mesmos pertencem, ou de origem escolar, relacionada a comparação distinta entre os domínios do saber.

Pergunta 2: Já ouviu falar sobre reciclagem de plástico? O que sabe sobre?"

Aluna A: *"Sim, sei que é possível, mas que no Brasil não acontece muito. Também sei que o PEAD é fácil de reutilizar em casa."*

Aluna B: *"Sim, sei que existem símbolos de reciclagem para cada tipo de plástico."*

Na resposta da Aluna A, podemos observar as categorias *conhecimentos ambientais* e *conhecimentos sociocientíficos* onde ela tem um conhecimento prévio que PEAD pode ser reutilizado em casa, demonstrando que tem noção do que é um processo de reciclagem e também nas *questões socioeconômicas* que o mesmo pode ser reaproveitado de outra forma, mas ela não descreve como fazer isso.

Ambas as alunas demonstram conhecimentos de *engenharia* e *tecnologia*. A Aluna A sabe relacionar reciclagem com a reutilização, e a Aluna B reconhece os símbolos de reciclagem que existem para os diferentes tipos de plástico, mas nenhuma delas tem uma definição mais complexa a respeito do assunto e nesse primeiro momento, nos parece que sabem muito pouco a respeito desse tema.

O tema lixo e reciclagem, abordado no ensino da Química, pode tornar as aulas mais interessantes e menos cansativas, o que pode possibilitar a participação ativa, o posicionamento crítico e a proposição de soluções para questões relacionadas com a excessiva quantidade de lixo descartada diariamente no meio ambiente (MURY *et al.*, 2015)

Pergunta 3: Você sabe o que é um polímero e um biopolímero? Sabe dizer a diferença entre eles?

Aluna A: *"Imagino o que seja, mas não sei qual seria exatamente a diferença. Imagino que o biopolímero possa ser implantado ao corpo, seja de obtenção mais sustentável e natural e que ele seja de mais fácil degradação."*

Aluna B: "Biopolímero é produzido através de matéria renovável. Polímeros são plásticos."

A Aluna A, nessa resposta, demonstra *conhecimentos químicos, ambientais*, e também surgem as categorias relacionadas a *engenharia e tecnologia*. Na fala onde ela diz que o biopolímero pode ser implantado no corpo, podemos observar uma nova categoria emergente, definida como *conhecimento antropocêntrico*.

A Aluna B também demonstra *conhecimentos químicos e ambientais*, e *tecnologia* a respeito do tema. O interessante nas respostas de ambas é que elas têm uma noção bem definida a respeito da origem dos biopolímeros, pois elas dizem que são de fontes renováveis e de obtenção mais sustentável e natural. Saber definir as diferenças entre eles (polímeros e biopolímeros), ainda não é bem claro para elas, mostrando dificuldades em reconhecer as características químicas de cada um, também qual sua origem. Em comparação com os plásticos convencionais, os cidadãos consideram que os bioplásticos têm um impacto mais positivo no meio ambiente, embora haja algum desconhecimento sobre o descarte adequado de bioplásticos, taxas de degradação, biodegradabilidade limitada e qualidade dos bioplásticos (Lynch *et al.*, 2017; Haider *et al.* 2019, apud WAARD *et al.*, 2020).

Em geral, muitos estudantes apenas afirmam que os plásticos de origem fóssil são os que mais poluem o meio ambiente, ou vice-versa, que os bioplásticos são os menos poluentes, sem maiores comprovações (WAARD *et al.*, 2020).

Pergunta 4:

Você acha que os temas, plásticos, polímeros e biopolímeros estão relacionados com a química orgânica? Fale a respeito.

Aluna A: "Sim, pois os polímeros provêm de um composto orgânico (o petróleo) e os biopolímeros também podem vir de materiais orgânicos também. "

Aluna B: "Sim, pois possuem carbono na sua fórmula estrutural."

Ambas demonstram *conhecimentos químicos* mesmo que muito básicos em relacionar os temas com a química orgânica. Trabalhar a aplicabilidade dos polímeros

em aulas de química, ajudaria na contextualização do ensino de química orgânica usando essa temática, com isso tornando as aulas mais interessantes.

Marconato e Franchetti, (2002) ressaltam que a temática sobre os polímeros é pouco trabalhada nas escolas brasileiras de Ensino Médio, especialmente pela carência de textos e experimentos apropriados as necessidades escolares. Santos, Ribeiro e Souza (2018), destacam a importância em se trabalhar a temática sobre polímeros em sala de aula, pois consideram um conteúdo abrangente na química, ao considerar as aplicações práticas desses materiais nas diferentes áreas de atuação do ser humano.

d) 2A1a

Após os participantes assistirem os vídeos e lerem os artigos propostos na primeira aula, foi criado um questionário a respeito dos assuntos abordados. Abaixo seguem as perguntas feitas:

Pergunta 1: **Após assistir os vídeos e ler os artigos descrever suas principais dúvidas e curiosidades em relação ao tema polímeros e biopolímeros:**

Aluna A: *“Como funciona a enzima? Ela é colocada na fabricação ou depois do uso e descarte? Do que provêm a nafta renovável?”*

Aluna B: *“Gostei muito do artigo sobre as enzimas que decompõem o plástico em 24 horas.”*

Aluna A ficou interessada no artigo em que uma enzima degrada o plástico em 24 horas, tentando entender como ela funcionava e em qual etapa ela era adicionada. No artigo, ele explica que ocorre a despolimerização das cadeias carbônicas, transformando novamente em monômeros, e elas são adicionadas nas embalagens pós consumo. Por se tratar de termos muito técnicos e a mesma não ter um conhecimento aprofundado a respeito do processo de polimerização, demonstra dificuldades dos *conhecimentos químicos* relacionados a esse assunto, assim como sobre conhecimentos em relação a *tecnologia*. A Aluna B somente comentou que gostou do artigo, mas não apresentou suas dúvidas sobre o tema.

Pergunta 2: **Você consegue identificar nos vídeos e artigos, ciência, tecnologia, engenharia e matemática? Explique destacando exemplos.**

Aluna A: “*Sim, por exemplo:- Ciência: pesquisa de um biopolímero-Tecnologia: equipamentos de medição avançados- Matemática: cálculos de variação e análises- Engenharia: desenvolvimento de novas opções mais sustentáveis.*”

Aluna B: “*Sim, pois por exemplo no estudo sobre biopolímeros a partir do buriti usa-se a engenharia no planejamento, a tecnologia e a matemática na metodologia e a ciência (além de estar presente em todos os processos) se destaca nos resultados.*”

A Aluna A conseguiu identificar de uma forma clara as quatro áreas de conhecimento da sigla STEM, destacando para a *engenharia*, onde além de falar a respeito de desenvolvimento, consegue-se perceber a categoria de *conhecimentos ambientais*, onde ela cita novas opções sustentáveis, mas não detalha quais são essas opções. A Aluna B destaca a *engenharia* no sentido de planejamento, mas as outras áreas ela resume como se estivesse somente nos resultados, não exemplificando de forma clara quais seriam exatamente essas atividades. Isso demonstra como ainda as concepções prévias sobre as áreas STEM, relacionadas a algum campo de pesquisa, são difíceis de serem interpretadas. Isso pode estar relacionado com como alguns conteúdos são abordados no Ensino Médio, sempre de forma separada e não integrada. A integração dos conteúdos STEM oferece aos estudantes, uma das melhores oportunidades de experimentar a aprendizagem em uma situação do mundo real. A abordagem de assuntos separados oferece pouco mais do que uma variedade desconectada e incoerente de fatos e habilidades (SHAHALI *et al.*, 2016).

Conforme Kennedy e Odell (2014):

A educação STEM remove as barreiras tradicionais erguidas entre as quatro disciplinas, integrando as quatro disciplinas em um meio coeso de ensino e aprendizagem. O componente de engenharia enfatiza o processo e o design das soluções, e não as próprias soluções. Essa abordagem permite que os alunos explorem matemática e ciências em um contexto mais personalizado, ajudando-os a desenvolver habilidades de pensamento crítico que podem ser aplicadas a todas as facetas de seu trabalho e vida acadêmica (KENNEDY E ODELL, 2014, p.254).

e) 2a1b

Na segunda aula, foi aberta uma discussão a respeito das respostas dos questionários aplicados. Foi questionado para ambas alunas se na cidade onde moravam havia coleta seletiva e se existia alguma reciclagem (empresas) de material plástico, e elas disseram que não. Foi levantada a possibilidade de como poderia ser aproveitado esses materiais plásticos, como por exemplo o uso de garrafas PET para construção de árvores de natal. A Aluna A exemplificou: *“na minha antiga escola, eles faziam PUFs com garrafas PET, eram colocadas em pé e coladas com fita adesiva, ficavam bem resistentes, pois as garrafas PETs são resistentes.”* Neste trecho podemos observar que a estudante destacou uma característica física das garrafas PET, falando a respeito da sua resistência, onde podemos observar *conhecimentos químicos* e de *engenharia*, mas bem básicos a respeito.

Posteriormente, foi perguntado se elas achavam que os plásticos estavam prejudicando o meio ambiente, a Aluna A respondeu: *“Com certeza, pois eles não estão sendo descartados de maneira correta.”* Com esta fala, podemos observar a preocupação com o meio ambiente, relacionado a categoria de *conhecimentos ambientais*.

Em relação aos artigos propostos, a Aluna A diz ter gostado do artigo do buriti, e destaca: *“Não imaginava que ia ter tanta diferença nas características de onde o biopolímero foi extraído do fruto, como na parte de resistência e elasticidade. A mesma mostrou entendimento na leitura do artigo, pois conseguiu destacar as diferenças físico-mecânicas dos resultados obtidos, bem relacionadas com as categorias de tecnologia e engenharia.*

Nessa segunda aula, foi apresentado a parte teórica sobre os polímeros. Inicialmente, foi perguntado se elas tinham visto algo sobre esse assunto nas aulas, pois ambas estavam cursando técnico em química, ao que a Aluna A respondeu:

[Neste trecho a estudante descreve uma atividade proposta pela sua professora na aula a respeito de polímeros, onde ela explica como foi essa atividade, e projeta durante a aula o painel criado pela mesma para a explicação da atividade]. Fizemos um painel, onde apresentamos características específicas dos polímeros. Representamos o que é um mero e do outro lado o polímero, formado por vários meros, para representação das cadeias, usamos clips. Também tem os tipos de cadeia dos polímeros, que pode ser cruzada ramificada (Aluna A).

Segundo Johnstone (1993), o aprendizado da Química implica na compreensão de três aspectos fundamentais: a observação dos fenômenos naturais (universo macroscópico), a representação destes em linguagem científica (universo simbólico) e o real entendimento do universo das partículas como átomos, íons e moléculas (universo microscópico). Gabel (1993) ressalta a necessidade do ensino de Química abranger os três níveis de representação para que a aprendizagem ocorra. Segundo ele, explorar o universo macroscópico, microscópico e simbólico contribui para estudante transitar e fazer conexões entre essas formas de representação. Na fala da estudante, podemos perceber que ela tenta explicar como as ligações entre os polímeros ocorrem usando uma representação simbólica, onde cada monômero é representado por vários clips, formando as cadeias poliméricas. Para um melhor entendimento desses fenômenos. É irrefutável que um ensino que beneficie os três níveis de representação supracitados, seja capaz de resgatar elementos do cotidiano, aproximando a química do contexto do estudante, fazendo com que esses fenômenos científicos façam mais sentido para eles (PAULETTI, ROSA; CATELLI, 2014).

Durante a apresentação, foi falado sobre o poliuretano e suas características, a Aluna A questionou: “O *poliuretano* é o *PU* né? Ele é usado em obras.” É compreensível que ela faça essa associação, pois realmente esse material é muito utilizado para esse fim, mas ela desconhece que esse polímero pode ser usado em diversas aplicações, como na indústria automotiva, em calçados e também como resina para tintas industriais. Outro ponto importante que chamou a atenção foi quando comentado sobre a história dos polímeros, quando foram citados vários exemplos como a baquelite, e foi explicado que os polímeros dessa classe eram termorrígidos. A Aluna A destacou: “A *baquelite* é um *termorrígido*, isso é ruim, não é? Pois não temos como reciclar ele.” Nessa afirmação, a estudante já demonstra *conhecimentos químicos* e uma preocupação com a reciclagem desse material, surgindo novamente a categoria de *conhecimentos ambientais*, pois reconhece que os polímeros termorrígidos não são recicláveis.

Segundo Martinhon, *et al.* (2019, p.28), torna-se necessário que a escola promova uma discussão mais ampla em sala de aula, que aborde as consequências do uso e descarte de polímeros no meio ambiente, bem como as implicações sociais

de tais ações. De acordo com Gamage *et al.* (2022), a educação STEM tem o potencial de produzir uma força de trabalho adaptável, com mentalidade global, pensamento crítico, capacidade de resolução de problemas e habilidades de colaboração, que são altamente necessárias para o desenvolvimento sustentável e essenciais para a inovação.

No decorrer da aula após explicar mais algumas características dos polímeros, a Aluna A comentou:

Visitamos uma empresa que fazia plásticos de acrílico - aqueles transparentes -, vimos os pellets dos polímeros e o processo de fabricação. Fiquei surpreendida com a sobra que fica após a fabricação das peças (Aluna A).

Novamente a estudante demonstra a preocupação com a questão de geração de resíduos durante a fabricação, destacando uma preocupação ambiental nesse processo. Ela ressalta novamente: *“Eles falaram que no final da fabricação todos os excessos são reaproveitados, isso é muito bom”, pois não há desperdícios.* Demonstrou uma preocupação relacionada a *conhecimentos sociocientíficos*, pois todo o resíduo gerado é reaproveitado para fabricação de uma nova peça. Freitas, Munchem e Calixto (2016, p.65) apontam a conscientização social como principal fator para diminuir problemas como o descarte inadequado de materiais plásticos, resultando numa diminuição da poluição ambiental. Nesse sentido, a reciclagem de materiais se torna uma possível alternativa para atenuar parte da problemática ambiental do descarte inadequado de plásticos, proporcionando para estes uma nova utilidade, evitando que os mesmos sejam descartados na natureza (MURY *et al.*, 2015).

f) 3A1a

Nesta atividade, foi proposto para as estudantes escolherem um cômodo da casa e relacionar os materiais plásticos que existiam nesse local. Abaixo seguem as Tabelas 3 e 4 que foram elaboradas pelas mesmas:

Tabela 3 - Tabela Aluna A (local da casa: escritório)

ITEM	QUANTIDADE	TIPO DE PLÁSTICO	CLASSIFICAÇÃO RECICLAGEM	CONSUMO DIÁRIO	CONSUMO MENSAL	CONSUMO ANUAL
Garrafa	1	PP	5	1	1	1
Pote	1	PEBD	4	1	1	1
Embalagem de ketchup	1	PP	5	1	1	10
Embalagem de remédio	2	PET	1	1	1	1
Embalagem de remédio	4	HDPE	2	1	1	4
Embalagem de biscoito	1	OUTROS	7	1	3	12
Molha dedos	1	PP? PEAD?	-	1	1	3
Corretivo em fita	1	PP? PEAD? OUTROS?	-	1	3	40
Caneta BIC	3	PP? PEAD?	-	3	3	10
Marca texto	2	PP? PEAD?	-	2	2	6
Grampeador	1	?	-	1	1	1
Pasta de documentos	15	PP	-	15	15	15
Embalagem de chiclete	1	?	-	1	2	8
Moldura de quadro	1	?	-	1	1	1
Calculadora	1	?	-	1	1	1
Impressora	1	?	-	1	1	1
Vaso de flor	1	PE	-	1	1	2
Organizador de papéis	2	ACRÍLICO	-	2	2	2
Teclado	1	?	-	1	1	1
Mouse	1	?	-	1	1	1
Capinha de celular	1	SILICONE	-	1	1	1
Fita "durex"	1	PP	-	1	1	1
Cola	1	PVA	-	1	1	2
Tubo de cola	1	PEBD	-	1	1	2
Capinha da borracha	1	?	-	1	1	4
Régua	1	ACRILICO	-	1	1	1
Apontador	1		-	1	1	1
Interruptor	1		-	3	3	3
Batom	1		-	1	1	1
Piranha	1	PS	-	1	2	5

Copo com canudo	1	ACRILICO	-	1	1	1
-----------------	---	----------	---	---	---	---

Fonte: Estudantes

Tabela 4 - Tabela Aluna B (local da casa: banheiro)

ITEM	QUANTIDADE	TIPO DE PLÁSTICO	CLASSIFICAÇÃO RECICLAGEM	CONSUMO DIÁRIO	CONSUMO MENSAL	CONSUMO ANUAL
E. lustra móveis	1	PET	1	1	1	12
E. base	1	Sem classificação	-	1	1/2	6
E. sabonete líquido	1	PET	1	1	1	12
Desinfetante	2	PET	1	1	2	24
creme	2	PEAD	2	1	1	12
Produto de limpeza	2	PEAD	2	1	2	24
talco	1	PVC	3	1	1	12
protetor solar	3	PEAD	2	1	1	12
enxaguante bucal	2	PET	1	1	1	12
bronzeador	1	PET	1	1	1/5	3
roll-on	3	PEAD	2	1	1	12
soro fisiológico	1	PEAD	2	1	2	24
descongestionante nasal	1	sem classificação	-	1	1	12
peneira	1	sem classificação	-	1		1
pasta de dente	2	outros	7	1	2	24

Fonte: Estudantes

Em relação aos dados das tabelas, podemos observar que a Aluna A relacionou vários itens que não haviam classificação explícita na embalagem e que não eram totalmente feitos de material polimérico, mas somente uma parte, como por exemplo mouse, teclado, impressora, calculadora, entre outros. Então avaliamos a tabela em conjunto e separamos os itens que poderiam ser totalmente recicláveis (itens em amarelo). Já a Aluna B relacionou somente embalagens plásticas, como foi pedido na orientação do trabalho, e conseguiu preencher toda a planilha corretamente.

Começamos uma discussão a respeito das embalagens e do consumo mensal e anual de cada uma delas. Dei como exemplo as embalagens de produtos de

limpeza, para as quais geralmente não existe hoje um outro tipo de embalagem alternativa que não gere tanto resíduos. A aluna A comentou a respeito: “*Na minha casa, usamos uma embalagem de detergente por semana. O sabão em barra seria uma opção mais sustentável para resolver este problema*”. Nesta colocação podemos observar os *conhecimentos ambientais*, pois ela cita uma forma alternativa de resolver o problema. A aluna ainda destaca: “*o sabão em barra não tem a mesma eficácia de limpeza e rendimento que o detergente, dessa forma o detergente seria uma opção mais prática.*” Comentamos a respeito dos shampoos fabricados em barra, perguntei se elas já conheciam, as duas disseram que sim. Foi discutido que essa seria uma ótima opção para diminuir os resíduos de embalagens plásticas, mas atualmente no mercado esse tipo de produto ainda é muito caro, pois é produzido por microempresas. A aluna A faz o relato abaixo, onde podemos observar *conhecimentos sociocientíficos*:

Se pararmos para pensar ele não se torna tão caro, pois ele pode durar mais que o shampoo normal, em questão de rendimento, mas como é um produto novo as pessoas ficam com receio a respeito, pois não sabemos nem como armazenar essas shampoos em barra (Aluna A).

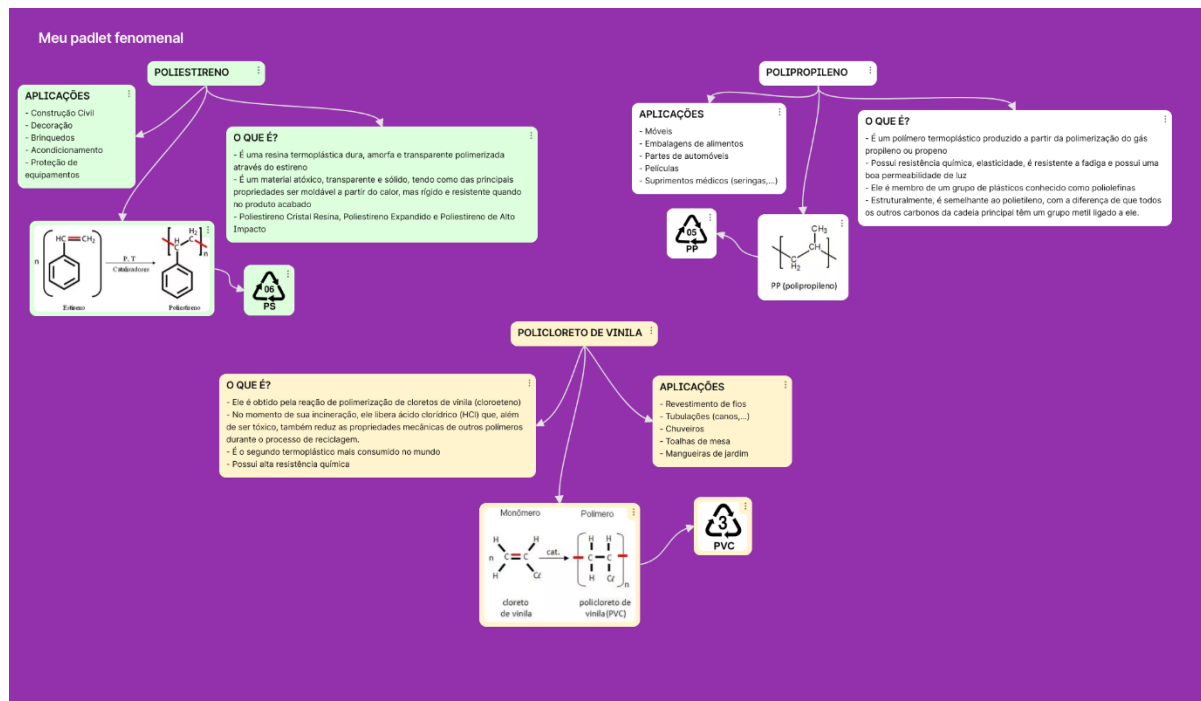
Nessa atividade, as estudantes tiveram uma ideia de quanto material plástico é consumido em suas casas, que até então, elas não tinham essa noção. Viram a importância de achar uma outra alternativa de consumo desses materiais, como por exemplo a opção de sabões em barra. O que não foi observado foi alguma sugestão de o que fazer com essas embalagens consumidas em casa, e de que forma contribuir para a reciclagem das mesmas. Também não foi comentado sobre procurar adquirir embalagens feitas de algum material polimérico biodegradável, mostrando como esse tema ainda é muito recente no seu cotidiano e ainda pouco explorado e debatido.

Podemos observar que a categoria *matemática* surgiu de uma forma mais expressiva, pois foi feito a estimativa de quanto material seria consumido durante um ano na tabela, mas não foi muito debatido esse assunto por elas. A Aluna B, fez a estimativa diária, mensal e anual de forma correta, já Aluna A não, demonstrando não ter entendido muito bem a atividade proposta.

g) 3A1b

Nesta atividade, as estudantes criaram um Padlet sobre três polímeros. Abaixo segue o material elaborado por cada uma (Figuras 5 e 6):

Figura 5: Padlet Aluna A



Fonte: Estudantes

No Padlet da Aluna A, podemos observar que ela colocou características físico-químicas de cada polímero, destacou suas principais aplicações, a reação do monômero para o polímero e também o símbolo de reciclagem. Podemos observar que foram abordados *conhecimentos químicos, tecnologia* e de *engenharia*. Não foi observado nenhum comentário a respeito de cuidados ambientais, como por exemplo formas de reciclagem. Não foi citado se esses polímeros poderiam ter origem renovável ou não, e também sobre a forma de descarte e a consequência disso na natureza.

Figura 6 - Padlet Aluna B

Meu padlet sublime

Polietileno de alta densidade

- é um polímero obtido pela polimerização do eteno e constituído apenas de hidrogênio e carbono. É o polímero mais simples e mais barato do mercado devido à sua alta produção mundial.

Aplicações:

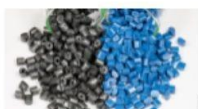
- cobertura de lagoas;
- fossas de neutralização;
- tanques de água e lagoas artificiais;
- embalagens.

referências:<https://gedelplasticos.com.br/artigos/pead-polietileno-de-alta-densidade/#:~:text=O%20Polietileno%20de%20Alta%20Densidade%20tamb%C3%A9m%20%C3%A9%20aplicado%20nos%20seguintes,Caixas%20d%C3%A1gua>

Polietileno de Alta Densidade (PEAD): características e aplicações

O Polietileno (PE), também chamado de Polieteno, é um polímero obtido pela polimerização do eteno e constituído apenas de hidrogênio e carbono. É o polímero mais simples e mais barato do mercado devido à sua alta produção mundial.

GEDEL PLÁSTICOS



PET: Síntese e aplicações - Transformação

O poli(tereftalato de etileno), conhecido mundialmente pela sigla PET, é um polímero da família dos poliésteres que se tornou muito popular ao ser usado para fabricar as garrafas de refrigerantes (bebidas carbonatadas). Mas ele é bem antigo, pois teve origem em 1941, para a fabricação de fibras têxteis.



PLÁSTICO.COM.BR - O PORTAL DA REVISTA PLÁSTICO MODERNO

Poliuretano

-é um polímero que forma um material sólido com textura muito similar à espuma;

- possui excelentes características para a indústria, como flexibilidade, leveza, resistência à abrasão (riscos) e possibilidade de formatos diferenciados;

APLICAÇÃO:

- espuma de colchão;
- assentos de automóveis;
- isolantes térmicos de paredes e refrigeradores;
- isolantes acústicos;
- calçados;
- carpetes.

Info adicionais:O Grupo de Química Analítica de Polímeros (da Universidade de São Paulo, campus de São Carlos) desenvolve, desde 1984, uma pesquisa com biopolímeros de PU derivados do óleo de mamona para a aplicação na área médica. O material do estudo se mostrou totalmente compatível com os tecidos de organismos vivos, não apresentando rejeição.



Polietilenotereftalato

o PET é um dos polímeros mais resistentes disponíveis para a fabricação de embalagens, pois apresenta:

- o Resistência mecânica
- o Resistência química
- o Excelente barreira contra gases e odores
- o Transparência
- o Brilho

Aplicações:

- Embalagens;
- filamentos (fios para tecelagem)
- fitas magnéticas
- filmes para radiografias
- laminados para impressão.

referências:<https://www.plastico.com.br/pet-sintese-e-aplicacoes-transformacao/>
http://file.abiplast.org.br/download/links/links%202014/materiais_plasticos_para_site_vf_2.pdf

No Padlet da Aluna B, além das características físico-químicas e da descrição da forma de polimerização dos mesmos, apresentando os *conhecimentos químicos*, ela apresentou, no exemplo do polietileno de alta densidade, como ele é um polímero simples e barato do mercado e tem uma alta produção mundial, mostrando conhecimentos de *engenharia* e *conhecimentos sociocientíficos*. Também foram observadas características sobre *tecnologia* e *conhecimentos ambientais*, onde ela cita um grupo que está trabalhando com poliuretanos derivados de óleo de mamona citando a palavra biopolímeros. Não foi falado sobre a origem e descarte dos polímeros.

O que se observa é que ambas se preocuparam em relatar as características físicas e químicas, mas não se preocuparam muito em debater a respeito de reciclagem, formas de diminuir o consumo, formas de descarte e também sobre a origem dos polímeros. Isso pode ter ocorrido devido às mesmas pertencerem ao curso técnico de química e esse tema estar prioritariamente relacionado com a parte de processos industriais nesses cursos, onde o ensino parece ter mais ênfase na parte química e tecnológica, e ser pouco debatido de uma forma que abranja aspectos sociais e ambientais.

A sociedade, de forma geral, tem grande dificuldade em conscientizar-se da efetiva necessidade da separação dos diferentes tipos de resíduos gerados no dia a dia. Por outro lado, as autoridades não disponibilizam recursos para uma implantação de coleta seletiva (FIGUEIREDO; DEORSOLAB, 2011, p.190). O processo de transformação do lixo reciclável não representa unicamente em transformar materiais reciclados em outros para serem consumidos novamente, é importante que haja uma redução do uso por parte da população, a qual faz parte desse processo, visto que os resíduos passam a ser graves problemas urbanos e ambientais (CRISOSTIMO, 2011).

h) 4A1a

Na análise do estudo de caso, as alunas apresentaram de forma oral as opiniões e considerações a respeito. A Aluna B comenta:

Em relação à quantidade de lixo retirado dos oceanos, eu consegui fazer essa relação quando visitamos o museu da UFRGS, pois lá tinha uma

tartaruga, conforme a imagem ilustrativa no estudo de caso cheia de material plástico, fiquei bem surpreendida ao ver isso pessoalmente (Aluna B).

A aluna A complementa:

Sabemos da quantidade de material plástico que são retiradas dos oceanos, que são toneladas, mas não temos a noção real disso em tamanho real, pois o plástico é muito leve, e isso em toneladas se torna um volume muito grande (Aluna B).

Ao serem indagadas sobre quais seriam nossas alternativas para tentarmos reduzir consumo de material plástico, a Aluna B respondeu:

Acho que poderíamos achar outras alternativas para substituir as embalagens plásticas, como por exemplo as pessoas que produzem de forma artesanal cosméticos, principalmente das pessoas que se preocupam em ter uma embalagem que não seja plástico, como por exemplo papel, latas (Aluna B).

Foi falado que as comunidades e as escolas deveriam fazer campanhas de conscientização da reciclagem dos plásticos, a Aluna B exemplifica o que foi visto em um dos vídeos apresentados no curso: “*Até o exemplo do que foi feito no vídeo do manual do mundo*”. Nesse vídeo, foram coletadas embalagens plásticas vazias e separadas pelo seu número de reciclagem, depois elas foram picadas e derretidas no forno, onde foi produzido outro tipo de material após a fundição do plástico. Outra fala importante da Aluna A:

Devemos evitar usar sacolas plásticas no mercado, tentar usar garrafas retornáveis...eu tenho hábito de quando vou ao mercado se eu pegar duas cenouras eu não vou colocar em um saco plástico, mesma coisa o melão não precisa colocar em um saco (Aluna A).

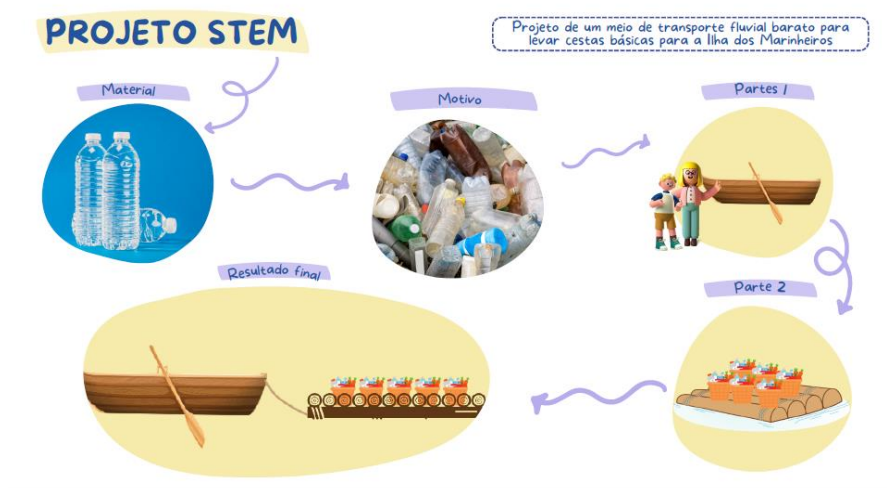
Percebe-se, no depoimento das duas estudantes, uma consciência sobre *conhecimentos ambientais*, relacionados ao consumo excessivo de materiais plásticos, principalmente no comentário da Aluna A, onde ela fala a respeito da relação da imagem da tartaruga cheia de material plástico, onde viu isso presencialmente no museu da UFRGS. Na fala da estudante em relação a quantidade de material em toneladas e fazer a relação de que esse material é leve e o volume observado pode ser bem maior, podemos perceber uma relação com a *matemática* a

respeito disso. Até o momento, essa categoria só havia surgido na elaboração da tabela, mas de uma forma muito discreta, sem muitos comparativos. Outra categoria observada foi de *conhecimentos sociocientíficos*, onde a estudante relata que não devemos usar sacolas plásticas no mercado, as garrafas retornáveis, mostrando preocupação em diminuir esse consumo excessivo.

i) 4A1b

Nessa aula, foi solicitado que as estudantes elaborassem um esboço do pré-projeto que estava sendo construído. A Figura... apresenta o esboço produzido:

Figura 7- Esboço do projeto elaborado pelas estudantes



Fonte: Estudantes

Na proposta do projeto, elas deveriam escolher um polímero para execução da atividade. A Aluna A apresenta então a escolha:

O material utilizado então seria a garrafa PET, pois frequentemente descartada, ela é resistente, se ela está fechada ela não absorve água, então poderíamos colocar peso sobre elas. A primeira ideia seria fazer um barquinho com as garrafas, onde iriam duas pessoas, e fazer uma balsa para carregar as cestas de alimento. A ideia é que essa balsa tivesse duas camadas de garrafa PET, e colocar também algumas garrafas na borda, para não virar o material que seria carregado. Essas garrafas aguentam um certo peso (Aluna A).

Quando foi mencionado que elas aguentam certo peso, foi questionado se elas

havam pesquisado sobre esse dado, ao que a Aluna A responde:

Não pesquisamos sobre isso, mas acho que não vamos achar muita coisa, pois depende de quantas camadas de garrafa vamos colocar. A ideia é então acoplar essa balsa do barco. Pesquisamos a respeito e achamos várias imagens de barcos de garrafa PET, pensamos em colocar ela na horizontal, mas acho que elas na vertical, em pé elas dão mais altura na embarcação e resistência (Aluna A).

Na elaboração do projeto, surgiu novamente a categoria de *conhecimentos ambientais*, quando elas falam a respeito do descarte excessivo de garrafas PET. Os *conhecimentos químicos* aparecem quando elas relatam a respeito da resistência física do material, e de *engenharia*, pois elas tiveram a preocupação na distribuição dessas garrafas para que o barco não virasse. O que sentimos falta quando foi questionado em relação ao peso que esse barco ia suportar, foi uma pesquisa mais profunda a respeito desse assunto. A solução delas seria além do barco fazer a balsa, para transportar o material, mas elas também não souberam responder a quantidade de cestas básicas que poderiam carregar por vez, pois não tinham noção da capacidade de carga do barco e da balsa projetada.

O ensino STEM, conforme definido por Breiner *et al.* (2012):

Pode ser uma variedade de atividades, mas, de modo geral, inclui a substituição das estratégias tradicionais de ensino baseadas em palestras por mais pesquisas e abordagens baseadas em projetos (BREINER, et al., 2012, p.5).

Esses projetos englobam resolução de situações problemas que envolvem conceitos de ciências, tecnologia, engenharia e matemática (SANTOS, GIMENES e SILVA, 2021, p.2). O estudante que se forma em STEM se torna um solucionador de problemas, reconhecem as necessidades do mundo, projetando e implementando soluções de forma criativa, se tornando tecnologicamente alfabetizados e pensadores lógicos (MORRISON, 2006). Alguns desses pontos destacados, puderam ser observados na elaboração prévia do projeto, como na solução para carregar as cestas básicas utilizando a balsa, para resolver o problema de o barco virar em caso de peso excessivo.

j) 6A1a

Na última aula, as estudantes realizaram a apresentação do projeto, utilizando como ferramenta o Project Model Canvas³. O projeto final está representado nas Figuras 8, 9 e 10 respectivamente:

Figura 8 – Projeto finalizado parte 1

STEM | Gerente de Projeto:

🔌 Objetivo Smart

Título	Criação	Atualização
Objetivo: Levar alimento para as famílias que moram na ilha, através da confecção de um bote	17/10/2022	17/10/2022
Mensurável: 830 garrafas	17/10/2022	1/11/2022
Recursos para a construção da barca arrecadados através de doações	17/10/2022	
Impactos positivos sociais, ajudando famílias necessitadas e também ambientais, reutilização das garrafas.	17/10/2022	18/10/2022
Meta: alcance do objetivo proposto em 2 meses	17/10/2022	17/10/2022
Meio de transporte fluvial que leve uma certa quantidade de cestas básicas para a Ilha dos Marinheiros	1/11/2022	

📋 Requisitos

Título	Criação	Atualização
DIMENSÕES GARRAFA	1/11/2022	1/11/2022
CÁLCULO BASE BARCO- 260	1/11/2022	1/11/2022
CÁLCULO BASE Balsa- 260	1/11/2022	1/11/2022
CÁLCULO LATERAIS BARCO- 196	1/11/2022	
CÁLCULO LATERAIS Balsa- 112	1/11/2022	

📦 Produto

Título	Criação	Atualização
Barco de 2 lugares com "balsa" acoplada e remo	17/10/2022	
O barco aguentaria 114 Kgs	27/10/2022	1/11/2022
A balsa aguentaria 93 Kgs	1/11/2022	

Fonte: Estudantes

³ Ferramenta disponível em: <https://projectcanvas.online/>

Figura 9 – Projeto finalizado parte 2

Grupo de Entregas

Título	Criação	Atualização
Entrega por voluntários	1/11/2022	
Se pensarmos que cada família consome 8 garrafas por mês, precisaríamos de 104 famílias	1/11/2022	1/11/2022

Equipe

Título	Criação	Atualização
	17/10/2022	
	17/10/2022	

Restrições

Título	Criação	Atualização
Peso excessivo	18/10/2022	
Cuidado ao remar	18/10/2022	
Evitar movimentos bruscos	18/10/2022	
Arrecadação de suprimentos necessários	17/10/2022	1/11/2022
Dias não chuvosos para que possa ser realizada a travessia de bote	17/10/2022	1/11/2022

Premissas

Título	Criação	Atualização
Questões Ambientais	17/10/2022	1/11/2022
Dia não chuvoso	17/10/2022	1/11/2022
Desenvolvimento correto	17/10/2022	1/11/2022
Aprimoramento do transporte	1/11/2022	
Barateamento e menos poluição	17/10/2022	

Fonte: Estudantes

Figura 10 – Projeto finalizado parte 3

🇺🇸 Custo

Título	Valor Previsto	Valor Realizado	Criação	Atualização
Garrafas PET 2L- doações	R\$ 0,01	R\$ 0,00	17/10/2022	17/10/2022
Cola Poxipol Solda plástica Transparente 10un	R\$ 300,00	R\$ 0,00	17/10/2022	18/10/2022
Corda (ligação barco-balsa) -	R\$ 25,00	R\$ 0,00	18/10/2022	
Madeira para fazer remo	R\$ 90,00	R\$ 0,00	27/10/2022	1/11/2022
Cintos para amarração das cestas básicas	R\$ 78,00	R\$ 0,00	27/10/2022	1/11/2022
TOTAL	R\$ 493,01	R\$ 0,00		

Fonte: Estudantes

A proposta do projeto era a elaboração de um meio de transporte pluvial, em que o material usado fosse a base de polímeros ou biopolímeros, as estudantes optaram em utilizar garrafas PET. Na apresentação do projeto, alguns pontos foram destacados em relação a justificativa do uso da balsa no barco de garrafas, a Aluna A comenta:

Porque optamos pela elaboração da balsa, pois carregar tudo no barco poderia ser muito pesado e iríamos precisar de um espaço maior. As premissas do projeto seriam as questões ambientais, pois estaríamos usando um material reciclável, e esse material não acabaria indo para um aterro. Os recursos usados seriam arrecadar as garrafas através de doações (Aluna A).

A Aluna B complementa:

Precisaríamos de dias ensolarados, pois dias chuvosos poderiam comprometer a travessia do bote até a ilha dos marinheiros. As restrições na elaboração do projeto seria o peso, a quantidade de material a ser levado não poderia ser muito grande, cuidado ao remar, para não bater ou apoiar nas garrafas (Aluna B).

A aluna A fala dos benefícios: “Os *benefícios futuros seriam com o tempo aprimorar esse meio de transporte, ampliar a espessura do chão e da parede do barco, o barateamento e menos poluição.*”

Nessa primeira parte da apresentação, podemos observar que houve uma preocupação ambiental, destacando a categoria de *conhecimentos ambientais*, onde elas falam que estão usando um material reciclável. Em relação a categoria da *engenharia*, ela se destaca quando pensaram na balsa para não sobrecarregar o peso do barco. Também se percebem *conhecimentos sociocientíficos*, pois as alunas dizem que iriam arrecadar as garrafas da comunidade, destacando a importância de não irem para um aterro. Pode-se observar uma preocupação com o peso do material a ser carregado: na tabela da elaboração do projeto, elas estimaram a quantidade de garrafas consumidas por família e de quantas iriam precisar para execução do projeto, mostrando a categoria da *matemática* nesse item. O que não foi apresentado foi as dimensões do barco e quantidade exata de quantas garrafas iriam ser usadas. Outro ponto que sentimos falta foi as características físicas do plástico a ser utilizado, como resistência, peso de cada garrafa, qual a capacidade máxima de transporte. Esses itens foram adicionados após apresentação quando foram feitos os questionamentos a respeito do projeto.

Abaixo seguem as respostas de alguns questionamentos feitos:

Em relação ao peso das cestas básicas, existem vários e tamanhos diferentes. Em relação ao PET, dependendo do processamento dele algumas garrafas são mais finas, então para verificar isso ia depender o tipo de garrafas que iam ser doadas (Aluna B).

Foi questionado como seria a montagem dessas garrafas, ao que a Aluna A responde:

Pensamos em colocar elas na vertical, e para fixar umas nas outras, optamos pela cola Poxipol, pois ele é resistente a água, pensamos também em fazer um chão com folha de bananeira, mas como iremos usar mais de uma vez ela poderia se degradar, então desistimos.” Na questão do transporte das cestas pensamos em pegar cestas menores pois fica melhor em distribuir elas, para não correr o risco de a balsa virar (Aluna A).

Em relação à quantidade de garrafas que elas iam utilizar, inicialmente elas disseram que iriam usar umas 100 garrafas, perguntei se elas tinham feito as medidas de comprimento e diâmetro de uma garrafa para ter ideia de quantas iam precisar, elas responderam que não tinham pensado nisso. A Aluna B comenta: “*Nossa, não tínhamos pensado nisso, pois ficamos nos questionando como íamos saber quantas garrafas exatamente seriam necessárias.*”

No projeto, foi comentado que faltaram as dimensões do barco e da balsa, pois através desses dados elas conseguiriam estimar a quantidade de garrafas. A Aluna B complementa que também com esses dados poderia saber de quantas famílias iriam precisar arrecadar as doações de garrafa - mais uma vez a categoria da *matemática* ficou faltando nesse item.

Segundo Nguyen, Nguyen e Tran (2020), os estudantes podem fazer conexões entre o contexto da vida real e os conceitos que são ensinados, com isso ficam mais interessados em aprender se virem que o que é ensinado nas escolas, se relacionarem com o que fazem em suas vidas diárias. Esse tipo de aprendizado e raciocínio mudará o comportamento dos alunos em relação ao seu ambiente.

Em relação ao projeto em grupo, onde as estudantes se reuniram para elaboração da proposta, podemos ver as atividades todas feitas de forma colaborativa entre elas, onde as ideias de uma complementavam a da outra, fazendo com que a Aluna B demonstrasse mais as categorias de aprendizagem que antes não foram muito percebidas nas atividades anteriores. Consideramos isso muito positivo, pois as habilidades colaborativas construídas nas atividades de ensino formal se refletem no desenvolvimento de atitudes e comportamentos positivos fora da escola para trabalhar juntos para o desenvolvimento sustentável da comunidade e do país (NGUYEN, NGUYEN; TRAN, 2020).

Além disso, Gamage *et al.* (2022) reforçam a importância do uso de projetos de resolução de problemas na educação STEM para promover uma aprendizagem significativa que reduza a barreira entre a escola e a vida real por meio de práticas educacionais ancoradas em fatores de sucesso e estratégias metacognitivas. No trabalho de Willison, Davidson e Scott (2020), proporcionou aos professores um pacote flexível de recursos para estimular o interesse em questões ambientais em

STEM, proporcionando aos alunos a oportunidade de ampliar seu currículo e explorar a química dentro de um contexto local que eles melhorassem o perfil e a compreensão da ciência do solo de seus alunos. A proposta do projeto no curso de extensão realizado, também teve esse intuito, onde os estudantes pudessem relacionar conhecimentos ambientais e químicos, juntamente com as outras categorias já citadas nesse trabalho. Observou-se que a categoria química foi pouco explorada na apresentação e na escrita do projeto. Em nenhum um momento foi citado sobre as propriedades químicas dos materiais envolvidos, principalmente relacionada a resistência do material.

Honey, Person e Schweingruber (2014) ressaltam que, embora as práticas de todas as áreas de conteúdo sejam necessárias para apoiar a aprendizagem STEM, muitas vezes há uma área STEM que desempenha um papel dominante. Como, por exemplo, segundo Dufranc *et al.* (2020), a engenharia muitas vezes desempenha um papel central como um 'integrador' que ajuda a contextualizar o aprendizado do aluno, fornecendo contextos ricos em que o aprendizado e a aplicação de conceitos e práticas de ciências e matemática acontecem quando os alunos estão procurando ativamente por soluções. Em nosso caso, podemos perceber que os *conhecimentos ambientais, engenharia e matemática* foram as que mais se sobressaíram na escrita e na apresentação do projeto.

k) 6A1B

Neste item, será apresentado o Questionário final na íntegra. Foi utilizado questionários utilizando a escala Likert e também perguntas com respostas abertas para avaliação do curso e da aprendizagem das estudantes:

Quadro 3 - Respostas questionário escala Likert Aluna A:

Perguntas	Concordo plenamente	Concordo parcialmente	Discordo totalmente	Não concordo e nem discordo
Sobre oficina de extensão, você acha que ela ajudou a melhorar seus conhecimentos sobre química?	X			
Sobre oficina de extensão, você acha que ela ajudou a melhorar seus conhecimentos sobre tecnologia?	X			
Sobre oficina de extensão, você acha que ela ajudou a melhorar seus conhecimentos ambientais?	X			
A respeito do tema sobre polímeros e biopolímeros, você acha que seus conhecimentos ampliaram após a realização da oficina?	X			
As atividades realizadas durante o curso foram satisfatórias para melhoria da sua aprendizagem a respeito do assunto?	X			
Perguntas	Superou minhas expectativas	Estava dentro das minhas expectativas	Estava abaixo das minhas expectativas	Não consigo opinar
A respeito da metodologia aplicada no curso, estava de acordo com o esperado?	X			
Em relação à realização da proposta didática pela professora, ela estava de acordo com suas expectativas?	X			

Quadro 4 - Respostas questionário escala Likert Aluna A:

Perguntas	Concordo plenamente	Concordo parcialmente	Discordo totalmente	Não concordo e nem discordo
Sobre oficina de extensão, você acha que ela ajudou a melhorar seus conhecimentos sobre química?	X			
Sobre oficina de extensão, você acha que ela ajudou a melhorar seus conhecimentos sobre tecnologia?	X			
Sobre oficina de extensão, você acha que ela ajudou a melhorar seus conhecimentos ambientais?	X			
A respeito do tema sobre polímeros e biopolímeros, você acha que seus conhecimentos ampliaram após a realização da oficina?	X			
As atividades realizadas durante o curso foram satisfatórias para melhoria da sua aprendizagem a respeito do assunto?	X			
Perguntas	Superou minhas expectativas	Estava dentro das minhas expectativas	Estava abaixo das minhas expectativas	Não consigo opinar
A respeito da metodologia aplicada no curso, estava de acordo com o esperado?	X			
Em relação à realização da proposta didática pela professora, ela estava de acordo com suas expectativas?	X			

Em relação as respostas anteriores das estudantes, ambas concordaram plenamente que seus conhecimentos, químicos, tecnológicos e ambientais melhoraram. Os conhecimentos a respeito do tema polímeros e biopolímeros também

foram satisfatórios, segundo elas. Ambas demonstraram ter gostado das atividades propostas e gostaram da didática que foi aplicada pela professora. Abaixo seguem as respostas das perguntas abertas:

Pergunta: **Quais conhecimentos de química você acha que desenvolveu nesta oficina?**

Resposta Aluna A: *“Desenvolvi conhecimentos em relação a polímeros que não sabia, curiosidades e definitivamente gosto da área de polímeros mais do que de metais, por exemplo.”*

Resposta Aluna B: *“Processamento do petróleo; composição da nafta; processamento dos polímeros; propriedades dos polímeros em geral entre outros.”*

Pergunta: **Quais conhecimentos tecnológicos você acha que desenvolveu nesta oficina?**

Resposta Aluna A: *“Desenvolvi conhecimento sobre processos e tecnologias novas que são utilizadas e que eu não sabia.”*

Resposta Aluna B: *“Criação de projetos utilizando as áreas de conhecimento do STEM.”*

Pergunta: **Quais conhecimentos ambientais você acha que desenvolveu nesta oficina?**

Resposta Aluna A: *“Sim, consegui ver algumas partes da sustentabilidade/poluição que não sabia e que tem coisas que achamos ser sustentável, mas não são.”*

Resposta Aluna B: *“O plástico chamado de “verde” muitas vezes apresenta muito pouco material a ser reciclado; biopolímeros não são necessariamente sustentáveis; conscientização acerca da quantidade de plástico utilizada no dia a dia.”*

Abaixo segue uma pergunta de múltipla escolha, onde as estudantes responderam quais as atividades que mais gostaram.

Pergunta: **Quais foram as atividades que você mais gostou? Pode ser mais de uma resposta.**

Resposta Aluna A:

- Nuvem de palavras
- Questionários a respeito das análises dos vídeos e artigos
- Tabela sobre os polímeros selecionados em casa
- Elaboração do Padlet
- Estudo de caso
- Elaboração do projeto

Resposta Aluna B:

- Nuvem de palavras
- Questionários a respeito das análises dos vídeos e artigos
- Tabela sobre os polímeros selecionados em casa
- Elaboração do Padlet
- Estudo de caso
- Elaboração do projeto

A seguir seguem perguntas com respostas abertas:

Pergunta: Em relação a pergunta anterior, justifique sua resposta.

Resposta Aluna A: *“A nuvem de palavras foi legal, para que possamos ver “o que vem primeiro na cabeça”, a tabela de polímeros mostrou o quanto de polímeros temos em casa, a elaboração do padlet facilitou a associação mais rápida do conteúdo, o projeto fez com que exercitássemos a nossa capacidade de criar.”*

Resposta Aluna B: *“Gostei muito dos artigos propostos pela professora. Justificando a questão anterior, gostei dos questionamentos acerca dos vídeos e artigos pois nos torna pessoas mais críticas, o que é algo necessário; gostei da tabela sobre os polímeros selecionados em casa, pois*

me fez pensar sobre como quase tudo na minha casa tem plástico na composição e gostei muito de fazer o projeto pois vi que envolve muita coisa, muitas pesquisas e que é necessário estarmos adeptos não só a nossa área, mas também a outras como matemática e tecnologia.”

Pergunta: Em relação as atividades relacionadas ao projeto, as suas expectativas foram atingidas, tanto na elaboração da proposta, como no trabalho em grupo? Descreva.

Resposta Aluna A: *“Sim, gostei muito das atividades.”*

Resposta Aluna B: *“Sim, as atividades agregaram muito, foram apresentadas de forma que despertou ainda mais o meu interesse pelo assunto. O projeto ajudou a colocar em prática o que tínhamos visto nas aulas teóricas.”*

Pergunta: Escreva sugestões, críticas a respeito da oficina de extensão.

Resposta Aluna A: *“Minha sugestão seria: ter mais aulas teóricas, além das que já tem.”*

Resposta Aluna B: *“Excelente oficina, didática muito boa e atividades muito bem elaboradas.”*

Como podemos observar nas repostas das estudantes, elas relatam que adquiriram conhecimentos novos em relação ao tema de polímeros, onde elas relataram durante as aulas que não eram abordados de forma tão abrangente no curso delas, como o processamento de petróleo, quando se referem a composição da nafta, e a propriedade dos polímeros, destacando os *conhecimentos químicos* adquiridos. Destacam o conhecimento de tecnologias novas, mas não exemplificam quais, ficando um pouco difícil de avaliar essa categoria. A Aluna B relata que aprendeu a criar um projeto relacionando às áreas de conhecimento da sigla STEM, mas também de forma superficial sem relacionar diretamente com o projeto elaborado por elas. Na parte de *conhecimentos ambientais*, a Aluna A cita que tinham coisas que ela achava que era sustentável, mas não são, mas também explica exatamente o que seria. A Aluna B fala a respeito do plástico verde, relatando que ele é muito

pouco reciclado. Em uma das discussões feitas nas aulas, falamos sobre o uso das *eco bags*, as sacolas feitas de material não-tecido com uma alternativa para não usar as sacolas plásticas. Outro ponto interessante nas repostas é que com a criação da tabela a Aluna B comenta a respeito da conscientização do uso de plásticos no dia-a-dia, onde isto pode ser representado na atividade que elas elaboraram. Ambas marcaram que gostaram dessa atividade.

A seguir é apresentado a Tabela 5, que corresponde a evolução da aprendizagem das participantes relacionando as categorias de análise.

Tabela 5 - Evolução da aprendizagem segundo as categorias de análise

ATIVIDADE	CIÊNCIA (QUÍMICA/ BIOLOGIA)	TECNOLOGIA	ENGENHARIA	MATEMÁTICA	CONHECIMENTOS AMBIENTAIS	CONHECIMENTOS SOCIOCIENTÍFICOS
1A 1a /1A 1b	● ▲	● ▲	● ▲		● ▲	
1A 1c	● ▲	● ▲	● ▲		● ▲	●
2A 1a	●	●	● ▲	●	●	
2a 1b	●	●	●		●	●
3A 1a				● ▲	●	●
3A 1b	● ▲	● ▲	● ▲		● ▲	● ▲
4A 1a				●	● ▲	●
4A 1b	● ▲		● ▲		● ▲	
6A 1a			● ▲	● ▲	● ▲	● ▲
6A 1b	● ▲	● ▲	● ▲		● ▲	

Legenda:

- Aluna A
- ▲ Aluna B

Através da Tabela 5, podemos avaliar a evolução global de aprendizagem de cada participante e avaliar as categorias que mais foram evidenciadas em cada atividade. Nas Atividades 1A1a e 1A1b podemos ver que ambas as estudantes evidenciaram as mesmas categorias, isto pode ter ocorrido pois atividade proposta era em grupo. Na atividade 1A1C, podemos ver que além das categorias que apareceram anteriormente, surgiu uma nova categoria para Aluna A mais relacionada a *conhecimentos sociocientíficos*. Esta atividade era um questionário respondido de forma individual, no qual pode ser avaliada essa diferença de uma forma mais clara. Nas atividades 2A1A, 2A1B e 3A1a, a Aluna A se destacou mais em comparação a Aluna B, abrangendo praticamente todas as categorias. A Aluna A era mais comunicativa em relação a Aluna B, e bastante participativa nos debates, pode ser por esse motivo que nessas atividades ela tenha se sobressaído em comparação com

a outra participante. A partir das próximas atividades, pode-se observar um equilíbrio entre as duas participantes, isso deve também por se tratar da atividade de projeto em conjunto, e na apresentação pode se observar uma evolução de ambas em relação aos assuntos abordados, principalmente da Aluna B.

Podemos observar também que as atividades em que menos apareceram categorias de análise foram as atividades da Tabela de polímeros que tinham na casa das participantes e o estudo de caso. A atividade da Tabela era para se ter uma estimativa de quanto de material plástico era consumido por elas. O que pode-se perceber é que em relação a categoria da *matemática* a Aluna B, completou de forma correta a tabela. No estudo de caso, também foi difícil de se avaliarem as categorias, pois elas somente apresentaram oralmente a discussão a respeito, mas a proposta era para ter sido feito um texto. A Aluna A, por ser mais comunicativa, apresentou mais categorias na análise. Por fim, podemos perceber que as categorias que menos apareceram foram a *matemática* e *conhecimentos sociocientíficos*, provavelmente devido ao curso das mesmas ser relacionado mais a área química, tecnologia e engenharia (Curso Técnico em Química), e também em relação às atividades propostas que pouco abordaram essas categorias.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir que a oficina de extensão atingiu seus objetivos em relação a aprendizagem das participantes. Percebeu-se que elas tinham algum conhecimento prévio sobre o tema polímeros e biopolímeros, mas nada muito aprofundando, pois sabiam apenas diferenças básicas sobre eles.

Em relação a elaboração, execução e conclusão do projeto, foi observado um pouco de dificuldade com relação a quantidade de material que elas iriam utilizar, mostrando que a área da matemática foi pouco desenvolvida, as demais áreas como química, tecnologia, engenharia e questões ambientais e socioeconômicas foram as que mais se sobressaíram no decorrer das atividades realizadas. As estudantes conseguiram perceber e integrar as quatro áreas da educação STEM, no decorrer das aulas, percebendo a importância de um ensino contextualizado que se aproxime mais da realidade em que vivemos. As discussões levantadas a respeito dos conhecimentos ambientais e sociocientíficos em relação ao uso excessivo de material plásticos mostraram que as estudantes tem consciência a respeito dessas questões e deram várias alternativas como exemplo para diminuir esse consumo.

STEM Education se mostra como uma nova forma de ensinar ciências em sala de aula, pois consegue desenvolver nos estudantes habilidades de análise crítica, uso de evidências e considerações éticas a respeito de temas abordados envolvendo ciência. Essa abordagem de ensino instiga o estudante a desenvolver sua criatividade, desenvolver competências, trabalharem em equipe, conseguem fazer conexões científicas com o mundo real, se tornando um estudante solucionado de problemas. Este estudo nos mostrou que a aplicação de STEM no ensino formal não necessariamente precisa ser aplicado em várias disciplinas diferentes do currículo escolar, mas através de uma, ou mais atividade, podemos conseguir abranger as quatro áreas a qual a sigla se refere. Através da temática sobre polímeros e biopolímeros, conseguimos trabalhar de forma ampla as áreas de conhecimento da educação STEM e promover uma evolução na aprendizagem dos participantes.

Por fim, esperamos que esse trabalho sirva de inspiração para que professores de ciências implementem o STEM em suas aulas; e de substrato para pesquisadores em ensino de ciências que desejem continuar investigando sobre STEM.

9. REFERÊNCIAS

APOLINÁRIO, E. Sustentabilidade e educação. **Teocomunicação Revista de Teologia da PUC-RS**, Porto Alegre, v. 49, n. 2, jul/-dez. p.1-15. 2019.

BARRETT, R. *et al.* Social and Tactile Mixed Reality Increases Student Engagement in Undergraduate Lab Activities. **Journal of Chemical Education**, v.95, n.10, p.1755 – 1762, 2018.

BASU-DUTT, S.; SLAPPEY.C.; BARTLEY, J. K. Making Chemistry Relevant to the Engineering Major. American Chemical Society and Division of Chemical Education. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 11, p.1206-1212, 2010.

BELL, D., *et al.* STEM education in the twenty-first century: learning at work - an exploration of design and technology teacher perceptions and practices. **International Journal of Technology and Design Education**, v.28, n,32, p. 721-737, 2017.

BOY, G.A. From STEM to STEAM: Toward a human-centered education, creativity & learning thinking. **Proceedings of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics, ECCE 2013**, n.3, p.1-7, 2013.

BREINER, J.M.; *et al.* What is STEM? A discussion about Conceptions of STEM in education and partnerships. **School Science and Mathematics**, v.112, n.1, p.1-10, 2012.

BYBEE, R.W. **The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities**. NSTA Press Book: Arlington, VA, USA, 2013.

BURROWS, A.C. *et al.* Biodiesel and Integrated STEM: Vertical Alignment of High School Biology/Biochemistry and Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v.91, n.9, p.1379-1389, 2014.

CHEN, F.; ZHU, L.; LIU, L. Design and evaluation of science teaching using STEM literacy. **Advances in Social Science, Education and Humanities Research**, China, v. 371, p.116-123, 2019.

CHONKAEW.P.; SUKHUMMEK, B.; FAIKHAMTA.C. STEM Activities in Determining Stoichiometric Mole Ratios for Secondary-School Chemistry Teaching. **Journal of Chemical Education**, v.96, p.1182-1186, 2019.

CORDOVA, A.J.; PEÑA, O.I.G. Enhancing Student Engagement with a Small-Scale Car That Is Motion-Controlled through Chemical Kinetics and Basic Electronics. **Journal of Chemical Education**, v.97, p.3707-3713, 2020.

CORLU, M.S.; CAPRARO.R.M.; CAPRARO, M.M. Introducing STEM Education: Implications for Educating Our Teachers For the Age of Innovation. **Education and Science**, v.39, n.71,2014.

CRISOSTIMO, A.L. Educação ambiental, reciclagem de resíduos sólidos e responsabilidade social: formação de educadores ambientais. **Revista Conexão UEPG**, v. 7 n. 1, p.88-95, Jan./Jun.,2011.

DEWILDE, J.F. *et al.* Evaluating Large-Scale STEM Outreach Efficacy with a Consistent Theme: Thermodynamics for Elementary School Students. **ACS Omega**, v.4, n.2, p.2661-2668, 2019.

DOMÈNECH-CASAL, J. STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. Universitas Tarraconensis. **Revista de Ciències de l'Educación**, v.1, n.2, p. 154-168, 2019

DONNELLY, J.; DIAZ, C.; HERNANDEZ, F. OCTET and BIOTEC: A Model of a Summer Intensive Camp Designed To Cultivate the Future Generation of Young Leaders in STEM. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 4, p. 619-625, 2015.

DUFRANC, I.M.G., *et al.* Robotics and early-years STEM Education: The bot STEM framework and activities. **European Journal of STEM Education**, v.5, n.1, p.1-13, 2020.

FARIAS, S.S., *et al.* Biopolímeros: uma alternativa para promoção do Desenvolvimento sustentável. **Revista Geonorte**, v.7, n.26, p.61- 77, 2016.

FIGUEIREDO, M.A.G.; DEORSOLA, A.C. A questão da responsabilidade socioambiental na reciclagem de plástico no Rio de Janeiro. *Produção*, v. 21, n. 1, p. 190-195, jan./mar. 2011.

FREITAS, W.P.S.; MUNCHEN, S.; CALIXTO, V.S. Conscientização social e preservação ambiental: Desenvolvimento de valores em aulas de química a partir do tema plásticos. **REDEQUIM**, v.2, n.2, Out., 2016.

GABEL, D.L. Use of the Particle Nature of Matter in Developing Conceptual Understanding. **Symposium: lecture and learning: Rre They Compatible**, v.70, n.3, p.193-194, Mar., 1993.

GAMAGE, K.A.A, *et al.* Embedding sustainability in learning and teaching: lessons learned and moving forward - Approaches in STEM higher education programmes. **Education sciences**, v.12, n.3, p.1-20, 2022.

GENTILE, L. *et al.* Challenging Disciplinary Boundaries in the First Year: A New Introductory Integrated Science Course for STEM Majors. **Journal of College Science Teaching**, v.41, n. 5, p.44-50, 2012.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS. Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, 120 p.

GONÇALVES, D.C.; BENITE, C.R.M. Metodologia ativa e robótica educacional: uma proposta para o estudo do sistema solar. **ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. v.12, n. 3, p. 149-163, set./dez. 2022.

GREER, A.H. *et al.* Design of a Guided Inquiry Classroom Activity to Investigate Effects of Chemistry on Physical Properties of Elastomers. **Journal Chemical Education**, v.98, p.915-923, 2021.

GUPTA, A. *et al.* Introducing Chemical Reactions Concepts In K-6 Through BA Hands-On Food Spherification And Spaghetti-fication Experiment. **Journal of STEM Education**. v. 18, n.1, p.6-10, 2017.

HECK, C. **Integração de tecnologia no ensino de física na educação básica: um estudo de caso utilizando a experimentação remota móvel**. 2017. 113 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

HONEY, M.; PEARSON, G.; SCHWEINGRUBE, H. **STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research**. National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press, 2014, 181 p.

HERNANDEZ, P.R. *et al.* Connecting the STEM dots: measuring the effect of an integrated engineering design intervention. **International Journal Technology and Desing Education**, v.24, p.107-120, 2013.

HOLANDA, L.; BACICH, L. A aprendizagem baseada em projetos e a abordagem STEAM.In: BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso, 2020.p.29-40.

HOMA, A.I.R. Simuladores Robóticos na Educação STEM. **Acta Scientiae**. v. 21, n. 5,p.178-191, Canoas,2019.

JOHNSON, C.C. Conceptualizing Integrated STEM Education. **School. Science and Mathematics**, v. 113, n. 8, p. 367–368, 2013.

JONSTONE, A.H. The Development of Chemistry Teaching. **The Forum: Symposium on fievolution and Evolution in Chemical Education**, v.70, n.9, p.701-705, Sept.,1993.

KANAPATHY, S.; *et al.* Sustainable development concept in the chemistry curriculum an exploration of foundation students' perspective. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v.20, n., 2019, p. 2-22, 2019.

KENNEDY, T.J.; ODELL, M.R.L. Engaging Students In STEM Education. **Science Education International**, v.25, n.3, p.246-258, 2014.

LEITE, L.R.; LIMA, J.O.G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Estudo Pedagógicos**, Brasília, v. 96, n. 243, p. 380-398, maio/ago., 2015

LINS.F.A.V.; *et al.* O uso da metodologia STEM (science, technology, engineering and mathematics) no ensino de química: uma proposta à ser aplicada. **VI Congresso Nacional de Educação-CONEDU**, Fortaleza, 2019.

LOPES, T.B.; *et al.* Atividade de campo e STEAM: Possíveis interações na construção de conhecimento em visita ao Parque Mãe Bonifácia em Cuiabá MT. **Revista do Programa de Doutorado da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - REAMEC**, Cuiabá, v. 5, n. 2, p.304-323, jul/dez. 2017.

MACHADO, E.S.; JUNIOR,G.G. Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEM/STEAM Education: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 2, p. 43-57, 2019.

MARCONATO, J.C.; FRANCHETTI, S.M. Polímeros superabsorventes e as fraldas descartáveis. Um material alternativo para o ensino de polímeros. *Química nova na escola*, n.15, 2022, p.42-44.

MARLE, P.D.; *et al.* CSI–Chocolate Science Investigation and the Case of the Recipe Rip- Off: Using an Extended Problem-Based Scenario To Enhance High School Students' Science Engagement. **Journal of Chemical Education**, v.91, p.345-350, 2014.

MARTINHON, P.T.; *et al.* Polímeros e meio ambiente: uma proposta de ensino interativo numa abordagem teórico-prática para alunos de química do ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 4, p. 26-38, 2019.

MENEZES, M.P.P.C.A. **STEM na aprendizagem da tabela periódica: Um trabalho com alunos do 9.º ano**. 2018. 253 f. Dissertação (Mestrado em Ensino da Física e da Química) - Universidade de Lisboa, Lisboa 2018.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, M. A. O ensino de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.11, n.2, p.224-233, 2018.

MORRISON, J. S. (2006). **STEM education: The student, the school, the classroom**. TIES STEM Education Monograph Series, 1 – 7.

MURRAY, J.L. *et al.* A Novel Interdisciplinary Science Experience for Undergraduates Across Introductory Biology, Chemistry, and Physics Courses. **Journal of College Science Teaching**, v.43, n.6 p.46-51, 2014.

MURY,D.F.T.,*et al.* Abordagem do conteúdo polímeros sintéticos a partir da temática lixo e reciclagem nas aulas de química do ensino médio: uma proposta didática. **Conexões Ciência e Tecnologia**, Fortaleza/CE, v. 9, n. 4, p. 37 - 47, dez. 2015.

MUTAMBUKI, J.M. *et al.* Integrating Authentic Research Experiences into the Quantitative Analysis Chemistry Laboratory Course: STEM Majors' Self-Reported Perceptions and Experiences. **Journal Chemical Education**, v.96, n.8, p.1591-1599, 2019.

NGUYEN,T.P.L.; NGUYEN,T.H.; TRAN, T.K. STEM education in secondary schools: Teachers' perspective towards sustainable development. **Sustainability**, v.12, p.1-20, 2020.

PAULETTI, F.; ROSA, M.P.A.; CATELLI, F. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.7, n. 3, p.121-134. 2014.

PUBLIESE¹, G.O. STEM EDUCATION – um panorama e sua relação com a educação brasileira. **Currículo sem Fronteiras**, v. 20, n. 1, p. 209-232, 2020.

PUBLIESE², G.O. Um panorama do STEAM *education* como tendência global.In: BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso, 2020.p.13-27.

POZO, J. I. Teorias cognitivas da aprendizagem. 3ª ed. São Paulo: Artes Médicas, 1998.

QUARLES, D e NIETO, F. Exploring hybrid instruction in science: Using lms for contextual, interdisciplinary active learning enrichment. **Journal of Educational Technology Systems**, v. 41, n.3, p. 279-292, 2013.

RAMACHANDRAN, R.; SPARCK, E.M.; FITZGERALD, M.M.L. Investigating the Effectiveness of Using Application-Based Science Education Videos in a General Chemistry Lecture Course. **Journal of Chemical Education**, v. 96, n.3, p. 479-485, 2019.

ROGOSIC, R. *et al.* Modular Science Kit as a support platform for STEM learning in primary and secondary school. **Journal of Chemical Education**, v. 98, p. 439-444, 2021.

ROOS, A.; BECKER, E.L.S. Educação ambiental e sustentabilidade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.5, n.5, p. 857 - 866, 2012.

SÁNCHEZ, D.L.V.; MARTÍNEZ, A.G. Educación STEM, un campo de investigación emergente: análisis bibliométrico entre 2010 – 2020. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.26, n.3, p.195-219, 2021.

SANTOS, I.C. **Aplicação da Astronomia ao ensino de Física e Biologia**. 2017. 144 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2018.

SANTOS, G.C.; RIBEIRO, T.N.; SOUZA, D.N. Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir de experimentação e problematização. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v.14, n.30, Jan/Jul., p. 141-158,2018.

SANTOS, M.G.G.; GIMENES, R.; SILVA, M.R.A. Construção de uma sequência didática sobre química dos solos usando a metodologia STEM: Análise das competências da BNCC e dos elementos da abordagem CTS. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p.1-20, 2021.

SILVA, P. **Uso do programa STEM como alternativa de aprendizagem para alunos de 9º ano em Escola Pública e Privada da rede de ensino de Joinville - Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017.

SHAHALI, E.H.M., *et al.* STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. **EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education**, v.12, n.5, p.1189-1211, 2016.

SOONG, R. *et al.* Exploring the Maker Culture in Chemistry: Making an Affordable Thermal Imaging System for Reaction Visualization. **Journal of Chemical Education**, v.97, n.10, p.3887-3891, 2020.

SUMEN.O.O.; CALISICI. H. The Associating Abilities of Pre-Service Teachers Science Education Program Acquisitions with Engineering According to STEM Education. **Journal of Education and Practice**, Vol.7, No.33, 2016.

SUPALO, C.A.; HILL, A.A.; LARRICK, C.G. Summer Enrichment Programs To Foster Interest in STEM Education for Students with Blindness or Low Vision. **Journal of Chemical Education**, v.91, n.8, p.1257-1260, 2014.

TOMÁS.A.M.S. **STEM no ensino da massa e do peso: Um estudo com alunos do 7.º ano. 2021**. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Lisboa, Portugal, 2021.

WAARD, E.F., *et al.* Pre-university students' perceptions about the life cycle of bioplastics and fossil-based plastics. **Chemistry Education Research and Practice**, v.21, p.908-921, 2020.

WILLISON, D.; DAVIDSON, C.M.; SCOTT, F.J. How Safe Is Your Playground? Analyzing Soil in Scottish Schools through a University Outreach Project. **Journal of Chemical Education**, v.97, p.4321-4329, 2020.

YIN, R.K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 2º edição, ED.Bookman, Porto Alegre, 2001. 200 p.

10. APÊNDICES

APÊNDICE A

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO
SUL – IFRS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPPI
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP**

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar do projeto de pesquisa intitulado: " O USO DA METODOLOGIA STEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS, UTILIZANDO A TEMÁTICA SOBRE BIOPOLÍMEROS", utilizando a temática sobre biopolímeros". Nessa pesquisa pretendemos investigar como o uso da metodologia STEM através de um curso de extensão aplicada ao Ensino de Ciências, a partir da temática sobre biopolímeros, é capaz de motivar os estudantes e facilitar a aprendizagem de conteúdos específicos na área de química orgânica.

Sua participação é voluntária e se quiser desistir, em qualquer momento, não terá nenhum problema. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira.

A pesquisa será feita no Instituto Federal do Rio Grande do Sul-IFRS, através das seguintes etapas: 1) preenchimento de um questionário inicial, para conhecer o que o estudante sabe sobre o assunto; 2) curso de extensão sobre polímeros e biopolímeros, onde serão apresentadas a teoria de ambos os assuntos, atividade prática virtual e apresentação de um pré projeto elaborado pelo alunos; e 3) preenchimento de um questionário final para verificar o que o estudante entendeu da atividade. Todas as atividades ocorrerão na modalidade de ensino à distância, com um cronograma de cinco aulas.

Este estudo apresenta riscos mínimos por se tratar de uma pesquisa de caráter qualitativo, que busca investigar as potencialidades oriundas da metodologia STEM no contexto do ensino de ciências em um curso de extensão. Durante os diálogos envolvendo as aulas, pode-se gerar algum desconforto quanto às discussões envolvendo as atividades. No entanto, cabe salientar que, em qualquer momento, o participante poderá retirar sua autorização de participação na pesquisa.

Você não será identificado nem pelo seu nome, nem pelo uso de dados ou materiais que possam identificar sua participação no estudo. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, porém mantendo o anonimato.

Estou ciente que este estudo apresenta riscos mínimos, como gerar constrangimento aos responder alguma das perguntas ou mobilizar sentimentos e percepções. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida poderei realizar o contato imediato com um dos pesquisadores responsáveis pelo estudo que fornecerá os esclarecimentos necessários.

A coleta de dados envolvem atividades síncronas, as quais serão gravadas em áudio e vídeo para utilização na pesquisa. Ao término da pesquisa, os resultados serão divulgados através de artigos científicos e materiais instrucionais.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos.

Se tiver alguma dúvida ou necessitar esclarecimento, pode entrar em contato com os pesquisadores através dos telefones ou e-mails disponibilizados abaixo.

Autorização para uso de imagem/voz

Autorizo o uso de minha imagem e/ou voz para fins específicos de divulgação dos resultados, sendo seu uso restrito para auxiliar na análise dos dados desta pesquisa. Fui informado que serão tomadas todas as medidas possíveis para preservar o anonimato e a minha privacidade.

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

CEP/IFRS

E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br

Endereço: R. Cel. Vicente, 281 - Centro Histórico, Porto Alegre - RS, 90030-041

Telefone: (+55) (51) 39306002

CEP/UFRGS

E-mail: etica@propesq.ufrgs.br

Endereço: Av. Paulo Gama, 110, Sala 311, Prédio Anexo I da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060

Telefone: (+55) (51) 3308 3738

Horário de Funcionamento: de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:00 às 17:00h; Durante a pandemia da Covid-19, entrar em contato por e-mail.

Pesquisador(a) principal: Michelle Camara Pizzato

Telefone para contato: (51) 992502085

E-mail para contato: michelle.pizzato@poa.ifrs.edu.br

Demais pesquisadores:

Nome: Aline Lima dos Anjos

Telefone para contato: (51) 994185625

E-mail para contato: alineprofquimica8@gmail.com

Link google Forms:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc1trL_LO0wqSnQlitHfMwsqrzQPibBlxafIsaKVI752r3hnA/viewform?usp=sf_link

APÊNDICE B**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO
SUL – IFRS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPI
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****(para pais e/ou responsáveis)****Prezado (a) Senhor (a):**

Seu filho/representado legal está sendo respeitosamente convidado (a) a participar do projeto de pesquisa intitulado: " O USO DA METODOLOGIA STEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS, UTILIZANDO A TEMÁTICA SOBRE BIOPOLÍMEROS". Nessa pesquisa pretendemos investigar como o uso da metodologia STEM através de um curso de extensão aplicada ao Ensino de Ciências, a partir da temática sobre biopolímeros, é capaz de motivar os estudantes e facilitar a aprendizagem de conteúdos específicos na área de química orgânica.

A pesquisa será feita no Instituto Federal do Rio Grande do Sul onde de seu filho/representado legal está matriculado, através das seguintes etapas: 1) preenchimento de um questionário inicial, para conhecer o que o estudante sabe sobre o assunto; 2) curso de extensão sobre polímeros e biopolímeros, onde serão apresentadas a teoria de ambos os assuntos, atividade prática virtual e apresentação de um pré projeto elaborado pelo alunos; e 3) preenchimento de um questionário final para verificar o que o estudante entendeu da atividade. Todas as atividades serão realizadas na modalidade de ensino à distância, com um cronograma de cinco aulas.

=====
===

Estou ciente que este estudo apresenta riscos mínimos para meu representado por se tratar de uma pesquisa de caráter qualitativo, que busca investigar as potencialidades oriundas da metodologia STEM no contexto do ensino de ciências em um curso de extensão. Durante os diálogos envolvendo as aulas, pode-se gerar algum desconforto quanto às discussões envolvendo as atividades. No entanto, cabe salientar que, em qualquer momento, o participante poderá retirar sua autorização de participação na pesquisa. Além disso, diante

de qualquer tipo de questionamento ou dúvida poderei realizar o contato imediato com um dos pesquisadores responsáveis pelo estudo que fornecerá os esclarecimentos necessários.

Foi destacado que a participação do meu representado(a) no estudo é de extrema importância, uma vez que espera-se que a participação dele estimule seu gosto pelas ciências e ainda melhore seu aprendizado sobre os conteúdos científicos que forem tratados durante a pesquisa. Além disso, acredita-se que a divulgação dos resultados desta pesquisa possa contribuir para a comunidade acadêmica como material de base para pesquisas semelhantes, e para comunidade escolar como material de orientação com vistas à escolha de recursos didáticos e orientações de atividades que busquem aproveitar e ampliar a atenção dos estudantes.

Estou ciente e foram assegurados os seguintes direitos:

- da liberdade de retirar o consentimento, a qualquer momento, e que meu representado(a) poderá deixar de participar do estudo, sem que isso lhe traga prejuízo de qualquer ordem;
- da segurança de que não será identificado (a) e que será mantido caráter confidencial das informações relacionadas à sua privacidade;
- de que serão mantidos todos os preceitos ético-legais durante e após o término da pesquisa, de acordo com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde;
- do compromisso de ter acesso às informações em todas as etapas do estudo, bem como aos resultados, ainda que isso possa afetar meu interesse em que meu representado(a) continue participando da pesquisa;
- de que não haverá nenhum tipo de despesa ou ônus financeiro, bem como não haverá nenhuma recompensa financeira relacionada com a participação nesse estudo;
- de que não está previsto nenhum tipo de procedimento invasivo, coleta de material biológico, ou experimento com seres humanos;
- de que meu representado não responda qualquer pergunta que julgar constrangedora ou inadequada.

A coleta de dados envolve atividades síncronas, as quais serão gravadas em áudio e vídeo para utilização na pesquisa. Ao término da pesquisa, os resultados serão divulgados através de artigos científicos e materiais instrucionais.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos.

Este Termo de Consentimento não retira o direito à indenização por eventuais danos causados pela pesquisa.

Autorização para uso de imagem/voz

Autorizo o uso da imagem e/ou voz de meu representado para fins específicos de divulgação dos resultados, sendo seu uso restrito para auxiliar na análise dos dados desta pesquisa. Fui informado que serão tomadas todas as medidas possíveis para preservar o anonimato e a minha privacidade.

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, poderei consultar:

CEP/IFRS

E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br

Endereço: R. Cel. Vicente, 281 - Centro Histórico, Porto Alegre - RS, 90030-041

Telefone: (+55) (51) 39306002

CEP/UFRGS

E-mail: etica@propeq.ufrgs.br

Endereço: Av. Paulo Gama, 110, Sala 311, Prédio Anexo I da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060

Telefone: (+55) (51) 3308 3738

Horário de Funcionamento: de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:00 às 17:00h; Durante a pandemia da Covid-19, entrar em contato por e-mail.

Pesquisador(a) principal: Michelle Camara Pizzato

Telefone para contato: (51) 992502085

E-mail para contato: michelle.pizzato@poa.ifrs.edu.br

Demais pesquisadores:

Nome: Aline Lima dos Anjos

Telefone para contato: (51) 994185625

E-mail para contato: alineprofquimica8@gmail.com

Link google Forms:

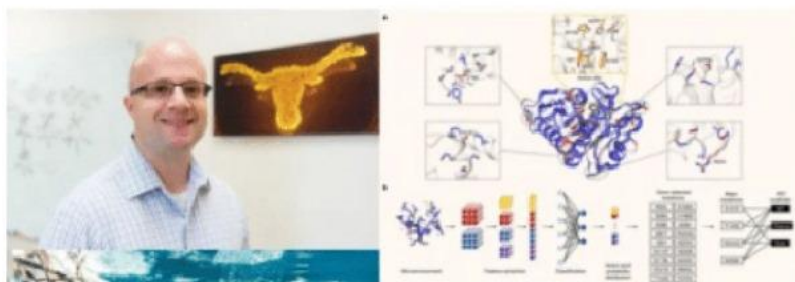
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdcxp1rX-1r1LrwXIHS55aufKi070Mqu3la4wsJcS0k2dyGug/viewform?usp=sf_link

ANEXO A – Artigo 1

Engenheiro Químico desenvolve enzima capaz de decompor plástico em 24 horas

Através da Inteligência Artificial, uma equipe de cientistas norte-americanos, liderados pelo Professor da UT Austin e engenheiro químico Hal Alper, desenvolveu uma nova enzima que é capaz de digerir e reciclar plásticos em algumas horas. "Por meio dessas abordagens enzimáticas mais sustentáveis, podemos começar a vislumbrar uma verdadeira economia circular de plásticos", aposta o engenheiro.

Fonte: SCI NEWS & Nature. Veiculação: BetaEQ.



A aplicação de enzimas naturais chamadas hidrolases de PET tem sido dificultada por sua falta de robustez a faixas de pH e temperatura, taxas de reação lentas e incapacidade de usar diretamente plásticos pós-consumo não tratados.

Em uma nova pesquisa, uma equipe de cientistas da Universidade do Texas em Austin usou um modelo de aprendizado de máquina para gerar novas mutações nas PETases que permitem que as bactérias degradem os plásticos PET.

O modelo prevê quais mutações nessas enzimas atingiriam o objetivo de despolimerizar rapidamente resíduos plásticos pós-consumo em baixas temperaturas.

Por meio desse processo, que incluiu o estudo de 51 embalagens plásticas pós-consumo diferentes, cinco fibras e tecidos de poliéster diferentes e garrafas de água todas feitas de PET, os autores comprovaram a eficácia da enzima, que estão chamando de FAST-PETase."

"As possibilidades são infinitas em todos os setores para alavancar esse processo de reciclagem de ponta", disse o professor Hal Alper, pesquisador do Departamento de Engenharia Química McKetta da Universidade do Texas em Austin.

"Além da óbvia indústria de gerenciamento de resíduos, isso também oferece às empresas de todos os setores a oportunidade de liderar a reciclagem de seus produtos."

ANEXO B – Artigo 2



BIOTEC: BIOTECNOLOGIA APLICADA AO FRUTO DO BURITI (*Mauritia flexuosa*)



CENTRO EDUCACIONAL ARTE CEB
 Autora: Ana Beatriz de Castro Silva
 Orientador: Zilmar Timoteo Soares

JUSTIFICATIVA

O projeto avalia as fibras retiradas do fruto do buriti (epicarpo, mesocarpo e endocarpo), que, além do reforço em polímeros, é biodegradável, possuem baixo custo, são leves (devido à sua baixa densidade) e não possuem características abrasivas, o que facilita sua moldagem. São oriundas de fontes renováveis e possuem características mecânicas que tendem a aumentar as propriedades dos polímeros que com elas foram adicionadas na produção de bioplásticos.

A sua importância está vinculada a um dos grandes problemas ambientais. O uso excessivo dos plásticos não-biodegradáveis trazendo tanto para a qualidade de vida, quanto para o meio ambiente, por ser um material difícil de ser reciclado, através de diversas crises ambientais.



OBJETIVOS

Desenvolver um bioplástico flexível, biodegradável, à base de polímeros naturais de fontes renováveis da epicarpo, mesocarpo, endocarpo do fruto do buriti e amido de mandioca por processo direto e lento.

- Caracterizar o fruto do buriti como elemento essencial no desenvolvimento da biotecnologia sustentável;
- Produzir bioplásticos utilizando o epicarpo, mesocarpo e endocarpo do fruto do buriti, com aditivo de amido de mandioca;
- Caracterizar os bioplásticos em diferentes áreas; e
- Testar a biodegradação do bioplástico em água e em solo;
- Utilizar os resíduos da decomposição como adubo em plantas de casa de vegetação;
- Criar bioplásticos decorativos em diferentes tamanhos.

METODOLOGIA

A- Despoejamento do fruto



B- Produção do Bioplástico



C- Caracterização do Bioplástico



D- Produção de Bioplástico decorativo

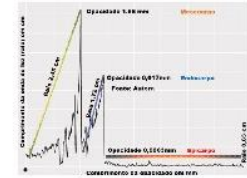


RESULTADOS

Resultado da caracterização física dos frutos analisados.

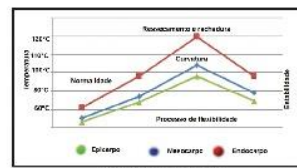
Parâmetros	Mercedo Central de Imperatriz	Semador Lú Roque e João Lisboa	Ananias Estado de Tocantins
Peso do fruto (g)	49,6	48,6	48,7
Comprimento (cm)	6,7	5,7	5,9
Diâmetro (cm)	6,8	5,3	4,6
Circunferência (cm)	13,6	10,6	9,2

Método analítico do fruto analisado: método 45 métodos de cada região. Fonte: Autora.



Resistência a temperatura

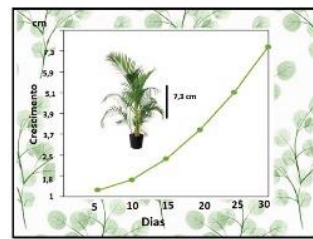
Os bioplásticos foram submetidos à temperatura de 60, 80, 100, 120 e 170°C, sendo que nas primeiras temperaturas mantiveram-se na normalidade, a partir de 100°C ocorreram curvaturas, ressecamentos e rachaduras.



Avaliação de biodegradação em água e em solo das amostras de bioplásticos.

Biodegradação em água ocorreu em 15 dias, já em solo a decomposição ocorreu em 20 dias.

Ensaio utilizando os resíduos da degradação em planta de jardim.



CONCLUSÃO

De maneira geral, observou-se que os valores aplicados nos testes com bioplásticos, mesmo de forma simples apresentaram caráteres positivos. Todos os bioplásticos estudados, tiveram resultados desfavoráveis no processo de biodegradação em água e solo.

Na interface desta pesquisa identificou-se mais requisitos para soluções de Eco-Feedback em bioplásticos de fontes socioeconômico e socioambiental. Ampliada a avaliação nos parâmetros de testes através do intenso envolvimento da produção e na definição do perfil de Eco-Feedback mais adequado às questões ambientais para o presente e futuro.

Dentro do aspecto científico, a pesquisa esboçou um plástico do fruto do buriti (bioplástico) para melhorar sua adesão à matriz polimérica, testando o epicarpo, mesocarpo e endocarpo com aditivo de amido de mandioca em diferentes medidas no processamento por injeção, utilizando o processo de cozimento e resfriamento. Sendo assim, o projeto está enquadrado dentro da Área de Tecnologias Habitacionais contemplando os seguintes setores: Biotecnologia Ambiental e Ciências Ambientais.

Referências

BRASIL, ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) Embalagens Plásticas Degradáveis, NBR – 1844-2, 01/2016.

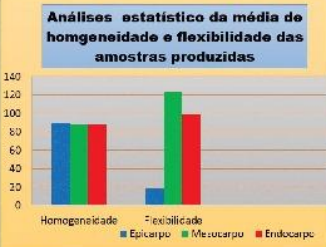
BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MELO, T. J. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 6, n. 2, p. 127-136, 2011.

CARASHI, J. C. & LEÃO, A. L. Polímeros. Congresso Brasileiro de Polímeros, in: Anais do 1º Congresso Brasileiro de Polímeros, Gramado, RS, p. 568, 2007.

DALMOLIN, E. Avaliação da degradação de polímeros contendo aditivo pró-degradante. (Dissertação). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007, 74.

MENDES, F. M. Produção e caracterização de Bioplásticos a partir do Amido de batata. Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 198, 2008.

Avaliação de subjetividade



Método analítico dos 15 amostras produzidas. Fonte: Autora.

Espessura em quatro pontos diferentes dos bioplásticos produzidos do epicarpo, mesocarpo e endocarpo.

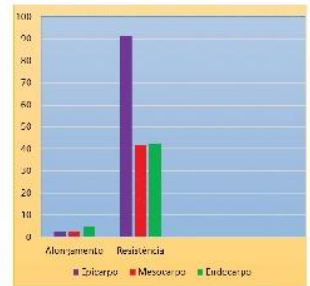
Amostras	1ª medida	2ª medida	3ª medida	4ª medida
epicarpo	0,282mm	0,265mm	0,262mm	0,265mm
Mesocarpo	0,128mm	0,11mm	0,084mm	0,102mm
Endocarpo	0,14mm	0,148mm	0,122mm	0,15mm

Método analítico dos 15 amostras produzidas. Fonte: Autora.

Nos resultados os bioplásticos formados foram visualmente transparentes em 80% e opaco em 20%. Com o aumento na adição de amido de mandioca provocou uma ampliação na espessura, na permeabilidade ao vapor de água e na resistência à tração, gerando uma diminuição na opacidade dos mesmos. Na avaliação de subjetividade das amostras a homogeneidade ficou em torno de 88,53%, flexibilidade 80% e deformação 8,6%. Os bioplásticos foram submetidos a temperatura de 60, 80, 100, 110 e 120°C, sendo que nas primeiras temperatura permaneceram na normalidade, a partir de 100°C

Propriedades mecânicas

Nos testes de resistência o bioplástico do epicarpo apresentou menor alongamento (2,67%) e maior resistência (89,0 MPa), já o endocarpo apresentou maior alongamento (4,41%) e baixa resistência (42,50 MPa). Q



Método analítico dos 15 amostras produzidas. Fonte: Autora.

Cor e opacidade dos bioplásticos

Quanto à avaliação da opacidade o endocarpo exibiu o maior alongamento de luz em 1,72cm, já o menor comprimento manifestou-se no bioplástico do epicarpo 0,63cm.