

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL
CAMPUS FELIZ
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

RAQUEL ELICKER

**PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS, QUÍMICA E MEIO AMBIENTE: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA TEÓRICO-PRÁTICA INTERDISCIPLINAR**

FELIZ

2022

Raquel Elicker

**PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS, QUÍMICA E MEIO AMBIENTE: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA TEÓRICO-PRÁTICA INTERDISCIPLINAR**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Licenciado Química.

Orientadora: Profa. Alessandra Smaniotto

FELIZ

2022

Raquel Elicker

**PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS, QUÍMICA E MEIO AMBIENTE: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA TEÓRICO-PRÁTICA INTERDISCIPLINAR**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Licenciado Química.

Orientadora: Profa. Alessandra Smaniotto

Aprovado em ____/____/____.

Aprovado em XX de dezembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dra. Alessandra Smaniotto

Prof. Dr. Francisco Cunha da Rosa

Prof. Dra. Janete Werle de Camargo Liberatori

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família, amigos e companheiro, pelo apoio no desenvolvimento desse estudo.

A Deus, pois ele é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Aos meus professores e colegas de curso que acompanharam essa trajetória.

A todo o Curso de Licenciatura em Química do IFRS – Campus Feliz, ao qual sinto orgulho de ter feito parte.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelos teus planos para minha vida, pois são sempre maiores que teus próprios planos.

Agradeço a minha mãe, heroína que me deu todo suporte e apoio nas horas difíceis e nos momentos de cansaço e desânimo.

Agradeço ao meu pai, irmãos e sobrinhos que entenderam minha ausência dedicados ao curso superior sendo compreensivos e incentivadores desse trabalho.

Agradeço ao meu companheiro, que me ajudou e apoiou na preparação desse trabalho. Obrigada pelos cafés, pelas tarefas de casa e por ouvir os meus lamentos.

Agradeço aos colegas e amigos que fiz durante o curso. Obrigada pelas risadas, pelos conselhos úteis e palavras de motivação.

Agradeço em especial a minha amiga e irmã de coração que a Instituição me deu, Francine Branco Takamoto, que me apoiou desde o início. Você desempenhou um papel significativo no meu crescimento. Obrigada por todas as risadas, lágrimas também, porque passamos por momentos muito difíceis, e estivemos uma ao lado da outra. A você Francine, minha eterna gratidão.

Agradeço a minha professora orientadora Alessandra Smaniotto, pela confiança, apoio empenho dedicado a elaboração desse trabalho.

Aos professores Francisco da Cunha Rosa e Janete Werle de Camargo Liberatori por aceitarem ser minha banca.

Agradeço a todos os professores do Curso de Licenciatura em Química do IFRS- Campus Feliz, por toda a paciência e sabedoria compartilhada.

RESUMO

Com o crescimento da população e do consumo, o acúmulo de resíduos sólidos e o descarte incorreto causam grandes impactos e nos levam a refletir sobre os cuidados e precauções que devemos ter para com o meio ambiente. Uma das alternativas para a minimização dos problemas gerados pela poluição ambiental devido ao descarte incorreto dos plásticos é a sensibilização da população quanto a utilização de produtos biodegradáveis. A interdisciplinaridade trabalhada na escola entre a Química e a Educação Ambiental, com ênfase em plásticos biodegradáveis, permitiria a aprendizagem significativa de conceitos químicos aliada à sensibilização em relação a questões ambientais. O trabalho tem como objetivo promover a sensibilização dos estudantes em relação à problemática ambiental dos plásticos, considerando a utilização de plásticos biodegradáveis como uma alternativa, aliada à aprendizagem significativa de conceitos químicos. A aplicação da proposta foi realizada no formato de ensino presencial com duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio do Colégio Professor Jacob Milton Bennemann da cidade de Feliz- RS. A atividade se deu primeiramente por uma aula expositiva dialogada, onde os alunos fizeram reflexões diante dos impactos ambientais causados pelos plásticos e a realização de uma prática experimental de obtenção de plástico biodegradável a partir de uma matéria prima natural, o amido de batata inglesa. Foram aplicadas ferramentas diagnósticas pré-teste e pós-teste e cuja análise confirmou a hipótese levantada, de que a interdisciplinaridade entre a Química e a Educação Ambiental, com ênfase em plásticos biodegradáveis, permite a aprendizagem significativa de conceitos químicos aliada à sensibilização em relação a questões ambientais.

Palavras-chave: Química. Interdisciplinaridade. Educação Ambiental. Sensibilização. Plástico Biodegradável.

ABSTRACT

With the growth of population and consumption, the accumulation of solid waste and incorrect disposal cause major impacts and lead us to reflect on the care and precautions that we must have for the environment. One of the alternatives for minimizing the problems generated by environmental pollution due to the incorrect disposal of plastics is to raise public awareness of the use of biodegradable products. The interdisciplinarity worked in the school between Chemistry and Environmental Education, with an emphasis on biodegradable plastics, would allow the significant learning of chemical concepts allied to the awareness in relation to environmental issues. The aim of the work is to raise students' awareness of the environmental problem of plastics, considering the use of biodegradable plastics as an alternative, combined with meaningful learning of chemical concepts. The application of the proposal was carried out in the face-to-face teaching format with two classes of the first year of high school at Colégio Professor Jacob Milton Bennemann in the city of Feliz-RS. The activity took place firstly through a dialogued expository class, where students reflected on the environmental impacts caused by plastics and carried out an experimental practice of obtaining biodegradable plastic from a natural raw material, potato starch. Pre-test and post-test diagnostic tools were applied, whose analysis confirmed the hypothesis raised, that the interdisciplinarity between Chemistry and Environmental Education, with an emphasis on biodegradable plastics, allows the significant learning of chemical concepts allied to the sensitization in relation to environmental issues.

Keywords: Chemistry. Interdisciplinarity. Environmental education. Awareness. Biodegradable Plastic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Qual a principal utilidade do plástico?	31
Figura 2: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Qual é a principal matéria prima utilizada na fabricação do plástico?	32
Figura 3: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Qual é aproximadamente o tempo de degradação do plástico?	33
Figura 4: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Recursos renováveis são aqueles que não se renovam em um curto prazo comparado com o tempo de vida humana.	34
Figura 5: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Um dos motivos dos plásticos sintéticos não se decomporem com mais facilidade é a ligação entre os átomos serem poucos estáveis.	34
Figura 6: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Relacione as colunas: 1.Recurso renovável, 2.Recurso não renovável () petróleo, carvão mineral, minérios, materiais radioativos, gás natural. () água, solo, matéria orgânica, biocombustíveis, vento.	35
Figura 7: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Polímeros naturais ou biopolímeros são os que ocorrem na natureza como o amido, a celulose e a borracha.	37
Figura 8: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Qual o tipo de ligação química está presente na estrutura molecular dos plásticos?	38
Figura 9: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Degradação é um conjunto de reações químicas que envolvem a quebra das ligações primárias da cadeia principal do polímero e a formação de outras cadeias, como consequente mudança da estrutura química e redução da massa molar.	44
Figura 10: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: O amido é um dos polímeros naturais com maior potencialidade de aplicação no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, por ser renovável e obtido a partir de diversas fontes naturais.	44
Figura 11: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Os plásticos biodegradáveis se decompõem com facilidade porque muitos microrganismos como bactérias e fungos encontrados no solo, liberam algumas enzimas capazes	

de decompor os plásticos biodegradáveis, o que é impossível nos plásticos convencionais..... 45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Respostas do pré-teste para a pergunta: Você sabe o que é um plástico biodegradável? Se SIM, justifique.	36
Tabela 2: Respostas do pós teste para a pergunta: Você sabe o que é um plástico biodegradável? Se SIM, justifique.	36
Tabela 3: Respostas do pré-teste para a pergunta: Por que o plástico biodegradável leva menos tempo que o plástico sintético para se decompor? 39	
Tabela 4: Respostas do pós-teste para a pergunta: Por que o plástico biodegradável leva menos tempo que o plástico sintético para se decompor? 40	
Tabela 5 Respostas do pré-teste para a pergunta: Você tem conhecimento sobre os problemas causados no meio ambiente devido ao descarte incorreto do plástico? Se sim, quais você pode citar?	41
Tabela 6: Respostas do pós teste para a pergunta: Você tem conhecimento sobre os problemas causados no meio ambiente devido ao descarte incorreto do plástico? Se sim, quais você pode citar?	41
Tabela 7: Respostas do pré-teste sobre a questão: Cite uma maneira alternativa que você considera correta a fim de minimizar os impactos causados no meio ambiente pelo uso do plástico.	42
Tabela 8: Respostas do pós-teste sobre a questão: Cite uma maneira alternativa que você considera correta a fim de minimizar os impactos causados no meio ambiente pelo uso do plástico.	42

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 Os plásticos e a problemática ambiental	15
3.1.1 Plásticos sintéticos	15
3.1.2 Plásticos biodegradáveis.....	17
3.2 Interdisciplinaridade entre química e meio ambiente.....	19
3.3 Experimentação no ensino de Química	24
4. METODOLOGIA	27
4.1 Público-alvo	28
4.2 Conteúdo programático e sequência didática.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 Análise comparativa entre os resultados de pré e pós-teste.....	30
5.2 Análise dos resultados de perguntas específicas do pós-teste	43
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
7. REFERÊNCIAS	49
8. APÊNDICES.....	54
APÊNDICE A: Plano de Aula.....	54
APÊNDICE B: Pré-Teste.....	57
APÊNDICE C: Aula – Plásticos Sintéticos e Biodegradáveis	60
APÊNDICE D: Aula Experimental.....	63
APÊNDICE E: Pós-Teste	66
APÊNDICE F: Fotos.....	70

1. INTRODUÇÃO

A relação homem/natureza nos dias de hoje demanda muita atenção. Com o crescimento da população e do consumo, o acúmulo de resíduos sólidos e o descarte incorreto causam grandes impactos e nos levam a refletir sobre os cuidados e precauções que devemos ter para com o meio ambiente. Os problemas gerados pela poluição ambiental levam a comunidade a refletir sobre práticas que visem minimizar esse quadro. Uma das alternativas é a sensibilização da população quanto ao descarte correto e à reciclagem desses materiais, além da utilização de produtos biodegradáveis.

Uma estratégia de mudanças de hábitos e atitudes que visem à sustentabilidade e à diminuição de qualquer impacto ambiental deve ser traçada. A escola é um espaço social onde as questões ambientais podem ser tratadas. Através de conteúdos ambientais contextualizados com a realidade da comunidade, pode-se ter a integração nas comunidades/sociedades, fazendo com que a educação ambiental permeie a todas as esferas sociais, proporcionando a preservação do ambiente e conscientização das pessoas para se buscar o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, a escolha do tema foi definida levando em conta o atual cenário da problemática ambiental proveniente da falta de informação sobre as propriedades e os danos que causam os plásticos sintéticos quando descartados no meio ambiente de forma inapropriada.

Uma das formas de minimizar esse cenário é o esclarecimento. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as escolas devem abordar conteúdos de forma interdisciplinar, propiciando que os estudantes possam relacionar as problematizações do dia a dia com o que se aprende em sala de aula. A experimentação no ensino de química, tem sua importância justificada no processo de ensino aprendizagem quando se considera sua função pedagógica de auxiliar o aluno na compreensão de fenômenos e conceitos químicos. A clara necessidade dos estudantes se relacionarem com os fenômenos sobre os quais se referem os conceitos, justifica a experimentação como parte do contexto escolar, sem que represente uma ruptura entre a teoria e a prática.

A partir dessas reflexões levantou-se a questão norteadora desse trabalho: *“Será que os estudantes através de aulas interdisciplinares sobre o conteúdo: polímero biodegradável utilizando materiais do cotidiano, conseguirão compreender os conceitos químicos que envolvem polímeros e, a importância do uso de materiais alternativos na preservação do meio ambiente?”* Para responder a essa questão, foi considerada a hipótese de que a interdisciplinaridade entre a química e a educação ambiental com ênfase em plásticos biodegradáveis, permitiria a aprendizagem significativa de conceitos químicos aliada à sensibilização em relação a questões ambientais.

Pensando nesse contexto, elaborou-se uma proposta de abordar Química e Educação Ambiental de forma interdisciplinar, aliando teoria e prática, que foi aplicada para alunos do primeiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Professor Jacob Milton Bennemann, do município de Feliz/RS. Nestas aulas foram abordados conceitos de ligações químicas, química ambiental e polímeros biodegradáveis. O foco da sequência didática teórico-prática aplicada foi a sensibilização quanto à preservação do meio ambiente pelo uso de plásticos biodegradáveis, com a interdisciplinaridade com a química tornando-os aptos a diferenciarem entre produtos com longa datas de decomposição e outros que não causam tanto impacto ambiental. Na prática experimental proposta, foram utilizados materiais que estão presentes no cotidiano dos estudantes, na tentativa de aproximar o conhecimento científico à realidade dos estudantes.

2. OBJETIVOS

GERAL

Promover a sensibilização dos estudantes em relação à problemática ambiental dos plásticos, considerando a utilização de plásticos biodegradáveis como uma alternativa, aliada à aprendizagem significativa de conceitos químicos por meio de uma abordagem teórico-prática interdisciplinar entre química e educação ambiental.

ESPECÍFICOS

- Problematizar a questão ambiental do uso excessivo de plásticos sintéticos e seu descarte inadequado;
- Apresentar os plásticos biodegradáveis como alternativas sustentáveis aos plásticos sintéticos;
- Promover a aprendizagem significativa de conceitos de transformações da matéria, ligações químicas e química orgânica de forma interdisciplinar e contextualizada;
- Realizar uma prática experimental de obtenção de um plástico biodegradável utilizando a batata inglesa como matéria-prima;
- Aplicar ferramentas diagnósticas para avaliar a eficiência da interdisciplinaridade e da experimentação aliada à teoria no processo de ensino-aprendizagem.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os fundamentos teóricos que embasam esse trabalho. Nele constam os impactos ambientais ocasionados ao meio ambiente quanto ao uso e descarte inadequado do plástico, o uso do plástico biodegradável como alternativa de minimizar esses impactos, e a interdisciplinaridade entre química e educação ambiental como uma ferramenta para promover a construção de conhecimento aliada a uma contínua reflexão e sensibilização para com as questões ambientais.

3.1 Os plásticos e a problemática ambiental

Devido à grande versatilidade, custo, benefício e duração, o plástico é um dos materiais mais utilizados desde os anos 50. Mesmo com todos esses benefícios, o plástico é causador de grandes impactos negativos no meio ambiente. Por conta de sua resistência o plástico leva em média 400 anos para se decompor e ainda libera gases tóxicos que podem afetar o solo, a água e o ar, prejudicando alimentos e animais, inclusive causando doenças nas pessoas (DE AZEREDO, 2017).

3.1.1 Plásticos sintéticos

Os materiais plásticos convencionais são de origem fóssil, base petroquímica que apresenta alta resistência e durabilidade. Da extração do petróleo obtém-se a nafta, a qual é matéria-prima para produção de insumos de fabricação dos principais tipos de polímeros. A palavra polímero tem origem grega, *poli* significa muitas e *mero* significa parte ou unidade. Os plásticos são produzidos a partir de monômeros, a unidade química básica que forma os polímeros. Mono significa um, o que explica a definição de monômero como unidade, ou parte fundamental para a existência de um polímero (USBERCO & SALVADOR, 2002). Para se sintetizar um polímero é necessário combinar muitos monômeros. As propriedades dos polímeros vão depender do tamanho (massa molecular), estruturas químicas e das interações intra e intermoleculares existentes (COWIE, 1991; MANO E MENDES 1999).

O plástico é um material muito versátil, mas com uma estrutura muito simples, talvez a mais simples de todos os polímeros comerciais. O polietileno, por exemplo, um dos plásticos mais comuns e mais usados no dia a dia, presente nas sacolas e nos sacos plásticos, nos frascos de xampu e de iogurtes e, inclusive, nos coletes à prova de balas, é formado por uma cadeia longa de átomos de carbono, com dois átomos de hidrogênio unidos a cada átomo de carbono (PASSAPORTE, 2013).

Esses materiais, devido às suas características físicas e químicas, possuem propriedades interessantes tais como alta flexibilidade, alta resistência ao impacto, baixas temperaturas de processamento, baixa condutividade elétrica e térmica, porosidade, reciclabilidade, dentre outras (MANO *et. al.*, 2000). Tais propriedades permitem que os polímeros sejam utilizados em diversas aplicações, como na indústria têxtil, construção civil, indústria dos transportes, da qual se destaca a indústria automobilística, indústria farmacêutica, produção de embalagens, indústria de eletrodomésticos, etc. (DA SILVA OZÓRIO, 2015).

Com o aumento da população, a globalização e novos avanços tecnológicos ocorridos a partir da Revolução Industrial no século XVIII, fez-se necessário descobrir materiais mais duráveis para a utilização diária e o plástico ganhou destaque devido à grande variedade de aplicações, propriedades e custo-benefício. Como consequência disso, observou-se um aumento exagerado de resíduos sólidos nos centros urbanos, que lançados no meio ambiente contaminam solos e mananciais. O resíduo produzido nas residências até então era composto basicamente de matéria orgânica de fácil decomposição, dessa forma era fácil eliminá-los, bastava enterrar, além disso, as cidades eram menores e o número da população restrita (SANTOS, 2010, p.7).

Segundo a ONU Meio Ambiente (então PNUMA), 400 milhões de toneladas de plásticos são produzidas por ano em todo o mundo, sendo 20% do volume total desses resíduos descartados no meio ambiente, desencadeando grandes impactos negativos e problemas ambientais. Cada pessoa usa em média 100 kg de plástico anualmente na forma de garrafas de água, embalagens de *fast food*, móveis, seringas, computadores, materiais de embalagens, sacos de lixo, entre outros, totalizando uma estimativa de 60 bilhões de toneladas de material plástico produzidos mundialmente por ano (WATSON, 2001).

Estudos vêm demonstrando que o descarte inadequado desses polímeros sintéticos é um dos principais responsáveis pela poluição do meio ambiente, principalmente de meios aquáticos como mares, rios, lagos e igarapés, causando a morte de vários animais que habitam essas biotas. Além disso, no processo de queima desses materiais, há a liberação de gases tóxicos, tanto ao ambiente, causando a poluição da atmosfera, quanto aos seres aeróbicos, devido à inalação de gases nocivos aos organismos (CRUZ e NETO, 2018; FECHINE, 2013).

3.1.2 Plásticos biodegradáveis

Plásticos biodegradáveis são polímeros produzidos a partir de matérias primas naturais derivadas de fontes renováveis tais como amido, celulose, quitina e outras. A palavra biodegradável significa que os materiais sofrem ação enzimática de microrganismos como fungos e bactérias sendo reduzidos a compostos de baixa massa molecular em determinadas condições de pH, umidade, temperatura e oxigênio disponível de nutrientes orgânicos e minerais adequados, transformando esse material em água, dióxido de carbono e biomassa. (BRITO *et al.*, 2011). Polissacarídeos, proteínas, ácidos nucleicos, borracha natural são exemplos de polímeros biodegradáveis (SILVA; RABELO, 2008).

Segundo ARAÚJO (2021), a biodegradação é um processo natural no qual compostos orgânicos através de mecanismos bioquímicos tornam-se compostos mineralizados simples e podem ser remanejados no meio ambiente.

Tendo em vista esse alto grau de consumo de materiais plásticos e à sua longa vida, a fim de minimizar os altos impactos gerados pelo seu descarte, a produção dos plásticos biodegradáveis vem crescendo muito nos últimos anos em nível mundial. Entretanto, alguns desafios a serem perpassados envolvem a diminuição do custo de produção e a minimização de diferenças nas propriedades físico-químicas, principalmente a flexibilidade comparada a um plástico convencional (CASTRO, 2019).

Os principais polissacarídeos de interesse comercial são a celulose e o amido. Polissacarídeos, ou glicanos, são carboidratos que, por hidrólise, originam uma grande quantidade de monossacarídeos, portanto, são polímeros

de origem natural. Os polissacarídeos são macromoléculas formadas pela união de muitos monossacarídeos (RIBEIRO, 2017). A celulose é um polissacarídeo formado por unidades de glicose, presente em madeira, papel e algodão. O amido é formado por dois tipos de polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina. A amilose é um polímero linear composto por unidades de D-glicose ligadas por ligações α -(1→4), com grau de polimerização de 200 a 3000, dependendo da fonte do amido. A amilopectina é um polímero altamente ramificado, com unidades de D-glicose ligadas através de ligações α -(1→4) e ramificações em α -(1→6) (MALI et al 2010, *apud* ELLIS et al., 1998).

O amido é bastante utilizado na produção de filmes, devido às propriedades químicas, físicas e funcionais da amilose, que forma géis com a capacidade de formar filmes. As moléculas da amilose em solução tendem a se orientar paralelamente formando ligações de hidrogênio entre hidroxilas de polímeros adjacentes, reduzindo assim a afinidade do polímero por água, favorecendo a formação de pastas opacas e filmes resistentes (MALI et al 2010 *apud* WURZBURG, 1986).

Amido de milho, arroz, batata, mandioca, trigo são as principais fontes comerciais de amido. O amido termoplástico é obtido através da extrusão do mesmo com um plastificante (água, sorbitol, glicerol, etc), sendo empregado na produção de filmes por diferentes processos. O amido é um material mais susceptível a alterações de umidade e temperatura que um polímero natural, devido à sua natureza hidrofílica e semicristalina, dificultando o processo via extrusão. Contudo, VILPOUX; AVEROUS (2003) afirmam que apesar de todos esses problemas o amido ainda é um dos polissacarídeos mais estudados no desenvolvimento de embalagens e o desafio é aperfeiçoar o processo de produção.

A fim de obter matérias primas com maior estabilidade a condições de armazenamento tem-se como alternativa modificar o amido, com o objetivo de diminuir a afinidade do mesmo pela água, tornando assim os filmes obtidos menos susceptíveis às variações de umidade (Mali et al, 2010).

Para a utilização em embalagens, os filmes de amido devem ser resistentes à ruptura e à abrasão, para proteger e reforçar a estrutura de alimentos, e flexíveis para não se romper as possíveis deformações (Oliveira & Queiroz, 2008). Segundo Mali et al. (2006) o custo de embalagens de amido é

maior que das embalagens tradicionais, mas o consumidor que opta por esse tipo de embalagens sintéticas estará consciente em relação aos impactos da utilização das mesmas e muitas vezes o elevado valor favorece a preservação do meio ambiente. Dentre as mais variadas aplicações dos filmes de amido pode-se destacar seu emprego em embalagens de frutas e hortaliças minimamente processadas.

Polímeros sintéticos, são resistentes a biodegradação, sendo assim resistentes ao ataque químico e biológico, de tal forma que isso lhes assegura longevidade e outras propriedades que se mantêm por longo tempo (Rosa *et al*, 2001).

Sua principal propriedade, a durabilidade faz com que esse material permaneça por mais de uma centena de anos para se decompor, resultando em problemas ambientais que podem ser desastrosos para a humanidade (Rosa *et al*, 2002).

Diferentemente dos polímeros naturais como amido, celulose e proteínas, totalmente biodegradáveis, que em aterros sanitários chegam a atingir 50% de degradação em 280 dias, transformando-se em gás carbônico e água, sem liberação de resíduos tóxicos (Rosa *et al*, 2002).

Desta forma, o uso de plásticos biodegradáveis surge como umas das alternativas que podem compatibilizar a praticidade das embalagens e o desenvolvimento sustentável, permitindo o consumo e a conveniência, sem comprometer os recursos do planeta (COUTINHO, 2004).

3.2 Interdisciplinaridade entre química e meio ambiente

A química é um componente curricular que permite a compreensão do mundo material, por meio do estudo das propriedades dos materiais e das substâncias de forma interligada com os fenômenos naturais e processos artificiais. O conhecimento químico provoca o estudante para que compreenda as transformações químicas que acontecem no seu cotidiano de forma mais abrangente e integrada e com isso consiga tomar decisões autonomamente, como indivíduo e cidadão. A partir de temas contextualizados relacionados ao meio ambiente, pretende-se que o estudante tenha uma compreensão dos processos químicos em estreita relação com suas aplicações tecnológicas,

ambientais e sociais, tomando decisões de maneira responsável e crítica, nos níveis individual e coletivo (BRASIL, 2008).

A educação ambiental tem destaque na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que é um documento fruto de um processo de debate e negociação com diferentes atores do campo educacional e com a sociedade brasileira. Nesta, a Educação Ambiental é apresentada como uma dimensão da educação escolar, que busca fomentar conhecimento acerca do eco eficiência, que é uma das principais medidas que contribuem para um futuro sustentável.

A BNCC salienta que a química ambiental pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências quando se propõe:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018).

A educação ambiental nas escolas deve sair da teoria e voltar-se para as experiências vividas da realidade. O educando deve ter contato com a natureza, paisagens, rios e toda a biodiversidade. Assim, tendo contato com os problemas ambientais, serão capazes de construir uma postura crítica, permitindo mudanças de atitudes e hábitos (BRANCO *et al*, 2018).

A fim de discutir os impactos ambientais causados pela humanidade, diversos congressos, eventos e encontros passaram a acontecer, iniciando um plano global. Em 1972, na Suécia, aconteceu a primeira conferência internacional conhecida como Conferência de Estocolmo, onde dirigentes de todo o mundo discutiram assuntos relacionados aos impactos ambientais que o planeta estava prestes a enfrentar e as consequências destes. Segundo o Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo, foi obtido como resultado desta discussão a existência da necessidade imediata de uma intervenção para frear esses impactos, sendo elaborada a Declaração de Estocolmo com 26 princípios e criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Em 1977, ocorreu a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental em Tsibilis (EUA). A ideia foi criar condições que formem a produção de novas consciências sobre valores da natureza e métodos da interdisciplinaridade com o intuito de novos conhecimentos e condutas sociais (JACOBI, 2003).

O Referencial Curricular Gaúcho (RCG), documento elaborado em regime colaboração entre a Secretaria de Estado da Educação (SEDUC), a União Nacional dos Dirigentes Municipais da Educação (UNDIME/RS) e o Sindicato do Ensino Privado do Rio Grande do Sul (SINEPE/RS), o norteador dos currículos das escolas gaúchas também trata da educação ambiental e em umas das suas trilhas tem o intuito de:

[...] aprofundar as habilidades desenvolvidas a partir do entendimento dos graves problemas ambientais, sociais e tecnológicos que desafiam a humanidade no presente século. O desafio está em desafiar os/as estudantes a consolidação de uma série de objetos do conhecimento e, sobretudo, suas capacidades de análise, interpretação e aplicação desses conhecimentos, pois estamos diante das novas exigências do mundo moderno. (RCG, 2018).

Segundo Rossini e Cenci (2020), a exploração da natureza vem se alterando ao longo dos tempos. Antes o ser humano extraía da natureza somente o necessário para a sobrevivência. Com o aumento da população, de novas tecnologias e um modelo de desenvolvimento adotado pela humanidade capitalista e irracional, está levando a degradação do meio ambiente. Como exemplos de impactos pode-se citar extinção de diversas espécies naturais e vegetais, devastação de florestas, contaminação de solos e rios, aquecimento global, efeito estufa, entre outros.

Preocupadas e atentas a questões ambientais, as instituições governamentais estabeleceram leis voltadas a esse tema. Em 27 de abril de 1999 foi sancionada a Lei nº 9.795 que “dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental” apresenta, em seus dois primeiros artigos, pontos importantes como:

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do

povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. (BRASIL, 1999, grifos nossos).

O desenvolvimento sustentável reforça as necessárias relações entre economia, tecnologia, sociedade e política e uma nova postura ética em relação a preservação do meio ambiente. Na Rio - 92, O Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, coloca princípios e um plano de ação para educadores ambientais, estabelecendo uma relação entre políticas públicas de educação ambiental e sustentabilidade. Mais tarde em 2012, ocorreu novamente no Rio de Janeiro um segundo grande evento conhecido como Rio+20, com o objetivo de renovar o compromisso político com o desenvolvimento sustentável. Os temas principais envolvidos neste evento foram a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável (FERRARI, 2016).

A degradação do meio ambiente e do ecossistema juntamente com as graves consequências nos levam a pensar sobre as mudanças da modernidade, e os riscos causados pela sociedade, gerando incertezas, mutabilidade e reflexões, entre sociedade, meio ambiente e educação (JACOBI, 2009).

Em 2000, boa parte dos Estados-membros da Organização das Nações Unidas adotaram os Oito Objetivos do Milênio Sustentável (os ODM) e estabeleceram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, esta contendo dezessete objetivos, que serão trabalhados nos intervalos de 2015 a 2030. (ONU, 2015). Esses objetivos abarcam diferentes temas, sejam de aspectos ambientais ou sociais. Entre eles, podemos citar listados abaixo, os que tratam com maior especificidade das questões ambientais e sustentáveis.

ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável: acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.

ODS 9 – Indústria, inovação e infraestrutura: construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação.

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis

ODS 12 – Consumo e produção responsáveis: assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

ODS 14 – Vida na água: conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

ODS 15 – Vida terrestre: proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da Terra e deter a perda da biodiversidade.

Em defesa da qualidade de vida, com o objetivo de promover um desenvolvimento sustentável, a educação ambiental assume uma função transformadora. Entende que essa é condição necessária para modificar um quadro de crescente degradação ambiental.

De acordo com Tagliapietra e Carniatio (2019),

A educação em seu sentido amplo é um processo de aprendizagem que visa à incorporação de novos conceitos às experiências de cada indivíduo, proporcionando mudanças de comportamentos para o alcance de determinados objetivos e a adequação destes às normas da sociedade. No entanto, não se pode confundir educação com adestramento em que se impõem certos conceitos, de maneira impositiva, sem a existência do diálogo. A educação pressupõe um comportamento alicerçado na ética, pois estabelece regras para a boa convivência em sociedade.

Para Jacobi (2005), é necessário abordar temas referente a complexidade ambiental, “que buscam uma nova transversalidade de saberes, um novo modo de pensar, pesquisar e elaborar conhecimento, que possibilite integrar teoria e prática”. Conforme o autor, é necessário o que o Estado promova conteúdos educacionais voltados para o desenvolvimento de uma nova consciência socioambiental.

Propõe também, elaborar e/ou selecionar problemas de ação que promovam sustentabilidade socioambiental, a partir de hábitos e práticas individuais e coletivos de produção, reaproveitamento e descarte de resíduos em metrópoles, áreas urbanas e rurais, e comunidades com diferentes características socioeconômicas.

Nesse sentido, Tagliapietra e Carniatto (2019) reforçam a ideia de que o conceito de sustentabilidade integra todos os aspectos da realidade, a partir de uma educação crítica e participativa que valorize todos os saberes em uma perspectiva interdisciplinar, desenvolvendo uma sociedade sustentável e com consequência disso, a preservação do meio ambiente, oportunizando melhoria na qualidade de vida da população.

3.3 Experimentação no ensino de Química

Em particular na disciplina de química, os alunos não conseguem associar o estudo ao cotidiano, o que pode tornar as aulas desinteressantes e monótonas. Esta falta de interesse decorre, principalmente, da metodologia de ensino tradicionalmente empregada, fundamentada na memorização de conceitos e regras de nomenclatura e na aplicação de fórmulas na resolução de problemas, muitas vezes, diretamente vinculados ao preparo para concursos e vestibulares (MERÇON, 2003).

Verifica-se a necessidade de uma educação química interdisciplinar, priorizando o processo ensino-aprendizagem de forma contextualizada, ligando o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno. Visando solucionar estes problemas, várias propostas são apresentadas, entre estas, pode-se destacar o emprego de aulas experimentais.

Antes que a Química surgisse como ciência, havia a Alquimia, que pode ser considerada a mãe da química. Muito utilizada na idade média, os alquimistas aplicavam métodos e transformação de elementos em que misturava medicina, química dos elementos e magia sem técnicas científicas de comprovação. Buscavam encontrar remédios para curar todas as doenças e assim tornar os seres humanos imortais. A partir do século XVII, conforme as leis foram sendo reformuladas, a experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das ciências naturais. O uso dessa metodologia é fundamental assumindo diferentes sentidos e no que se refere a aprendizagem (SALESSE, 2012).

Apesar de que a química só se constituiu como disciplina científica no século XVIII, dificilmente pode se imaginar aspecto qualquer da vida moderna

completamente dissociada a ela. A partir de então a disciplina foi instituída nos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais). Hoje o documento responsável que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Segundo a BNCC, o aluno deve:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Aprender ciências vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nesse sentido a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe aos estudantes do Ensino Médio competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental explorando, sobretudo, experimentações e análises qualitativas e quantitativas de situações-problema.

As aulas experimentais, em laboratório ou em salas de aula com materiais e reagentes alternativos, são um poderoso recurso didático para o processo de aprendizagem na química, desmistificando a ideia de que a disciplina é difícil, facilitando a compreensão dos conteúdos de química, tornando assim os estudos mais prazerosos e aproximando o conhecimento científico de situações naturais do cotidiano. O grande desinteresse do aluno e a rejeição pela disciplina justifica a necessidade de compreender a importância da experimentação no ensino de química (SALESSE, 2012).

Para Silva,

A experimentação no Ensino de Química torna-se indispensável para o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos científicos no sentido de que favorece a construção das relações entre a teoria e a prática, bem como as relações entre as concepções dos alunos e a novas ideias a serem trabalhadas. (Silva, 2016, p. 21)

Os recursos experimentais permitem aprendizagens que a teoria por si só não contempla. Segundo Santos (2017), as aulas práticas trabalhadas aliadas a

situações problemas, em que os alunos devem investigar, poderá contribuir para impulsionar o raciocínio lógico do mesmo e apresentar argumentos na tentativa de analisar os dados e apresentar uma conclusão plausível. Guimarães (1999) em concordância afirma que é necessário desafiá-los a situações reais, na intenção de criar ações que intervenham na aprendizagem.

Um das formas de ministrar essas aulas podem ser também pela demonstração do professor, com uma metodologia que permita que os alunos observem, interajam, questionem durante a demonstração (GASPAR E MONTEIRO 2005), ampliando a possibilidade da aplicação da experimentação no ensino da Química em escolas que não dispõe de estrutura de laboratório.

Para FÉRIAS *et al* (2009), a experimentação aproxima as aulas de química vistas em sala de aula do cotidiano, desenvolvendo nos alunos a capacidade de compreender os fenômenos químicos em seu dia a dia, diminuindo assim a rejeição da disciplina tornando a mais atraente e interessante.

Aliar a teoria com a prática no sentido de enriquecer os conteúdos tradicionais e fazer com que o educando perceba que estudar química não é só decorar fórmulas, memorizar fatos, símbolos e nomes, mas sim que a vida cotidiana é relacionada com esta Ciência percebendo as relações existentes entre aquilo que estuda na sala com a natureza e a sua própria vida (CHASSOT, 2003).

4. METODOLOGIA

O trabalho proposto consiste em uma pesquisa aplicada, exploratória, com abordagem qualitativa, através de método indutivo e procedimento experimental. O estudo avaliou o uso da interdisciplinaridade entre química e meio ambiente para sensibilização em relação às questões ambientais, além da experimentação aliada à teoria na tentativa de proporcionar uma melhor assimilação dos conceitos químicos abordados e estímulo no estudo da química.

Conforme o plano de aula (Apêndice A), inicialmente aplicou-se um questionário semiestruturado como ferramenta diagnóstica, o pré-teste (Apêndice B), com perguntas abertas e fechadas, elaborado com questões investigativas com a finalidade de analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto desenvolvido. O questionário foi disponibilizado em folha de papel impressa e abordou conteúdos sobre utilização e descarte dos plásticos, ligações e estruturas moleculares dos plásticos, química orgânica, questões de interdisciplinaridade, educação ambiental e plásticos biodegradáveis.

Em seguida, em uma aula expositiva, foram abordados assuntos relacionados à química dos plásticos e sua problemática ambiental e plásticos biodegradáveis como alternativa sustentável. Finalizando, foi contemplado o uso do amido de batata e de produtos naturais como alternativa para a obtenção de filmes biodegradáveis (Apêndice C).

Em outra aula, foi realizada uma prática experimental de obtenção de bioplástico de batata (Apêndice F), conforme o roteiro de Monteiro Souza (2019), com algumas alterações (Apêndice D). Para verificar o aprendizado dos alunos com as atividades desenvolvidas, foi aplicada uma ferramenta diagnóstica, o pós-teste (Apêndice E), com questões semelhantes às abordadas no pré-teste, de forma a facilitar um estudo comparativo dentre as respostas obtidas antes e depois da prática pedagógica. Esses resultados foram comparados com o auxílio de planilha de Excel. A aceitação da atividade proposta e sua importância como facilitadora para a aprendizagem foi avaliada por questões acrescentadas ao final do formulário.

4.1 Público-alvo

A pesquisa experimental foi realizada com duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Professor Jacob Milton Bennemann da cidade de Feliz-RS. As turmas foram escolhidas em virtude da acessibilidade e da disponibilidade das mesmas no período da realização da aplicação da atividade. Além disso, pelo fato de que neste ano as escolas estão se adaptando ao novo Ensino Médio, o arranjo metodológico deve ser condizente com as propostas apresentadas no Referencial Curricular Gaúcho, baseadas no protagonismo estudantil promovendo um ensino de química contextualizado interdisciplinar. Alguns conteúdos como ligações químicas os alunos já haviam visto anteriormente, porém buscou-se abordar este conteúdo de forma interdisciplinar e contextualizada com as questões ambientais, em conjunto com uma prática experimental, proporcionando para os estudantes uma maneira diferente de aprender o conteúdo, promovendo a sensibilização diante dos impactos ambientais e, portanto, uma aprendizagem significativa.

4.2 Conteúdo programático e sequência didática

Os conteúdos que integram o plano de ensino da disciplina de Química do primeiro ano do Ensino Médio são ligações químicas, química orgânica e sustentabilidade. Esses conteúdos, quando trabalhados de forma contextualizada e interdisciplinar, propiciam que os estudantes consigam analisar questões socioambientais atuais em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de processos de produção de novos materiais.

De acordo com o plano de aula (Apêndice A), para iniciar o assunto por meio de um projetor multimídia foram mostradas aos alunos imagens de poluições causadas pelo descarte incorreto dos plásticos, aproximando-os da realidade, a fim de que fizessem reflexões e comentassem sobre as imagens. Em seguida, abordou-se os seguintes tópicos: a origem dos plásticos a partir do petróleo, a constituição química dos polímeros e sua origem, a diferença entre recursos renováveis e não-renováveis, o impacto dos plásticos no meio

ambiente, a relação entre as ligações químicas e o tempo de permanência dos plásticos no meio ambiente e plásticos biodegradáveis (o que são, origem, biodegradação e desafios em relação a sua utilização). Na aula seguinte, foi realizada a prática experimental de obtenção de plástico biodegradável a partir de uma matéria prima natural, o amido de batata inglesa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Chassot (2003), ao falarmos de educação científica é necessário ao cidadão desenvolver em seu dia a dia o domínio de conhecimentos científicos e tecnológicos. É na escola que se faz essa contextualização do ensino de química a fim de desenvolver conceitos que relacionem a vida diária atual e futura do discente.

“A aprendizagem de química no ensino médio deve [...] possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais e econômicas” (Brasil 2000 p. 31).

Com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os assuntos abordados e avaliar o processo de ensino-aprendizagem, foram aplicadas ferramentas diagnósticas (pré-teste e pós-teste) para verificar se, por meio da atividade proposta e dos materiais disponibilizados, houve ressignificação e construção de conhecimento por parte dos estudantes.

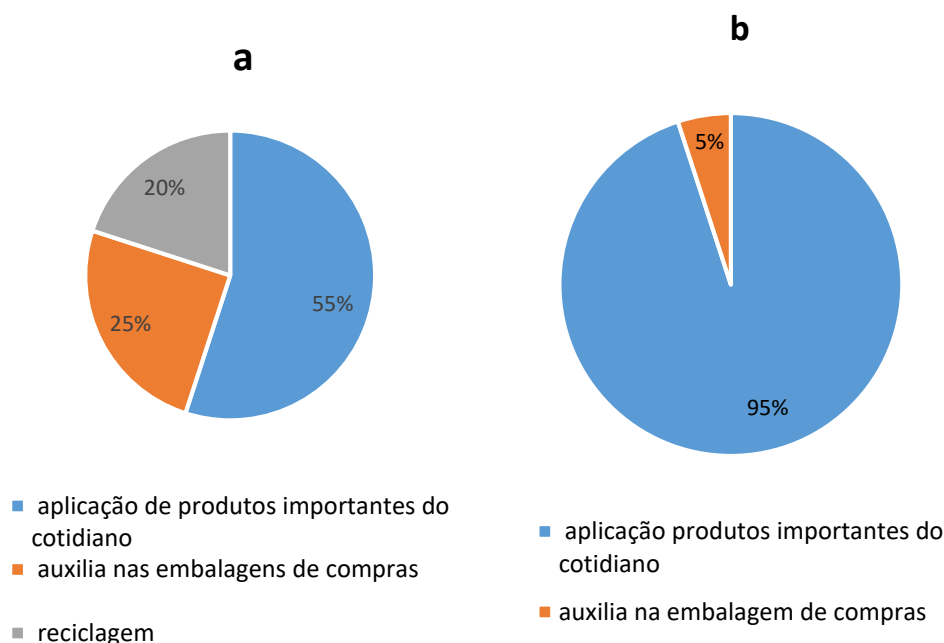
Para possibilitar uma avaliação comparativa muitas das questões entre pré-teste e pós-teste eram iguais. Participaram da atividade 35 alunos, distribuídos entre duas turmas. A seguir serão apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação das ferramentas diagnósticas e a discussão.

5.1 Análise comparativa entre os resultados de pré e pós-teste

Esta seção tem como finalidade apresentar a análise e a discussão dos dados obtidos a partir da aplicação do pré e do pós-teste, de forma comparativa, já que os questionários foram formulados de forma que as mesmas questões objetivas e dissertativas constassem em ambos.

O primeiro questionamento presente tanto no pré quanto no pós-teste refere-se aos conhecimentos sobre os principais usos dos plásticos. A Figura 1 apresenta dois gráficos com os resultados do pré-teste (a) e do pós-teste (b) na qual estão representadas, em porcentagem, as respostas dos alunos referentes ao questionamento.

Figura 1: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Qual a principal utilidade do plástico?



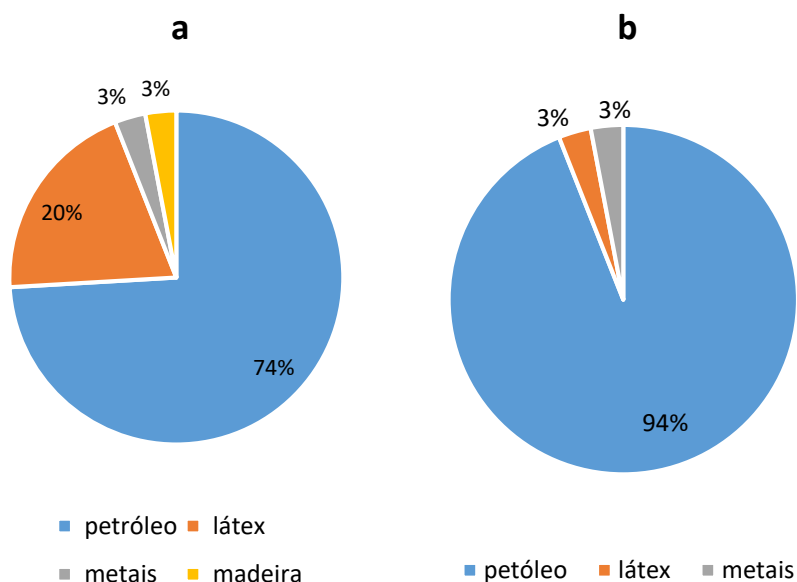
Fonte: Autora (2022)

Pode-se observar que quando os estudantes foram questionados sobre a principal utilidade do plástico, tiveram que optar pela utilização em produtos importantes do cotidiano, ou auxiliar na embalagem de compras ou reciclagem. No pré-teste, mais de 50% optaram pela utilização em produtos do cotidiano. Após a aplicação da sequência didática proposta, nota-se que no pós-teste essa porcentagem passou a ser 95%. Os discentes deixaram nítido a importância do plástico na produção de vários produtos. Não se pode negar a importância dos mesmos no cotidiano. Conforme afirma Piatti e Rodrigues (2005), os plásticos, a partir da sua descoberta no século XX, aos poucos foram sendo cada vez mais utilizados na fabricação dos mais variados objetos. Sua versatilidade impactou em mudanças no consumo e, em consequência, no estilo de vida das pessoas. Dessa forma, desde então os plásticos são amplamente utilizados em brinquedos, utensílios domésticos, eletrônicos, entre outros produtos de grande utilidade e importantes no cotidiano dos estudantes. No pós-teste pode-se observar que a opção reciclagem não foi mencionada, mostrando assim que se

fez entender que essa não é uma de suas utilizações e sim uma forma de minimizar o acúmulo de resíduos no meio ambiente.

O segundo questionamento foi em relação à matéria prima usada para a produção dos plásticos. Entre as alternativas como possíveis respostas estavam o petróleo, látex, metais e madeira. Os resultados das respostas dos estudantes são apresentados na Figura 2. No pré-teste (Figura 2a), o percentual da resposta correta (petróleo) foi de 74%, já no pós-teste esse percentual aumentou para 94%, o que revela que os estudantes em sua maioria compreenderam que os plásticos são derivados do petróleo. De acordo com Ausubel (2003), o que o aluno já sabe - a ideia-âncora - é a ponte para a construção de um novo conhecimento por meio da reconfiguração das estruturas mentais existentes ou da elaboração de outras novas. Para Piaget (2013), todo conhecimento é possível se houver anteriores, desenvolvendo assim a inteligência. Ou seja, é possível inferir que grande parte dos estudantes já tinham um conhecimento prévio a respeito da origem dos plásticos.

Figura 2: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Qual é a principal matéria prima utilizada na fabricação do plástico?

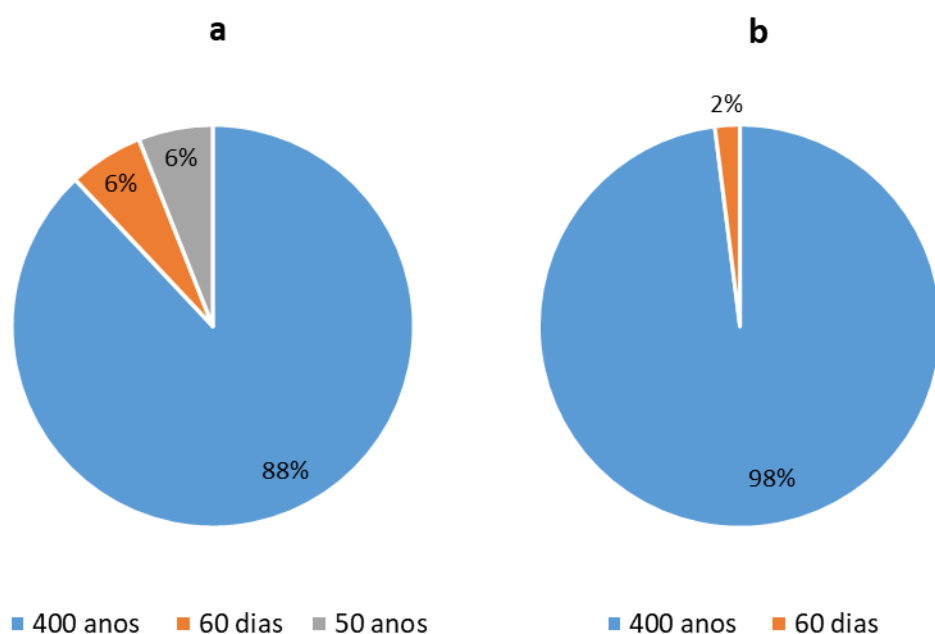


Fonte: Autora (2022)

Isso também pode ser observado ao analisar as respostas do terceiro questionamento, a respeito do tempo necessário para que ocorra a degradação dos plásticos na natureza, cujos resultados são apresentados na Figura 3. Na

Figura 3a (resultados do pré-teste), percebe-se que havia algum conhecimento prévio por parte dos alunos sobre o tempo de degradação dos plásticos, onde as opções fornecidas foram 400 anos, 50 anos e 60 dias. Já no pós-teste (Figura 3b), a maioria (98%) dos estudantes afirmaram que o plástico leva em torno de 400 anos para desaparecer na natureza.

Figura 3: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Qual é aproximadamente o tempo de degradação do plástico?



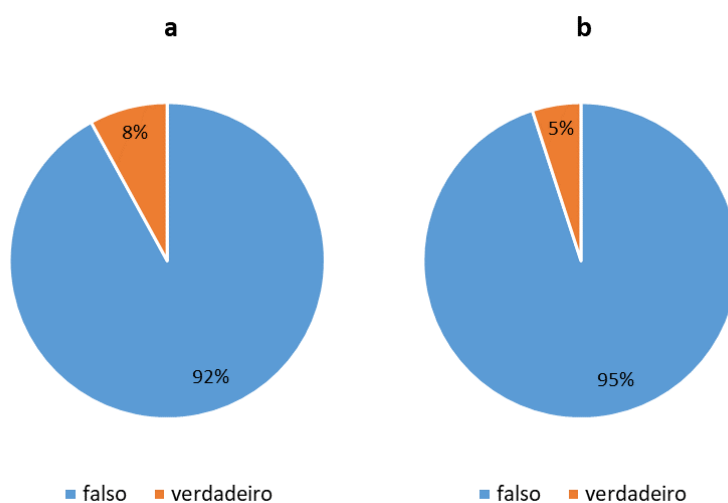
Fonte: Autora (2022)

Observando comparativamente o pré e o pós-teste, referente à afirmação: “Recursos renováveis são aqueles que não se renovam em um curto prazo comparado com o tempo da vida humana”, os estudantes deveriam classificá-la como verdadeira ou falsa. Já no pré-teste os alunos demonstraram ter conhecimento sobre o tema abordado classificando-a como falsa, o que se confirmou com um pequeno acréscimo no percentual de respostas corretas no pós-teste.

O quinto questionamento também era do tipo verdadeiro ou falso, em que os estudantes deveriam analisar a afirmação de que a razão pela qual os plásticos sintéticos não se decompõem com mais facilidade está ligada ao fato de que as ligações entre os átomos são pouco estáveis. Os resultados são apresentados na Figura 5, em que se pode observar que sendo essa afirmação

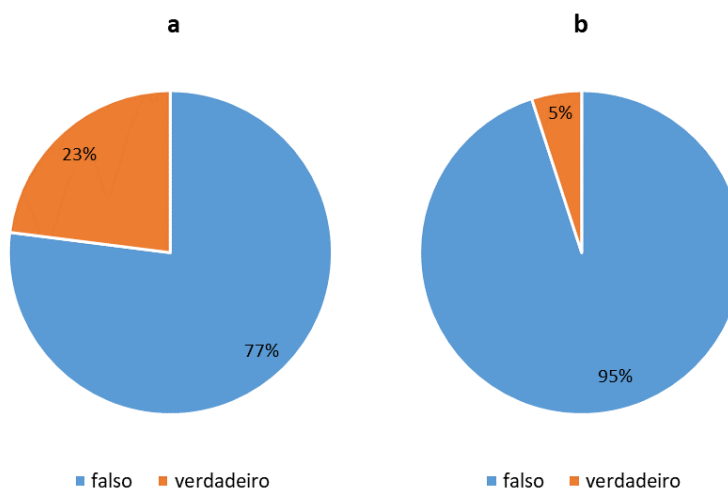
falsa, após a atividade, houve um aumento considerável de respostas corretas, passando de 77% no pré-teste para 95% no pós-teste. Os plásticos são formados pela união de grandes cadeias chamadas polímeros, que por sua vez, são formados por moléculas menores, chamados monômeros, o que lhes confere características a resistência ao calor, água e ao ar e também radiações (MANZANO, 2009).

Figura 4: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Recursos renováveis são aqueles que não se renovam em um curto prazo comparado com o tempo de vida humana.



Fonte: Autora (2022)

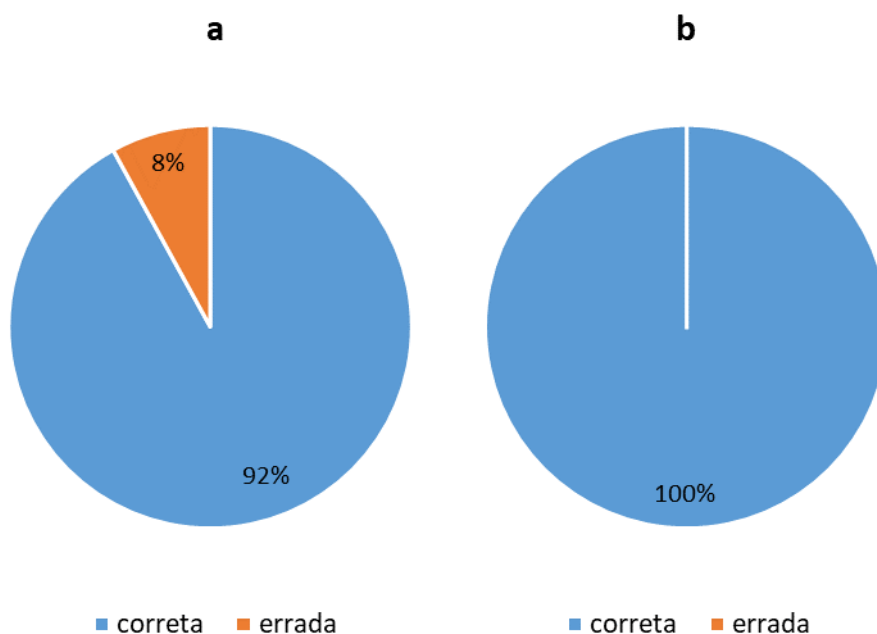
Figura 5: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Um dos motivos dos plásticos sintéticos não se decomporem com mais facilidade é a ligação entre os átomos serem poucos estáveis.



Fonte Autora (2022)

Na questão referente à Figura 6 os estudantes deveriam correlacionar as colunas para classificar recursos como renováveis ou não renováveis. Esse tema foi abordado durante a aula com o objetivo de alertar sobre a relação entre o uso de recursos renováveis e não renováveis e a problemática ambiental. Observou-se um percentual de respostas corretas de 100% no pós-teste. Souza (2010), destaca que a educação ambiental deve adotar uma perspectiva interdisciplinar, além de fazer com que os alunos participem da organização de suas próprias experiências de aprendizagem e que tenham a oportunidade de tomar decisões. Caracteriza-se, então, a educação ambiental como um processo permanente no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que os tornem aptos a agir e resolver problemas ambientais, presentes e futuros (Dias,1992).

Figura 6: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Relacione as colunas: 1.Recurso renovável, 2.Recurso não renovável () petróleo, carvão mineral, minérios, materiais radioativos, gás natural. () água, solo, matéria orgânica, biocombustíveis, vento.



Fonte Autora (2022)

O próximo questionamento foi realizado de forma aberta com a seguinte pergunta: “ Você sabe o que é um plástico biodegradável? Se SIM, justifique”. Para apresentar os resultados, foram agrupadas as respostas com afinidade e muito parecidas e apresentadas na forma de tabelas.

No pré-teste, cujos resultados são apresentados na tabela 1, a grande maioria demonstrou ter algum conhecimento sobre o assunto, mesmo que superficial. As respostas 01, 02 e 04 se adequam de forma razoável aos conceitos e características de um plástico biodegradável. Em relação aos resultados do pós-teste, as respostas 01, 03 e 05 exemplificam que houve uma maior elaboração dos conceitos, evidenciando o processo de construção do conhecimento por parte dos estudantes. Na resposta 02 do pós-teste, em particular, nota-se que o estudante abordou o conceito de uma forma mais científica, mostrando que também houve a ressignificação do conhecimento pela correlação com os conceitos químicos abordados em aula.

Tabela 1: Respostas do pré-teste para a pergunta: Você sabe o que é um plástico biodegradável? Se SIM, justifique.

Resposta 01	"é um material que se decompõem com facilidade"
Resposta 02	"derivado de fontes renováveis e não renováveis"
Resposta 03	"acho que é um plástico que pode ser reciclado"
Resposta 04	"feito de um material sustentável que reduz o risco à saúde"
Resposta 05	"não tenho esse conhecimento"
Resposta 06	"bah não sei"

Fonte: Elaboração da autora.

Tabela 2: Respostas do pós teste para a pergunta: Você sabe o que é um plástico biodegradável? Se SIM, justifique.

Resposta 01	"é um material que se degrada facilmente no ambiente"
Resposta 02	"plástico com menos estabilidade em suas ligações"
Resposta 03	"plástico que se decompõem rápido sem agredir o ambiente"
Resposta 04	"feito de materiais reutilizáveis"
Resposta 05	"feito através de recursos renováveis, como o amido de batata"

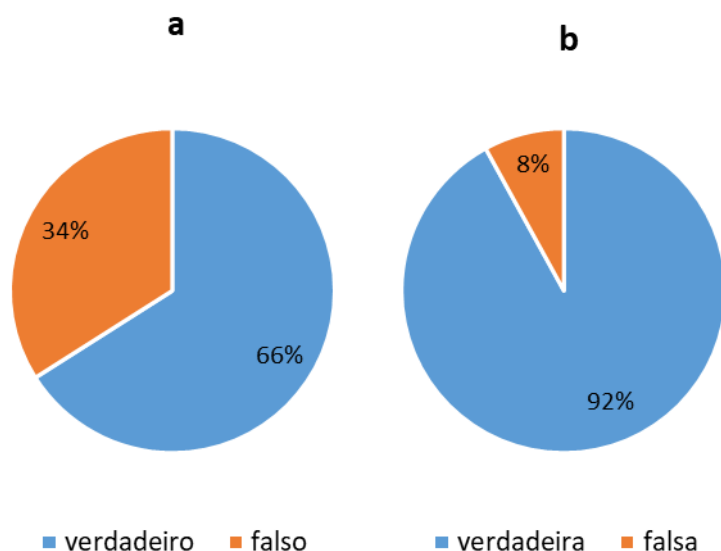
Resposta 06	"não sei"
-------------	-----------

Fonte: Elaboração da autora.

Nesse ponto de vista, a alfabetização científica permite a qualquer pessoa o desenvolvimento da capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca. Paulo Freire concebe-a como um processo que permite o estabelecimento de conexões entre o mundo em que a pessoa vive e a palavra escrita e, a partir de tais conexões, nasceriam os significados e as construções de saberes (FREIRE, 1996).

O oitavo questionamento, cuja análise das respostas é apresentada na Figura 8, solicitava que os estudantes classificassem como verdadeira ou falsa a afirmação de que polímeros naturais ou biopolímeros são os que ocorrem na natureza, como o amido, a celulose e a borracha. De acordo com as respostas obtidas no pré-teste (Figura 7a), apenas 66% dos estudantes afirmaram que a assertiva era verdadeira, indicando que não havia um conhecimento prévio consolidado a respeito do que são biopolímeros. No pós-teste (Figura 7b), o percentual de respostas corretas passou a ser 92%, o que indica que houve uma aprendizagem significativa. Esse resultado pode ser devido à realização da prática experimental de obtenção de um biopolímero a partir de uma fonte natural de amido, amplamente presente no cotidiano dos estudantes, a batata.

Figura 7: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Polímeros naturais ou biopolímeros são os que ocorrem na natureza como o amido, a celulose e a borracha.

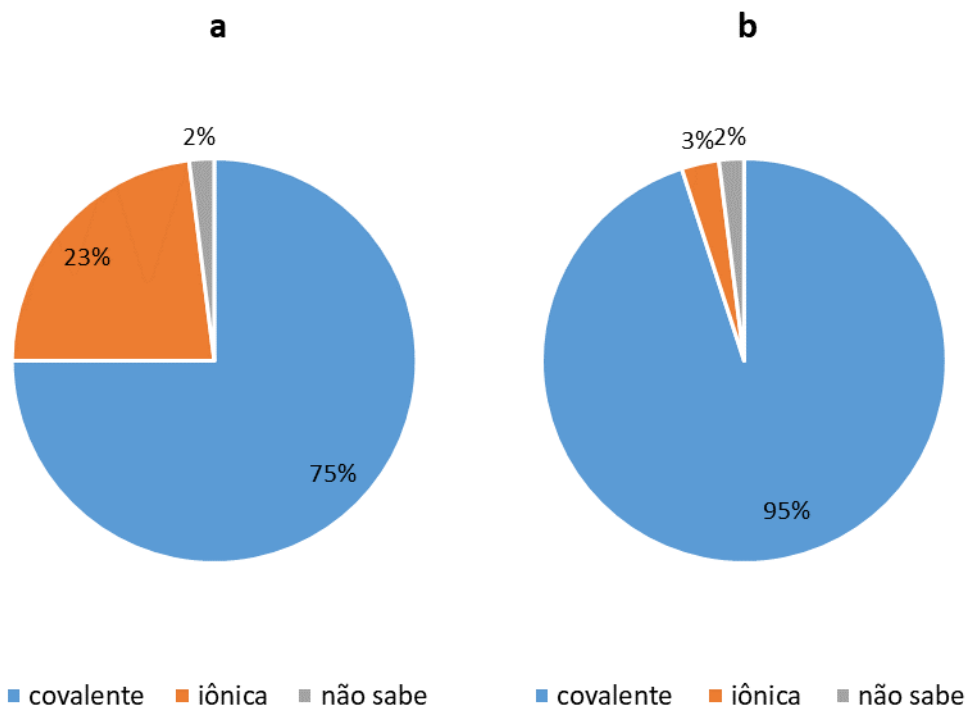


Fonte Autora (2022)

Nesse sentido, salienta-se a importância da experimentação para uma melhor assimilação de conceitos, tal como infere Santos (2014) ao afirmar que a contextualização da teoria com a prática é necessária para que os alunos consigam visualizar a importância dos conteúdos abordados, proporcionando a real interpretação e compreensão do estudo em questão. Ainda, segundo Hess (1997) cabe ao professor buscar alternativas, como por exemplo, a realização de experimentos com materiais domésticos, pois o objetivo da experimentação é possibilitar ao aluno a criação de modelos que tenham sentidos para ele, a partir de suas próprias observações.

A pergunta nove referia-se ao conhecimento sobre ligações químicas. Os resultados das respostas para esse questionamento são apresentados na Figura 9. Pode-se observar que no pré-teste (Figura 8a), um grande percentual de estudantes (75%) já tinha conhecimento prévio sobre ligações químicas, optando pela alternativa correta (ligação covalente). Mesmo que tenha havido um alto percentual de respostas corretas no pré-teste, após a aplicação da sequência didática o percentual de respostas corretas aumentou para 95% (Figura 8b). Os estudantes já tinham estudado ligações químicas em momentos anteriores. Como na pergunta aparece a expressão estrutura molecular eles podem ter feito a relação, já que moléculas são formadas por ligações covalentes, enquanto que compostos são formados por ligações iônicas. Segundo Chassot (1995) o caminho para um real ensino de ciências é reunir, em uma mesma área, aqueles conhecimentos que compartilham objeto de estudo e que mais facilmente se comunicam, criando condições para uma prática escolar interdisciplinar e contextualizada em oposição ao ensino disciplinar.

Figura 8: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Qual o tipo de ligação química está presente na estrutura molecular dos plásticos?



Fonte: Autora (2022)

Em seguida, no décimo questionamento, cujos resultados do pré-teste e pós-teste são apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente, perguntou-se a respeito da comparação entre o tempo de degradação dos plásticos sintéticos e biodegradáveis na natureza.

Tabela 3: Respostas do pré-teste para a pergunta: Por que o plástico biodegradável leva menos tempo que o plástico sintético para se decompor?

Resposta 01	"vem de coisas naturais"
Resposta 02	"se decompõem com mais facilidade"
Resposta 03	"feito de materiais reutilizáveis"
Resposta 04	"não é tão resistente quanto o plástico normal"
Resposta 05	"é composto de látex"
Resposta 06	"não sabe"

Fonte: Elaboração da autora.

Ao analisarmos as respostas do pré-teste, apresentadas na tabela 3, pode-se perceber que, exceto nas respostas 05 e 06, em que foram mencionados que o plástico biodegradável leva menos tempo para decompor que o plástico natural por "ser feito de látex" ou "não souberam", muitos dos alunos tinham algum conhecimento em relação ao assunto, o que se confirma

na resposta 01: “vem de coisas naturais”, resposta 02: "se decompõem com mais facilidade" e na resposta 04: “não é tão resistente quanto o plástico normal”. A resposta 03: demonstra que um aluno pensou que fosse “um material reutilizável”.

Tabela 4: Respostas do pós-teste para a pergunta: Por que o plástico biodegradável leva menos tempo que o plástico sintético para se decompor?

Resposta 01	"oriundos de fontes renováveis e podem sofrer biodegradação"
Resposta 02	"plásticos que as bactérias conseguem quebrar a fibra do plástico"
Resposta 03	"é um material natural"
Resposta 04	"não é tão resistente quanto o plástico normal"
Resposta 05	"sofre biodegradação, que é um processo químico que sofre ação de microrganismos"
Resposta 06	"as ligações entre os átomos não são tão estáveis"

Fonte: Elaboração da autora.

Na tabela 4, pode-se observar que as respostas do pós-teste são mais elaboradas e complexas. Citaram, como pode-se observar nas respostas 01: “oriundos de fontes renováveis e podem sofrer biodegradação”, resposta 02: “plásticos que as bactérias conseguem quebrar a fibra do plástico”, resposta 05: "sofre biodegradação, que é um processo químico que sofre ação de microrganismos” e na resposta 06: "as ligações entre os átomos não são tão estáveis". É possível inferir que a aplicação da sequência didática correlacionando os conceitos químicos com o meio ambiente foi determinante para a construção dos conhecimentos evidenciados por essas respostas. Pimenta e Anastasiou (2002, p.214) concebem que “ao aprender um conteúdo, aprende-se também determinada forma de pensá-lo e de elaborá-lo, motivo pelo qual cada área exige formas de ensinar e aprender específicas, que explicitem as respectivas lógicas”. Sendo assim, cada professor deve estruturar sua didática de modo a contemplar as diversas possibilidades que facilitem e elevem os resultados do processo de ensino e aprendizagem (Mazzioni, 2013).

No décimo primeiro questionamento, os estudantes deveriam classificar como verdadeira ou falsa a afirmação de que os polímeros sintéticos ou artificiais

são aqueles produzidos em laboratório, em geral derivados de petróleo. Nesse caso, tanto no pré quanto no pós-teste obteve-se um percentual de 100% de respostas corretas (a afirmação é verdadeira). Acredita-se que devido à palavra “artificial” constar na afirmação, eles correlacionaram com a expressão produzidos em laboratório, o que os induziu a responder corretamente.

Na questão seguinte, cujos resultados das respostas dos estudantes são apresentados na Tabela 5 (pré-teste) e na Tabela 6 (pós-teste), os estudantes deveriam mencionar de forma descritiva problemas causados pelo descarte indevido do plástico no meio ambiente. Observou-se que, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, as respostas “poluição e morte de animais” foram citadas. Como ambas são causadas direta ou indiretamente pelo descarte incorreto, de modo geral conclui-se que os estudantes têm consciência dos problemas ambientais decorrentes do descarte inadequado dos plásticos. A morte de animais pode ser explicada segundo DERRANIK (2002 apud. J. NETO, M. KERSANACH e PATCHINEELAM 2008), que relata que os plásticos são os principais poluentes dos oceanos, boa parte por sua crescente utilização diária, seu tempo de permanência no ambiente, pela capacidade de ser facilmente transportado e a inexistência ou ineficácia de programas de conscientização e gerenciamento destes resíduos.

Tabela 5: Respostas do pré-teste para a pergunta: Você tem conhecimento sobre os problemas causados no meio ambiente devido ao descarte incorreto do plástico? Se sim, quais você pode citar?

Resposta 01	“poluição nas ruas e oceanos”
Resposta 02	“se descartado de forma errada, animais se confundem com alimentos, comem e morrem”
Resposta 03	“alagamentos, destruição fauna e flora, aquecimento global”
Resposta 04	“não tenho muito conhecimento”

Fonte: Elaboração da autora

Tabela 6: Respostas do pós teste para a pergunta: Você tem conhecimento sobre os problemas causados no meio ambiente devido ao descarte incorreto do plástico? Se sim, quais você pode citar?

Resposta 01	“degradação do solo e da água e risco de ser ingeridos por animais”
Resposta 02	“os plásticos se decompõem no meio ambiente liberando gases do efeito estufa e poluindo as águas”
Resposta 03	“poluição e morte de animais”

Fonte: Elaboração da autora

Ao serem questionados sobre uma maneira alternativa que consideram correta para que os impactos causados no meio ambiente pelo uso dos plásticos sejam amenizados, observa-se na Tabela 7, que apresenta os resultados do pré-teste, que todas as respostas apresentam alternativas para amenizar os impactos ambientais. Apesar das respostas apresentadas serem consideradas corretas, nem todos os estudantes apresentaram alternativas.

Tabela 7: Respostas do pré-teste sobre a questão: Cite uma maneira alternativa que você considera correta a fim de minimizar os impactos causados no meio ambiente pelo uso do plástico.

Resposta 01	“reciclagem”
Resposta 02	“conscientização das pessoas”
Resposta 03	“descartar o lixo corretamente, não jogar nas ruas e rios”
Resposta 04	“substituir o plástico por um menos poluente”
Resposta 05	“usar sacolas de pano, guardar os potes”
Resposta 06	“usar plástico biodegradável”

Fonte: Elaboração da autora

No pós-teste observou-se que uma maior quantidade de estudantes citou alternativas, sendo algumas respostas apresentadas na tabela 8. Nesse caso, muitos citaram que ao “usar plásticos biodegradáveis” estariam agindo de forma a ajudar a preservação do meio ambiente. Esse resultado evidencia que, após a aplicação da sequência didática, boa parte dos estudantes passou a considerar a utilização dos plásticos biodegradáveis para a minimização de impactos ambientais.

Tabela 8: Respostas do pós-teste sobre a questão: Cite uma maneira alternativa que você considera correta a fim de minimizar os impactos causados no meio ambiente pelo uso do plástico.

Resposta 01	“não fazer o descarte em locais impróprios”
-------------	---

Resposta 02	“reciclagem”
Resposta 03	“usar plásticos biodegradáveis”
Resposta 04	“não utilizar tantos produtos descartáveis, optar por materiais sustentáveis”

Fonte: Elaboração da autora

Tagliapietra e Carniatto (2019) ressaltam que a educação ambiental, a partir de novas aprendizagens, proporciona mudanças de comportamentos para o alcance de determinados objetivos. Sendo assim, é possível considerar que a sequência didática auxiliou no desenvolvimento de uma consciência crítica dos estudantes em relação aos problemas socioambientais, o que é fundamental para uma sociedade comprometida com a sustentabilidade.

Uma das finalidades da educação para o ambiente foi determinada pela UNESCO, logo após a Conferência de Belgrado (1975) e relata que se deve:

Formar uma população mundial consciente e preocupada com o ambiente e com os problemas com ele relacionados, uma população que tenha conhecimento, competências, estado de espírito, motivações e sentido de empenhamento que lhe permitam trabalhar individualmente e coletivamente para resolver os problemas atuais, e para impedir que eles se repitam.

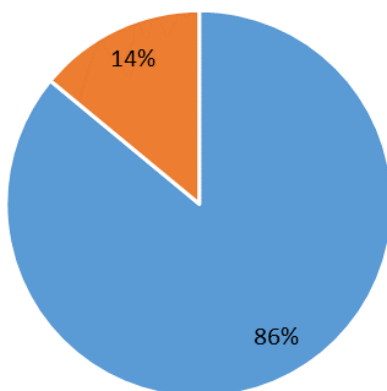
5.2 Análise dos resultados de perguntas específicas do pós-teste

No pós-teste foram incluídas outras questões mais específicas relacionadas à prática experimental, que tinham por objetivo avaliar se houve aprendizagem dos conceitos e questões abordadas nas aulas, e também algumas questões para avaliar a percepção dos estudantes quanto à relevância da sequência didática aplicada para a construção do seu conhecimento.

Nas questões 4, 5 e 11, que deram sequência ao pós-teste, os alunos julgaram como verdadeiras ou falsas afirmações sobre: como ocorre a degradação (questão 4) e a biodegradação da matéria (questão 11), possibilitando a consolidação da relação da decomposição do plástico sintético comparado ao plástico biodegradável, e também sobre o amido como matéria-prima renovável para a produção de plásticos biodegradáveis (questão 5). Os resultados quantitativos para essas questões são apresentados nas Figuras 9, 10 e 11.

Figura 9: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Degradação é um conjunto de reações químicas que envolvem a quebra das ligações primárias da cadeia principal do polímero e a formação de outras cadeias, como consequente mudança da estrutura química e redução da massa molar.

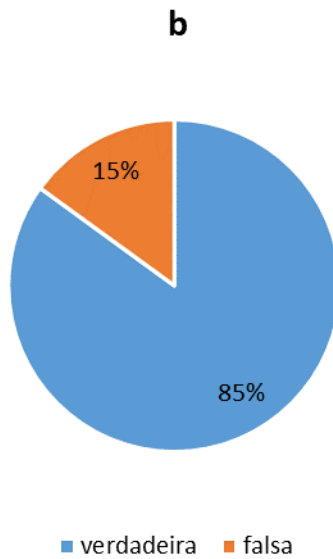
b



■ verdadeira ■ falsa

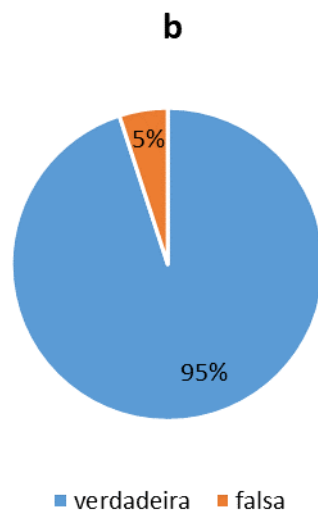
Fonte Autora (2022)

Figura 10: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: O amido é um dos polímeros naturais com maior potencialidade de aplicação no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, por ser renovável e obtido a partir de diversas fontes naturais.



Fonte Autora (2022)

Figura 11: Respostas do pré/pós-teste para a pergunta: Os plásticos biodegradáveis se decompõem com facilidade porque muitos microrganismos como bactérias e fungos encontrados no solo, liberam algumas enzimas capazes de decompor os plásticos biodegradáveis, o que é impossível nos plásticos convencionais.



Fonte: Autora

Nas três questões o percentual de respostas corretas foi bastante relevante, conforme as figuras 9, 10 e 11. Pode-se observar que houve a compreensão e atribuição de significados, contribuindo para uma aprendizagem significativa. Conforme Brum (2015) “esse processo de aprendizagem é considerado dinâmico e não unilateral, no qual os estudantes carregados de interconexões mentais e saberes se tornam peça fundamental nesse movimento de construção do conhecimento”.

Farias *et al* (2008), afirmam que a compreensão e assimilação dos conhecimentos químicos devem ocorrer por meio do contato do aluno com o objeto real do estudo da Química. Quanto mais integradas estão a teoria e a prática, mais significativa torna-se a aprendizagem de Química, pois esta união assume sua verdadeira função: contribuir para a construção do conhecimento químico de forma transversal, e não meramente linear (FARIAS; BASAGLIA; ZIMMERMANN, 2008). Giordan (1999, p.12) relata que se sabe que a experimentação tem a capacidade de despertar o interesse dos alunos e é comum ouvir de professores que ela promove o aumento da capacidade de aprendizagem, pois a construção do conhecimento científico/formação de pensamento é dependente de uma abordagem experimental e se dá majoritariamente no desenvolvimento de atividades investigativas.

Para concluir o pós-teste, foram colocadas algumas perguntas para verificar a percepção dos educandos sobre a temática e a atividade proposta: “Se o petróleo se esgotar é possível produzir plástico? ”, “Você considera que abordar conteúdos de química com questões ambientais aliados aos conhecimentos populares facilitou a compreensão em relação ao conteúdo proposto? ” e “A demonstração da produção de um plástico biodegradável, facilitou no entendimento do conteúdo?”. Para essas três perguntas, a totalidade dos estudantes respondeu afirmativamente.

A concordância dos estudantes com a afirmação de que é possível produzir plástico através de outra fonte, que não seja o petróleo, mostra assim a importância da aplicação dos conhecimentos que eles adquirem na escola.

Ao serem questionados sobre a importância de aliar o conteúdo através de uma problemática do cotidiano facilitou no entendimento do conteúdo, foi unânime a resposta, onde concordaram em 100%, confirmando que aulas experimentais auxiliam no processo de aprendizagem , Soares *et al* (2020) nos diz que é por meio do experimento que o aluno não será somente um simples aluno, ele passará ser um pesquisador científico, estará mais atento as informações, será mais persistente diante do que se procura, os olhos serão treinados a ver para registrar e o processo construtivo de conhecimento não terá limite. Quando o aluno participa ele tem argumento para questionar, para afirmar, tem autoridade para defender.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conteúdos estudados na escola quando aliados a problemas do cotidiano se fazem importantes para sensibilizar os estudantes enquanto cidadãos agentes de transformação. Mudanças de atitudes e de pensamentos relacionados as questões de preservação e conservação do meio ambiente são fundamentais para concretizar uma mudança de pensamento a fim de se buscar o desenvolvimento sustentável.

Com a sequência didática aplicada nesse trabalho objetivou-se estabelecer uma relação entre educação ambiental e química e sustentabilidade, questão essa abordada frequentemente em nosso cotidiano. Através da atividade experimental conseguiu-se unir a aplicação prática de conceitos químicos com o esclarecimento sobre a importância das questões ambientais, utilizando-se para isso a obtenção de um plástico biodegradável, promovendo o ensino interdisciplinar e contextualizado.

Metodologias didáticas do tipo investigativo experimental como a usada nesse trabalho são fundamentais para atrair a atenção dos alunos, tornando a aprendizagem prazerosa e instigante. A realização dessa atividade possibilitou aos estudantes expor conhecimentos prévios sobre a situação que vivenciam e conhecer uma alternativa sustentável para a substituição do plástico sintético por um plástico biodegradável obtido por meio de uma matéria prima derivada de fontes naturais, aqui o amido de batata.

Ao iniciar a pesquisa, foi observado que a maioria dos alunos apresentou dúvidas. Por exemplo, o que era uma cadeia de polímeros e, o tipo de ligações químicas e geometria molecular. Tendo em vista que neste ano as escolas estão se adaptando ao novo Ensino Médio que e o arranjo metodológico deve ser condizente com as propostas apresentadas no Referencial Curricular baseadas no protagonismo estudantil promovendo um ensino de Química contextualizado interdisciplinar, buscou-se então aliar este conteúdo juntamente com problemas ambientais que o plástico pode ocasionar ao ser descartado incorretamente.

Após a realização das atividades, os resultados das ferramentas diagnósticas apontaram que o progresso foi significativo, sendo observada uma construção de novos conhecimentos aliada à ressignificação de conhecimentos prévios. Conseqüentemente, ampliou-se o conhecimento tanto de química

quanto dos impactos causados pelo uso excessivo e descarte incorreto dos plásticos. Grande parte dos estudantes mostraram ter construído uma reflexão crítica e consciente sobre o uso do plástico biodegradável como alternativa de minimizar os danos causados ao meio ambiente.

As metodologias de ensino e de aprendizagem devem permitir que os estudantes, por meio de atividades que os desafiem a pensar, analisem situações-problema usando seus conhecimentos e proponham explicações, soluções e críticas construtivas. Para isso o professor deve fornecer ferramentas que assegurem a construção de novos conhecimentos e a consolidação dos saberes, promovendo a aprendizagem significativa e a formação cidadã com comprometimento com novas gerações e responsabilidade social.

7. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, ÉRICA DE OLIVEIRA; DA SILVA, Pablo Marques; DE LIMA HECK, Cleo Roger. ANÁLISE COMPORTAMENTAL DO AGRONEGÓCIO DA MANDIOCA NO BRASIL E NO ESTADO DO AMAZONAS DE 2006 A 2015. ACTA GEOGRÁFICA, v.15, n. 38, p. 102-123, 2021.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BRANCO, Emerson Pereira; ROYER, Marcia Regina; DE GODOI BRANCO, Alessandra Batista. A abordagem da Educação Ambiental nos PCNs, nas DCNs e na BNCC. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 29, n. 1, 2018.

BRASIL – Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros

BRASIL, 2008(a) MEC. Resolução CEB/CNE nº04/99: Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf1>>. Acesso em: 20 de março de 2008 – acesso em 03 de dezembro.

BRUM, Wanderley Pivatto. Aprendizagem significativa: revisão teórica e apresentação de um instrumento para aplicação em sala de aula. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, v. 14, n. 1, 2015.

CEOLIN, Izaura; CHASSOT, Attico Inácio; NOGARO, Arnaldo. Ampliando a alfabetização científica por meio do diálogo entre saberes acadêmicos, escolares e primevos. Revista Fórum Identidades, 2016.

CHASSOT, A. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. 3ªEd. Ijuí - RS: Unijuí, 2003.

CHASSOT, A. Para quem é útil o ensino? Alternativas para um ensino de Química mais crítico. Canoas: Editora da Ulbra, 1995.

CHASSOT, Áttico. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

COUTINHO, B. C. et al. A importância e as vantagens do polihidroxibutirato (plástico biodegradável). Holos, v. 3, p. 76-81, 2004.

Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC. Semtec. 2000.

DA SILVA OZÓRIO, Maiza et al. Promovendo a conscientização ambiental: resultados de uma pesquisa realizada com alunos do ensino médio sobre polímeros, plásticos e processos de reciclagem. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 10, n. 2, p. 11-24, 2015.

DA SILVA, Fernando Afonso; RABELO, Denilson. O Uso Sustentável de Polímeros. *Revista Processos Químicos*, v. 11, n. 21, p. 9-16, 2017.)

DE AZEREDO, Danielle Gasparly et al. Evidências em relação aos riscos à saúde pelo uso do plástico em embalagens alimentícias. **Ciência & Saúde**, v. 10, n. 3, p. 184-191, 2017.

DE CASTRO, Thais Hessab Moreira. **Os bioplásticos: impactos ambientais e perspectivas de mercado**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DE SOUZA, Rayene Monteiro et al. QUÍMICA E A ELABORAÇÃO DE PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS COMO FERRAMENTA DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL. **Igapó**, v. 15, n. 1, 2021.

Departamento de Química. Bauru, 2016. Disponível em:<<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/136634/000860513.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 06 nov. 2022.

DERRAIK J.G.B. The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, n. 9, p. 842-852, 2002.

DIAS, G.F. Educação ambiental, princípios e práticas. São Paulo: Gaia, 1992.
FREIRE, P. Pedagogia da autonomia – saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

FARIAS, C. S.; BASAGLIA A. M.; ZIMMERMANN, A. A importância das atividades no ensino de química. 2008. In: 1º Congresso Paraense de Educação em Química, Anais [...]. 2008.

FERNANDES, Elisângela. Conhecimento prévio. O que cada um sabe é a ponte para saber mais, 2011.

FERRARI, Alexandre Harlei. De Estocolmo, 1972 a RIO+20 EM 2012. O discurso ambiental e as orientações para a educação ambiental nas recomendações internacionais. 1. ed. Tupã: ANAP, 2016.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários para a prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. _____. Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1986 (2003)

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. D. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. Investigações em Ensino de Ciências, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, n.10, p.12-49, 1999.

JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de pesquisa, p. 189-206, 2003.

MALI, Suzana; GROSSMANN, Maria Victória Eiras; YAMASHITA, Fábio. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-155, 2010.

MANZANO, Aruanã Bittencourt. Distribuição, taxa de entrada, composição química e identificação de fontes de grânulos plásticos na Enseada de Santos, SP, Brasil. São Paulo, 2009.

MAZZIONI, Sady. As estratégias utilizadas no processo de ensino-aprendizagem: concepções de alunos e professores de ciências contábeis. Revista Eletrônica de Administração e Turismo-ReAT, v. 2, n. 1, p. 93-109, 2013.

MENDES (MENDES, Fernanda Miranda. Produção e caracterização de bioplásticos a partir de amido de batata. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.) afirma que “o tempo de degradação de um material biodegradável não deve ser muito diferente dos materiais naturais e cujos resíduos devem ser compatíveis com o meio ambiente”.

MERÇON, Fábio. A experimentação no ensino de química. **Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Bauru, SP**, p. 25-29, 2003.

- PASSATORE, Claudio R. Química dos polímeros. Etec Tiquatira, 2013.
- PIAGET, J. A Psicologia da Inteligência. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- Psicologia Educacional, David Ausubel, Joseph Novak e Helen Hanesian, 625 págs., Ed. Interamericana
- RIBEIRO, Eliana Paula; SERAVALLI, Elisena AG. **Química de alimentos**. Editora Blucher, 2007.
- RIO GRANDE DO SUL. **Referencial Curricular Gaúcho**: Educação Ensino Médio, v. 1. Secretaria de Estado da Educação: Porto Alegre, 2018.
- ROOS, Alana; BECKER, Elsbeth Leia Spod. Educação ambiental e sustentabilidade. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, p. 857-866, 2012.
- ROSA, D.S.; FRANCO, B.L.M.; CALIL, M.R. 2001. Biodegradabilidade e Propriedades Mecânicas de Novas Misturas Poliméricas. Polímeros, 11(2): 82-88.
- ROSA, D.S.; HANG-CHUI, Q. S.; PANTANO FILHO, R.; AGNELLI, J.A.M. 2002. Avaliação da Biodegradação de Poli- ϵ -(Hidroxibutirato), Poli-(Hidroxibutirato-co-valerato) e Poli- ϵ -(caprolactona) em Solo Compostado. Polímeros. 12(4): 311-317.
- ROSSINI, Cleusa Maria; CENCI, Daniel Rubens. Interdisciplinaridade e Educação ambiental: um diálogo sustentável. Revista Prática Docente, v. 5, n. 3, p. 1733-1746, 2020.
- RUA, Emílio R.; SOUZA, Paulo Sérgio Alves de. Educação ambiental em uma abordagem interdisciplinar e contextualizada por meio das disciplinas química e estudos regionais. Química nova na escola, v. 32, n. 2, p. 95-100, 2010.-
- SANTOS, Diego Marlon; NAGASHIMA, Lucila Akiko. Potencialidades das atividades experimentais no ensino de Química. 2017.
- SANTOS, K. P. A importância de Experimentos para Ensinar Ciências no Ensino Fundamental. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

SILVA, Vinícius Gomes da. A importância da experimentação no ensino de Química e ciências. Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências,

SOARES, A. D. da S.; SOUZA, R. F. de, ASSUNÇÃO, C. A. A.; PINTO, R. P. do N.; SOUSA, D. D, de; ALMEIDA, J. de N. de O.; SILVA, C. M da. Uso de metodologias alternativas para o Ensino de Química em uma Escola de Ensino Médio em Salvaterra/PA. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.6, n.10, p.78464-78471, oct. 2020.

SOUZA, R. C. R; ANDRADE, C. T. Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Paulo, v. 10, n. 1,p. 24-30, 2000.

TAGLIAPIETRA, Odacir Miguel; CARNIATTO, Irene. A interdisciplinaridade na Educação Ambiental como instrumento para a consolidação do Desenvolvimento Sustentável. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 14, n. 3, p. 75-90, 2019.

8. APÊNDICES

APÊNDICE A: Plano de Aula



Escola: Colégio Estadual Professor Jacob Milton Bennemann

Ano/Série: 1º ano Ensino Médio turmas 102 e 103

Componente Curricular: Química

Professora: Raquel Elicker

PLANO DE AULA

<i>BNCC e Referencial Curricular Gaúcho</i>	Unidade temática: Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Área Focal)
	Objeto do conhecimento: Conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida
	Habilidades a serem desenvolvidas: (EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
<i>I. Análise da realidade</i>	Conteúdo: Polímeros: polímeros naturais e sintéticos, matérias-primas, relação entre ligações químicas e geometria molecular e estrutura dos polímeros. Uso e descarte de plásticos, recursos renováveis e não renováveis e plásticos biodegradáveis.
	Necessidades: Promover a formação cidadã com comprometimento com novas gerações e

	responsabilidade social estudando a relação entre a química e a sustentabilidade.
<i>II. Projeção de finalidades</i>	<p>Objetivo (s):</p> <p>Refletir sobre as consequências do descarte inadequado dos resíduos sólidos, em especial os plásticos, por meio de situações do cotidiano.</p> <p>Conhecer os principais conceitos de polímeros e sua relação com ligações químicas e geometria molecular;</p> <p>Diferenciar recursos renováveis vs. não renováveis e polímeros sintéticos vs. biodegradáveis;</p> <p>Produzir um plástico biodegradável usando amido como matéria prima.</p>
<i>III. Aspectos metodológicos</i>	<p>Metodologia:</p> <p>No início da aula será exposta aos alunos por meio de um projetor multimídia uma sequência de imagens que mostram resíduos em diferentes ambientes.</p> <p>O grande grupo terá que fazer uma reflexão sobre as imagens, respondendo questões, como:</p> <p>É possível identificar qual o material ou embalagem em maior quantidade nas imagens?</p> <p>Você sabe qual o destino desses materiais?</p> <p>Os descartes desses materiais podem causar algum impacto (positivo ou negativo) para ambiente e a sociedade? Comente.</p> <p>A partir das respostas, ocorre um breve momento de conversa para a reflexão das questões.</p> <p>Após uma breve conversa com os alunos terão que responder ao questionário do pré-teste.</p> <p>A aula será expositiva, com o auxílio de um projetor multimídia e será entregue aos alunos uma folha com um resumo do conteúdo abordado.</p> <p>A aula prática da construção do plástico biodegradável usando amido de batata ocorrerá na aula seguinte, no laboratório de ciências.</p>
	Carga horária: 4 horas-aula (3,33 horas-relógio), divididas em dois encontros.

	Recursos: quadro, caneta, projetor multimídia, texto, aula prática (batata, água, vinagre, glicerina, vasilhas, liquidificar, fogão, panelas, colher)
<i>Avaliação</i>	A avaliar se os alunos desenvolveram as atividades e habilidades propostas a partir da participação durante a aula, leitura do texto e resolução de exercícios.
	Referências: FELTRE, Ricardo. Fundamentos de Química: vol. Único. 4ª edição. São Paulo: Moderna, 2005. 700p. DE SOUZA, Rayene Monteiro et al. QUÍMICA E A ELABORAÇÃO DE PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS COMO FERRAMENTA DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL. Igapó , v. 15, n. 1, 2021.

APÊNDICE B: Pré-Teste

Pesquisa: Polímeros sintéticos e biodegradáveis (Pré-teste)

Instruções:

- Responda apenas uma das alternativas;
- Responda a caneta;
- Onde não houver alternativas deve ser respondido por escrito.

IDADE

1) Qual a principal utilidade do plástico?

- A) aplicação produtos importantes do cotidiano
- B) auxilia na embalagem de compras
- C) reciclagem
- D) nenhum

2) Qual é a principal matéria prima utilizada na fabricação do plástico?

- A) látex
- B) petróleo
- C) metais
- D) madeira

3) Qual é aproximadamente o tempo de degradação do plástico?

- A) 60 dias
- B) 5 meses
- C) 50 anos
- D) 400 anos

4) Recursos renováveis são aqueles que não se renovam em um curto prazo comparado com o tempo da vida humana.

- A) verdadeira
- B) falsa

5) Um dos motivos de os plásticos sintéticos não se decomporem com mais facilidade é as ligações entre os átomos serem pouco estáveis.

- A) verdadeira
- B) falsa

6) Relacione as colunas

1. Recurso renovável

2. Recurso não renovável

() petróleo, carvão mineral, minérios, materiais radioativos, gás natural.

() água, solo, matéria orgânica, biocombustíveis, vento.

7) Você sabe o que é um plástico biodegradável?

Se SIM, justifique.

8) Polímeros sintéticos ou artificiais são aqueles produzidos em laboratório, em geral derivados de petróleo.

A) verdadeira

B) falsa

9) Polímeros naturais ou bi polímeros são os que ocorrem na natureza como o amido, a celulose e a borracha.

A) verdadeira

B) falsa

10) Qual o tipo de ligação química do plástico?

A) iônica

B) covalente

11) Por que os plásticos demoram tanto a desaparecer na natureza?

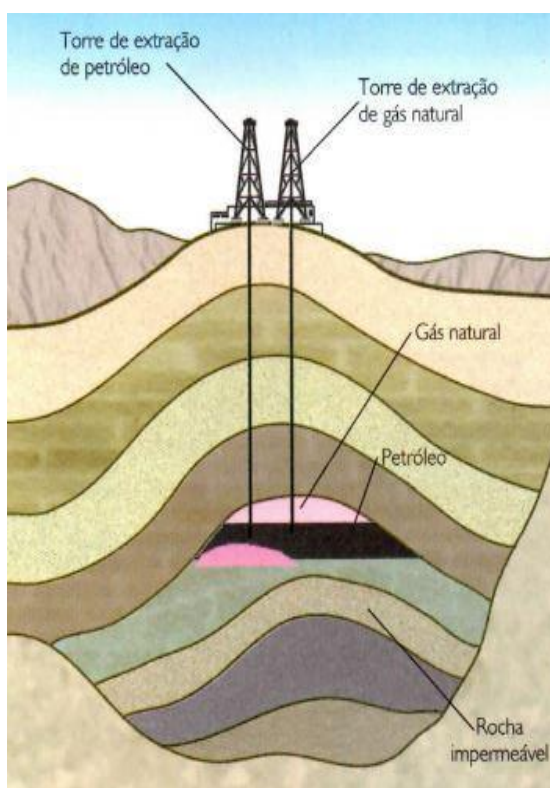
12) Por que o plástico biodegradável leva menos tempo que o plástico sintético para se decompor?

13) Você tem conhecimento sobre os problemas causados no meio ambiente devido ao descarte incorreto do plástico? Se sim, quais você poderia citar?

14) Cite uma maneira alternativa que considera correta a fim de minimizar os impactos causados no meio ambiente pelo uso do plástico.

PLÁSTICOS SINTÉTICOS E BIODEGRADÁVEIS

Os plásticos são originados a partir de resinas derivadas do petróleo. O petróleo é uma mistura complexa de compostos orgânicos gerada pela decomposição lenta de pequenos animais marinhos, que foram soterrados, em um ambiente com pouco oxigênio. Esse combustível fóssil é encontrado no fundo dos oceanos, bem como no solo, em rochas sedimentares. As principais características do petróleo são: líquido escuro, viscoso, inflamável e menos denso que a água.



Fonte **não renovável**, ou seja (também chamado de recurso finito) é um recurso natural que não pode ser prontamente substituído de formas naturais em uma velocidade condizente com o ritmo que é consumido, são aqueles que uma vez utilizados não pode ser substituído.

Fonte **renovável** renováveis são aqueles que não se esgotam, ou seja, recursos que não precisam da interferência humana para existir, tendo um ciclo contínuo, próprio e natural para se renovar.

Alguns dos hidrocarbonetos encontrados no petróleo são: metano (CH_4), butano (C_4H_{10}) e octano (C_8H_{18}).

A principal razão para o tempo de decomposição do plástico ser tão longo é que a natureza ainda não sabe como se livrar dele. Bactérias e fungos que decompõem os materiais não tiveram tempo de desenvolver enzimas para degradar a substância, cada uma de suas moléculas possui centenas de milhares de átomos, principalmente carbono e hidrogênio. Como as ligações entre os átomos são muito estáveis, os decompositores não conseguem quebrar o material em partes menores para destruí-lo. Você conhece os impactos dos objetos de plástico no meio ambiente?

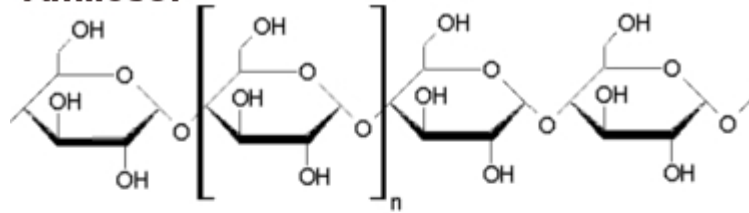
1. O plástico pode levar mais de 400 anos para se decompor.
2. Até 2050, haverá mais plástico nos oceanos do que peixes.
3. O plástico é responsável pela morte de 100 mil animais marinhos a cada ano.
4. 91% do plástico utilizado no mundo não é reciclado ao ano.
5. No mundo, 1 milhão de garrafas de plástico são compradas a cada minuto.
6. Todos os anos são usadas até 500 bilhões de sacolas plásticas descartáveis.

O **plástico biodegradável** é uma solução encontrada para diminuir os impactos que os compostos comuns podem causar no meio ambiente, levando em média 180 dias para decompor. São produzidos a partir de matéria-prima derivada de **fontes renováveis**. Já existe plástico biodegradável produzido industrialmente, como é o caso dos plásticos de amido de milho e de batata e vem sendo apresentado como uma alternativa viável para a substituição ou uso alternativo dos sintéticos. Geralmente são misturados ao plástico sintético puro no momento da produção. Assim, quando esse material for descartado, o amido será degradado e restarão pedaços minúsculos de plástico, prejudicando menos o ambiente. Esse processo é um resultado da ação de micro-organismos de ocorrência natural, como algas, fungos e bactérias. A decomposição do material acontece na transformação dele em moléculas menores, causando menor impacto ambiental.

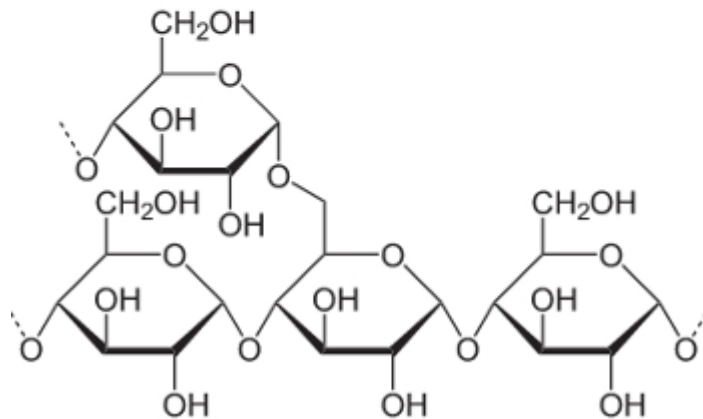
O amido é um **polímero natural**, ou seja, uma macromolécula formada pela união de dois polissacarídeos: a **amilose** (constituída de mais de 1000 moléculas de α -glicose) e a **amilopectina** (um polímero que possui ramificação saindo dos carbonos 6 de uma molécula de α -glicose e do carbono 1 de outra molécula a cada grupo de 20 a 25 unidades do monossacarídeo ao longo da cadeia).

AMIDO

Amilose:



Amilopectina:



O amido é armazenado em diferentes órgãos vegetais, sendo encontrado, por exemplo, na forma de grãos das sementes (cereais), tais como **milho, aveia, arroz, trigo, cevada e centeio**; além de também estar presente nas raízes das plantas, como na **batata** e na **mandioca**.

APÊNDICE D: Aula Experimental

PLÁSTICO BIODEGRADÁVEL DE AMIDO DE BATATA

A procura por materiais com grande durabilidade fez do plástico entre eles um dos mais usados no mercado, devido suas propriedades e preço. A aplicação desses é ampla e versátil, envolvendo a fabricação de bens de consumo industrial e doméstico. O crescimento na fabricação dos plásticos acaba gerando dois grandes problemas: o uso de fonte não-renovável (petróleo) para obtenção de sua matéria-prima e a grande quantidade de resíduos sólidos gerado para descarte. Pensando nisso, os plásticos biodegradáveis estão sendo estudados e usados como uma fonte alternativa para a substituição dos plásticos sintéticos.

Materiais e reagentes:

- * 2 batatas-inglesas;
- * 2 colheres de sopa de vinagre;
- * 2 colheres de sopa de glicerina;
- * Água;
- * Liquidificador;
- * Coador de pano ou papel de filtro;
- * Recipiente grande e transparente;
- * Panela;
- * Fogão;
- * Corante alimentício da cor de sua preferência;
- * recipientes de superfície lisa;
- * Espátula.

Procedimento Experimental:

- 1 - Corte 2 batatas-inglesas;
- 2 - Bata no liquidificador com um pouco de água;
- 3 - Filtre e acrescente um pouco mais de água;
- 4 - Deixe em repouso;
- 5 - Depois de um tempo, você verá a formação do amido de batata, um precipitado branco no fundo do recipiente;
- 6 - Separe o líquido marrom e deixe somente o precipitado;

7 - Retire duas colheres de sopa desse amido de batata e coloque em uma panela;

8 - Acrescente meio copo de água, 2 colheres de vinagre, 2 colheres de glicerina e gotas do corante;

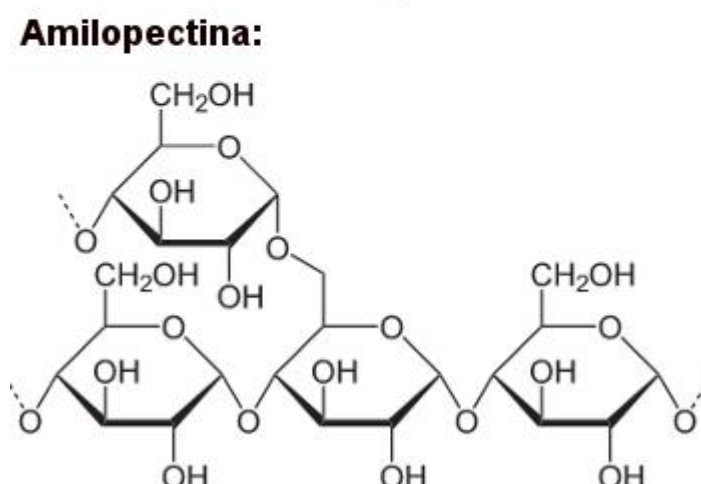
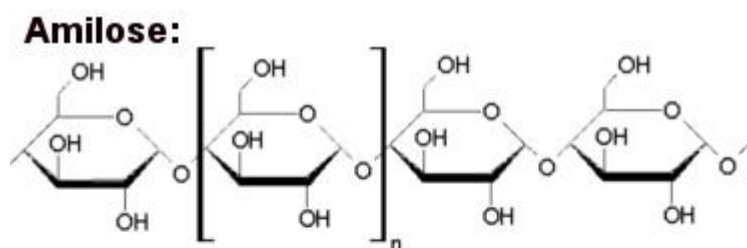
9 - Leve ao fogo, mexendo sempre e pare quando formar uma espécie de “geleca”;

10 - Coloque em uma superfície lisa e plana e deixe secar por alguns dias;

11 - Você verá a formação de um plástico biodegradável que pode ser retirado com o auxílio de uma espátula e que pode ser usado como adesivo, sendo possível fazer desenhos nele.

Resultados e Discussão:

Conforme a imagem a seguir mostra, a amilopectina (um tipo de molécula formadora do amido mencionado na introdução desse artigo) possui muitas ramificações, o que torna mais difícil a interação de suas moléculas para formar o plástico. É por isso que acrescentamos o vinagre (ácido acético ou ácido etanoico - $H_3C - COOH$), que reage com o amido, diminuindo as suas ramificações, que, por sua vez, são quebradas e transformadas parcialmente em amilose — moléculas lineares do amido. Com isso, a formação do plástico fica melhor.



Já a glicerina ($C_3H_5(OH)_3$) funciona como uma espécie de lubrificante que torna o plástico mais maleável e elástico, pois ela ficará entre as moléculas do amido, reduzindo as interações entre elas e atuando, desse modo, como um agente plastificante.

Exercício

Sobre o amido, responda:

- a) De onde é extraído?
- b) Qual o tipo de ligação presente em suas moléculas?
- c) Escreva a fórmula estrutural
- d) Qual a geometria da molécula da amilose?
- e) Quais os benefícios de produzir plásticos biodegradáveis de amido?

APÊNDICE E: Pós-Teste

Pesquisa: Polímeros sintéticos e biodegradáveis

Instruções:

- Responda apenas uma das alternativas;
- Responda a caneta;
- Onde não houver alternativas deve ser respondido por escrito

IDADE_____

1) Qual a principal utilidade do plástico?

- A) aplicação produtos importantes do cotidiano
- B) auxilia na embalagem de compras
- C) reciclagem
- D) nenhum

2) Qual é a principal matéria prima utilizada na fabricação do plástico?

- A) látex
- B) petróleo
- C) metais
- D) madeira

3) Qual é aproximadamente o tempo de degradação do plástico?

- A) 60 dias
- B) 5 meses
- C) 50 anos
- D) 400 anos

4) Degradação é um conjunto de reações químicas que envolvem a quebra das ligações primárias da cadeia principal do polímero e a formação de outras cadeias, como conseqüente mudança da estrutura química e redução da massa molar.

- A) verdadeira
- B) falsa

5) O amido é um dos polímeros naturais com maior potencial de aplicação no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, por ser renovável e obtido a partir de diversas fontes a baixo custo

A) verdadeira B) falsa

6) Recursos renováveis são aqueles que não se renovam em um curto prazo comparado com o tempo da vida humana.

A) verdadeira B) falsa

7) Um dos motivos de os plásticos sintéticos não se decomporem com mais facilidade é as ligações entre os átomos serem pouco estáveis.

A) verdadeira B) falsa

8) Relacione as colunas

1. Recurso renovável

2. Recurso não renovável

() petróleo, carvão mineral, minérios, materiais radioativos, gás natural.

() água, solo, matéria orgânica, biocombustíveis, vento.

9) Você sabe o que é um plástico biodegradável? Se SIM, justifique.

10) A bi degradação é o processo químico que transforma o material em água, dióxido de carbono e biomassa por meio da ação de microrganismos.

A) verdadeira B) falsa

11) Os plásticos biodegradáveis se decompõem com facilidade porque muitos microrganismos, como bactérias e fungos encontrados no solo, liberam algumas enzimas capazes de decompor os plásticos biodegradáveis, o que é impossível no caso do plástico convencional.

A) verdadeira B) falsa

12) Polímeros naturais ou bi polímeros são encontrados na natureza como o amido, a celulose e a borracha.

A) verdadeira B) falsa

13) Qual o tipo de ligação química do plástico?

A) iônica

B) covalente

14) Por que o plástico biodegradável leva menos tempo que o plástico sintético para se decompor?

15) Você tem conhecimento sobre os problemas causados no meio ambiente devido ao descarte incorreto do plástico? Se sim, quais você poderia citar?

16) Cite uma maneira alternativa que considera correta a fim de minimizar os impactos causados no meio ambiente pelo uso do plástico.

17) Você considera que abordar conteúdos de química com questões ambientais aliados aos conhecimentos populares facilitou a compreensão em relação ao conteúdo proposto?

Sim Não

18) A demonstração da produção de um plástico biodegradável, facilitou no entendimento do conteúdo?

Sim Não

19) Se o petróleo se esgotar, é possível produzir plásticos?

Sim Não

APÊNDICE F: Fotos

