

Todo plástico boia? Uma proposta de experimentação investigativa para o estudo de polímeros

RESUMO

Thiago da Paz de Azevedo

pazthiago726@gmail.com

0009-0005-6682-252X

Universidade Federal do Recôncavo da
Bahia, Amargosa, Bahia, Brasil.

Mara Aparecida Alves da Silva

mara@ufpb.edu.br

0000-0001-8662-6159

Universidade Federal do Recôncavo da
Bahia, Amargosa, Bahia, Brasil.

Eliezer Pereira da Silva

eliezer@ufpb.edu.br

0009-0001-0292-8668

Universidade Federal do Recôncavo da
Bahia, Amargosa, Bahia, Brasil.

A presença de polímeros está se tornando cada vez mais naturalizado na contemporaneidade. Esses compostos estão presentes em uma variedade de materiais que são utilizados regularmente, com o intuito de armazenar e preservar produtos e alimentos. Além disso, eles são fundamentais na composição de uma ampla variedade de itens industriais, desde os setores automotivo e tecnológico até o alimentício, e são empregados até mesmo em atividades domésticas. Por isso, o conteúdo de polímeros torna-se relevante para os dias atuais, dessa forma, pensar em uma prática pedagógica para auxiliar o ensino de Ciências/Química torna-se importante no trabalho do professor. Nesse sentido, este texto apresenta uma proposta de experimentação investigativa para o estudo de polímeros, por meio de uma estratégia que foi planejada e elaborada com o uso de materiais alternativos presente no contexto das pessoas. Contudo, é possível adaptá-la e flexibilizá-la de acordo com as condições de cada instituição de ensino. A referida proposta se inicia com uma situação problema elaborada, indagando se é possível identificar os tipos de polímeros sem os seus códigos e, para isso, foi articulada com o conteúdo de densidade, cuja pergunta inicial foi complementada com o questionamento: todo plástico boia? Com base nesse contexto, os alunos são incentivados a refletir e realizar atividades práticas que permitam responder às perguntas propostas por meio de uma experimentação investigativa. Essa estratégia experimental tem como objetivo apoiar o professor na compreensão do raciocínio dos estudantes diante da problematização inicial, das estratégias empregadas para desenvolver soluções e dos conhecimentos químicos mobilizados na realização do experimento. Durante o decorrer do texto, o percurso metodológico da proposta investigativa é apresentado de forma didática com ilustrações e articulações com a teoria de polímeros e densidade. Essa estratégia pretende promover o entendimento dos diversos tipos de polímeros, juntamente com suas classificações e particularidades, compreendendo os fatores que os caracterizam, bem como o seu impacto positivo e negativo em nossa sociedade, destacando a importância do ensino de Ciências/Química no dia a dia das pessoas.

PALAVRAS-CHAVE: Experimentação Investigativa. Educação Química. Polímeros.

1 INTRODUÇÃO

É cada vez mais comum encontrar polímeros presentes no dia a dia, o qual está inserido em muitos materiais do contexto das pessoas, e que tem como diversos objetivos (armazenar e conservar) produtos e alimentos, compor materiais diversos da indústria (automotiva, tecnológica, alimentícia, dentre outras) e/ou até estar presente em utensílios domésticos, por exemplo. No entanto, é fundamental refletir sobre como são constituídos, já que os mesmos são moléculas muito grandes, formadas por várias unidades moleculares que se repetem, as quais são denominadas de monômeros (Mano; Mendes, 2000; Souza; Silva; Yamaguchi, 2021).

No tocante aos métodos de síntese química, os materiais poliméricos podem ser obtidos por dois tipos de reações, a saber, as reações de adição e as reações de condensação. A escolha do tipo de reação vai depender muito da natureza química dos materiais de partida (grupos funcionais presentes nestes materiais sinalizam o caminho reacional mais adequado). Dentre os materiais de partida mais comumente usados para produção de polímeros, destacam-se as fontes provenientes do petróleo (Atkins; Jones, 2012; Muri, 2021). Entretanto, cabe ressaltar, que também é possível obter polímeros de outras fontes. Alguns materiais poliméricos são obtidos a partir de produtos agrícolas. Podemos citar como exemplo, a síntese de poliésteres derivados de epóxi-ésteres presentes no óleo de girassol (Santos *et al.*, 2014).

No processo de polimerização por adição, as unidades básicas (monômeros), reagem entre si para obter produto constituído de longas cadeias. Neste caso, os monômeros são alcenos. Por exemplo, quando se usa monômeros de moléculas de eteno no processo, as referidas moléculas ligam-se uma as outras formando uma longa cadeia hidrocarbônica, de modo que cada monômero (eteno) se torna uma unidade repetitiva. Este processo citado, trata-se da obtenção do polímero de adição mais simples, conhecido como polietileno, (CH_2CH_2). Cabe mencionar que também existem polímeros derivados de monômeros de etenos substituídos, cuja fórmula geral é $\text{CHX}=\text{CH}_2$, em que X pode ser um átomo ou um grupo de átomos. Por exemplo, no cloreto de vinila ($\text{CHCl}=\text{CH}_2$), X corresponde ao átomo de cloro (Cl). Já no propeno ($\text{CH}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$), X é o grupo metila (CH_3). Esses monômeros substituídos originam polímeros de fórmula $-(\text{CHXCH}_2)_n-$, como o cloreto de polivinila (PVC), cuja estrutura é $-(\text{CHClCH}_2)_n-$, e o polipropileno, representado por $-(\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2)_n-$ (Atkins; Jones, 2012).

Por outro lado, os materiais poliméricos obtidos por reações de condensação seguem mecanismos reacionais similares aos que ocorrem na formação de ésteres ou amidas. Nesses processos, os monômeros envolvidos possuem, como característica estrutural, grupos funcionais (como ácido carboxílico, álcool, amina, entre outros) em suas extremidades. Um exemplo são os poliésteres, formados pela união de monômeros contendo grupos ácidos carboxílicos com outros que possuem grupos álcool. O poliéster poli(tereftalato de etileno), é um exemplo clássico desse tipo de reação de condensação. A sua produção ocorre pela esterificação do ácido tereftálico (um ácido dicarboxílico) com o etilenoglicol (um diálcool) (Atkins; Jones, 2012; Muri, 2021).

A polimerização por condensação envolvendo monômeros contendo grupos amida e ácido carboxílico resulta na formação de poliamidas, conhecidas comercialmente como náilons. Um exemplo é o náilon-66, um polímero formado

a partir de monômeros de 1,6-diamino-hexano (uma diamina) e ácido adípico (um ácido dicarboxílico) (Atkins; Jones, 2012; Muri, 2021). De modo geral, os náilons possuem ampla utilização, abrangendo desde usos na engenharia até a fabricação de fibras, como em vestuários e pneus, entre outros (MCMurry, 2009).

Quanto às características tecnológicas, os polímeros podem ser classificados como termoplásticos ou termorrígidos. Os termoplásticos são polímeros que podem ser fundidos por aquecimento e solidificados por resfriamento, permitindo que sejam moldados repetidamente. Por outro lado, os termorrígidos não podem ser moldados. Isso se deve a sua característica elástica, proporcionada pela presença de ligações duplas na sua matriz polimérica. Em relação ao comportamento mecânico, os materiais poliméricos podem ser divididos em: borrachas (elastômeros), plásticos e fibras (Muri, 2021).

Diante do universo de tipos de polímeros, destacam-se os plásticos, que são originados da palavra grega *plastikos*, cujo significado se deve a sua capacidade de ser moldado. Além disso, são materiais sintéticos, orgânicos, que em sua maioria são obtidos por meio de derivados de petróleo (Piatti; Rodrigues, 2005).

Sendo assim, devido a sua alta capacidade de flexibilização podem ser moldados, reciclados, ampliando ainda mais o contexto de utilização, pois esses materiais apresentam grande importância para o contexto das pessoas. A indústria dos plásticos originou-se por volta do século XX, produzindo materiais sintéticos, cujo primeiro plástico foi construído em 1907, nos Estados Unidos da América (EUA), por Leo Hendrik Baekeland (Callapez *et al.*, 2020).

Conforme Canevarolo Júnior (2002), os plásticos possuem uma ampla utilização em diferentes setores da sociedade, abrangendo desde itens simples, como sacolas, garrafas PET, canetas, lapiseiras etc., até materiais altamente sofisticados empregados na engenharia automobilística, na área da saúde e em laboratório. Essa versatilidade destaca a sua importância em diversas atividades do dia a dia e em tecnologias avançadas.

Por isso, torna-se fundamental aprender sobre os plásticos na Educação Básica, pois eles estão presentes no contexto dos discentes. Dessa forma, foi elaborada uma proposta de experimentação investigativa com os polímeros, utilizando materiais alternativos. Neste trabalho, materiais alternativos são considerados como todos os produtos e objetos comuns ao cotidiano das pessoas que podem ser adaptados para uso em propostas de experimentação. Por exemplo, vidrarias como béqueres, vidros de relógio e pipetas podem ser substituídas por copos, pires e seringas, respectivamente. Adicionalmente, outros materiais empregados podem ser itens acessíveis e amplamente utilizados no dia a dia, como sabonete, vinagre, sabão em pó, leite, água sanitária, frutas, entre outros (Silva, 2016). Contudo, é essencial que o professor esteja atento às suas propriedades, a fim de evitar riscos de corrosão ou danos aos materiais utilizados no experimento. Takarada e Aires (2020) destacaram que a construção do conhecimento químico, quando relacionada ao contexto dos alunos, possibilita um maior significado na aprendizagem, despertando maior interesse e motivação em relação aos conhecimentos científicos.

Nesse sentido, o presente artigo apresenta essa proposta de experimentação investigativa, e destaca a sua importância como mais uma estratégia para ensinar Ciências/Química. É importante destacar que a referida proposta foi utilizada e (re)adaptada para alunos de uma escola pública do interior da Bahia. No entanto,

o foco deste texto é divulgar a elaboração da referida proposta, para fomentar uma discussão didática sobre o estudo de polímeros, bem como a relevância da utilização da experimentação investigativa no processo de ensino.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na natureza é possível encontrar polímeros, tanto naturais, quanto sintéticos. No caso dos naturais, ou seja aqueles presentes na natureza, podem ser citados como exemplos a celulose, as fibras de algodão, as proteínas, a seda, etc. No caso dos polímeros sintéticos, isto é, aqueles produzidos artificialmente, podem ser mencionados exemplos como o polietileno (PE), polipropileno (PP), poli (tereftalato de etileno) (PET), o poli (cloreto de vinila) (PVC), dentre outros (Spinacé; Paoli, 2005).

Assim sendo, é importante destacar que os estudos dos polímeros é um conteúdo importante de ser ensinado na Educação Básica. Nesse sentido, é de grande relevância que ele possa ser trabalhado de maneira a desenvolver nos alunos a capacidade de “[...] identificar e reconhecer a importância dos polímeros para a sociedade, considerando suas implicações ambientais” (Espírito Santo, 2009, p. 72).

Para identificar os tipos de polímeros, a proposta foi construída com foco nas propriedades físicas da matéria, pois elas “[...] podem ser medidas sem alterar a identidade e a composição das substâncias” (Brown *et al.*, 2016, p. 11). Dentre essas propriedades foi escolhida a densidade, que “[...] é muito utilizada para caracterizar substâncias” (*ibid.*, p. 19).

Cabe destacar que a densidade é extremamente útil em diversos contextos. Um exemplo disso é o seu uso em cálculos químicos, especialmente em situações que envolvem a conversão da massa de um líquido em seu volume correspondente ou vice-versa (Engel *et al.*, 2012). Além disso, essa propriedade é fundamental no controle de qualidade, permitindo a verificação da conformidade de produtos com normas técnicas estabelecidas.

No caso de combustíveis comercializados nos postos do território brasileiro, a densidade é um parâmetro essencial no controle de qualidade. A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP) regulamenta, por exemplo, a densidade do Etanol Hidratado Combustível (EHC) como meio de detectar adulterações. A Resolução ANP nº 905, de 18 de novembro de 2022 (Brasil, 2022), estabelece que o limite máximo de água permitido no EHC é de 7,5% (massa). Quando a água adicionada ultrapassa esse limite, a densidade do combustível é alterada, o que pode ser detectado por meio de um densímetro (instrumento que mede a densidade de substâncias líquidas).

A diferença de densidade constituiu o princípio que orientou a elaboração da proposta de experimentação, pois materiais menos densos boiam enquanto os mais densos afundam em um determinado sistema. Então, quando se conhece a densidade de uma determinada solução, e ao observar se o material imergi ou emergi, é possível determinar se eles são mais ou menos densos, respectivamente (Brown *et al.*, 2016).

Nesse sentido, segundo Silva e Rabelo (2017), os polímeros são materiais com propriedades específicas, o que os classificam em diferentes tipos. Além das

propriedades mencionadas anteriormente, os polímeros tem uma maior resistência a corrosão e contém uma baixa temperatura de processamento, o que permite substituir os vidros, o couro, a madeira, metal, entre outros. Sendo assim, embora possam agregar de forma muito positiva, eles também podem gerar sérios problemas ambientais, principalmente em relação ao descarte inadequado (Lima; Souza, 2011).

Diante disso, é importante implementar um ensino contextualizado, que utiliza ferramentas e situações do dia a dia dos alunos, possibilitando a construção de um conhecimento científico mais crítico, reflexivo e consciente. “Entender as relações do cotidiano com a sociedade é ter conhecimento de como agir sobre ele” (Takarada; Aires, 2020, p. 220). Nesse sentido, a compreensão dos pontos positivos e negativos dos materiais poliméricos, possibilita entender seus impactos na sociedade e favorece seu uso adequado e consciente, sobretudo no momento do descarte.

Nessa perspectiva, foi explorado o potencial de uma experimentação investigativa. De acordo com Silva, Machado e Tunes (2019, p. 209), “experiências investigativas buscam a solução de uma questão que será respondida pela realização de uma ou mais atividades”. Então, nesse tipo de proposta experimental, é preciso considerar uma situação problema ou uma pergunta para despertar o interesse dos estudantes acerca de algo que efetivamente faça parte do seu contexto. Com a mediação do professor, os alunos passam a organizar suas concepções prévias, elaborando planos de ação e realizando experimentos para a resolução do que foi proposto.

Complementando esse entendimento sobre a experimentação investigativa, Suart (2014) destacou que, embora a resolução do problema proposto seja importante, o percurso construído pelos discentes, com a mediação docente, é ainda mais relevante. Isso porque envolve processos intelectuais, argumentativos e interativos que culminam na construção do conhecimento. Esse tipo de proposta pode auxiliar os estudantes no processo de ação e reflexão, superando experimentos estruturados tipo receita (Silva; Machado; Tunes, 2019; Suart, 2014). Em complemento a essa reflexão, Camillo e Graffunder (2021), destacaram que além das atividades experimentais propiciarem um maior conhecimento científico, uma vez que relaciona a teoria com a prática, também possibilitam o desenvolvimento do raciocínio lógico e a familiarização da linguagem científica.

Somado a isso, com base em diversos autores (Silva; Machado; Tunes, 2019; Silva, 2023; Suart, 2014; Zompero; Laburu, 2011), um ensino baseado em investigações apresenta grandes potencialidades. Dentre elas, destacam-se o desenvolvimento de algumas habilidades cognitivas dos alunos, como a criação de métodos, formulação de hipóteses, elaboração de estratégias para solucionar problemas, interpretação dos dados e comunicação dos resultados obtidos, entre outras. Além disso, essa abordagem favorece o aprimoramento do raciocínio lógico, da escrita científica e da capacidade de interação e colaboração entre os sujeitos (estudantes e professor) durante o processo de construção do conhecimento. Portanto, é imprescindível que, ao planejar uma proposta de experimentação para uma aula de química, ela seja projetada de forma a promover o desenvolvimento da capacidade de pensar.

3 OS PRIMEIROS PASSOS DA PESQUISA: ASPECTOS GERAIS DA METODOLOGIA UTILIZADA

Este artigo foi escrito em uma abordagem qualitativa (Mineiro; Silva; Ferreira, 2022), considerando a subjetividade dos pesquisadores acerca do planejamento e elaboração de uma estratégia didática para fins pedagógicos. O foco consistiu na elaboração de um material didático para a educação científica e, como recorte, foi desenvolvida uma proposta de experimentação investigativa (Silva; Machado; Tunes, 2019).

Os referidos autores pontuam que a experimentação deve ser uma atividade que estimule “[...] uma relação constante entre o fazer e o pensar” (Silva; Machado; Tunes, 2019, p. 198) e também articule uma relação entre os conceitos científicos e o experimento (relação teoria-prática). Além disso, Suart (2014) afirmou que uma proposta de experimentação com concepção investigativa parte de uma situação problema, de interesse do aluno, para que o instigue a buscar possíveis soluções, refletindo e analisando possíveis caminhos de análise dos resultados obtidos. Nessa estratégia, a participação dos alunos é ativa, em que o professor media a construção do conhecimento e o erro é algo relevante para estimular o aprendizado.

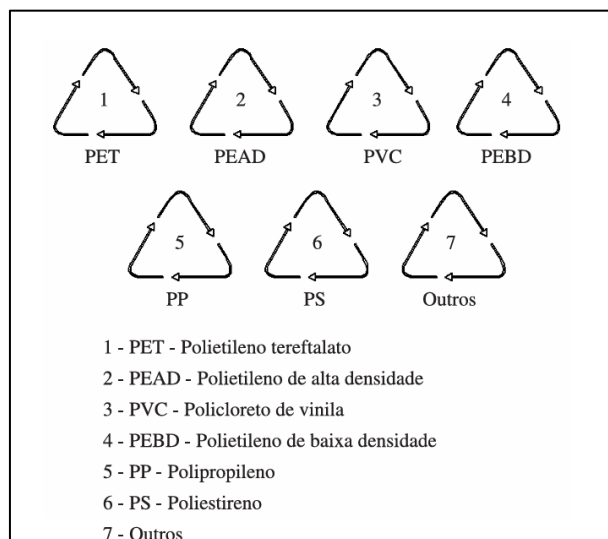
Uma outra preocupação em relação à construção da estratégia foi que ela pudesse ser adaptada em diferentes contextos educacionais, com a presença ou ausência de laboratórios e equipamentos. Considerando que algumas escolas não dispõem de laboratórios (Silva; Machado; Tunes, 2019; Silva, 2023; Suart, 2014), foram propostos o uso de materiais de baixo custo e presentes no contexto das pessoas. Nesse sentido, este texto apresenta uma proposta de experimentação investigativa com materiais alternativos.

A proposta foi elaborada a partir de alguns referenciais (Canevarolo Júnior, 2002; Roqueto, 2019; Silva; Machado; Tunes, 2019; Suart, 2014; GEPEQ, 2015), sendo adaptada para ser utilizada de forma qualitativa em uma escola pública do Ensino Médio. Contudo, o professor pode flexibilizá-la à sua realidade, ou seja, nada impede que seja utilizada também com materiais convencionais de um laboratório de ensino de Ciências e que também possa ser desenvolvida em cursos de formação de professores e/ou até nas diversas etapas da Educação Básica (Ensino Fundamental, por exemplo).

3.1 As Etapas da Proposta de Experimentação Investigativa: organização do conhecimento, dos materiais e equipamentos

A tecnologia de fabricação dos plásticos tem se desenvolvido devido à grande utilização dos polímeros em produtos, equipamentos, utensílios industriais e domésticos, como destacado anteriormente. Com isso, há uma diversidade muito grande, aos quais são organizados e classificados por diferentes códigos. Vale ressaltar que essa codificação no Brasil é estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13230:2008 (Coltro, Duarte, 2013), como observado na Figura 1.

Figura 1 – Códigos dos Polímeros



Fonte: Coltro e Duarte (2013, p. 129).

Esses códigos são utilizados para identificar os diferentes tipos de polímeros e também para melhor direcioná-los para a reciclagem (Coltro; Duarte, 2013). Contudo, dependendo de como as embalagens são encontradas na natureza, não é possível a identificação de seus código. Diante disso, foi proposta a seguinte situação problema: é possível classificar o tipo de polímero sem o código de identificação?

Para distinguir o tipo de material presente, foi utilizada uma propriedade física, a densidade. Segundo Atkins, Jones e Laverman (2018), densidade é a razão entre a massa e o volume de uma determinada amostra. Além disso, ela se trata de uma propriedade intensiva, que independe do tamanho a ser analisado, ou seja, um mesmo material, grande ou pequeno, terá a mesma densidade.

Na proposta, também foi elaborado um Quadro, com base em Roqueto (2019), para servir como referência aos discentes. O Quadro 1, apresenta as densidades das amostras e soluções utilizadas para a sua caracterização.

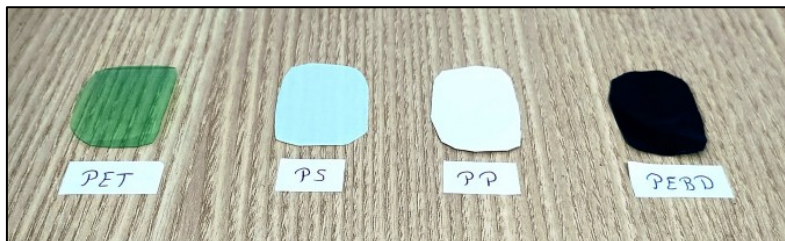
Quadro 1 – Densidade das amostras e das soluções

Polímeros	Densidade g/cm ³
Polipropileno (PP)	0,900 – 0,910
Polietileno de baixa densidade (PEBD)	0,917 – 0,940
Poliestireno (PS)	1,04 – 1,05
Politereftalato de Etileno (PET)	1,29 – 1,40
Soluções	Densidade g/cm ³
Água (H ₂ O)	1,0
Álcool (C ₂ H ₆ O)	0,93
Água + Sal (H ₂ O + NaCl)	1,15

Fonte: Adaptado de Roqueto (2019).

É importante destacar que a proposta foi elaborada em uma perspectiva qualitativa e com materiais presentes no contexto das pessoas. Por isso, foi utilizado aproximadamente 200 mililitros (mL) das soluções de etanol comercial 46°, água potável (torneira) e água com sal de cozinha (Cloreto de sódio - NaCl)¹, cujos valores da densidade foram próximos aos dados do Quadro 1. As amostras de polímeros utilizadas foram: garrafa de refrigerante esverdeada (PET), prato descartável (PS), pote de margarina (PP) e saco de lixo preto (PEBD). Elas estão ilustradas na Figura 2.

Figura 2 – As amostras de polímeros utilizadas na experimentação



Fonte: Autores (2024).

Também foi utilizado três copos transparentes, três colheres, uma balança de cozinha e uma pinça. Durante os testes da proposta de experimentação, percebeu-se que as amostras de polímeros não poderiam ser transparentes, pois isso dificultaria a visualização dos resultados devido à transparência das soluções utilizadas (etanol, água e sal de cozinha e água).

Ademais, destaca-se que essa proposta pode ser adaptada para o uso de materiais convencionais de laboratório, caso o docente tenha disponível em sua instituição de ensino vidrarias, equipamentos e soluções. Com isso, os copos podem ser substituídos por béqueres de 250 mL, as colheres por bastões de vidro, a balança de cozinha por uma balança analítica, a água de torneira por água destilada, a solução de sal de cozinha por uma outra com NaCl PA e o álcool comercial por uma solução de etanol. Como mencionado anteriormente, essa proposta pode ser adequada para diversos contextos educacionais.

4 ARTICULANDO TEORIA E PRÁTICA: APRESENTANDO O PERCURSO METODOLÓGICO DA PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO

A proposta de experimentação investigativa elaborada e apresentada neste texto pode ser utilizada pelo professor em diversos momentos, antes de iniciar o conteúdo, durante o seu desenvolvimento ou no final como uma revisão e retomada de conceitos científicos sobre os polímeros. Além disso, ela foi planejada como uma experiência aberta, ou seja, aquela “[...] em que os fenômenos são observados e os alunos conseguem, sob orientação, relacioná-los com uma teoria (relação teoria-experimento)” (Silva; Machado; Tunes, 2019, p. 205). De forma a contemplar uma melhor organização, a descrição da proposta de experimentação foi dividida em algumas etapas de acordo com o referencial de Silva, Machado e Tunes (2019, p. 209-210):

- a) Propondo um problema [...].
- b) Identificando e debatendo ideias dos estudantes [...].
- c) Elaborando possíveis planos de ação [...].

- d) Experimentando o que foi planejado [...].
- e) Analisando os dados que foram anotados [...].
- f) Respondendo à pergunta inicial [...].
- g) Cuidando dos resíduos gerados [...].

Desse modo, na primeira etapa, foi proposto um problema a partir de uma pergunta inicial: É possível classificar os polímeros sem a identificação do seu código? E para solucioná-la de forma articulada com o conteúdo de densidade, complementou-se com outra indagação: Todo plástico boia? No decorrer deste artigo, serão apresentadas as demais etapas de forma didática e ilustrativa com o objetivo de que esta proposta de experimentação investigativa possa ser utilizada por professores de diferentes níveis e modalidades da educação.

Nesse sentido, na segunda etapa, o professor poderá identificar e debater com a turma as ideias relacionadas à situação problema. É fundamental compreender os conhecimentos prévios dos alunos sobre a problematização inicial e, em caso de equívocos, caberá ao docente atuar como mediador, de modo a superar lacunas conceituais e promover novas reformulações (hipóteses). Uma sugestão seria dividir os estudantes em grupos, a fim de favorecer o diálogo e a mobilização de saberes. Neste artigo, foi proposto a utilização do conceito de densidade como ferramenta para identificar as amostras de polímeros citadas anteriormente.

Na terceira etapa, os discentes devem elaborar, com base nas hipóteses construídas, possíveis percursos metodológicos para resolver a questão (planos de ação). É fundamental que o professor acompanhe o processo, a fim de evitar a utilização de métodos que não funcionariam e que já estão descritos na literatura científica, além de evitar acidentes e minimizar desperdícios de materiais e reagentes (Silva; Machado; Tunes, 2019; Silva, 2023; Suart, 2014). Neste trabalho, propõe-se uma análise da diferença de densidade em sistemas distintos como estratégia para a resolução do problema.

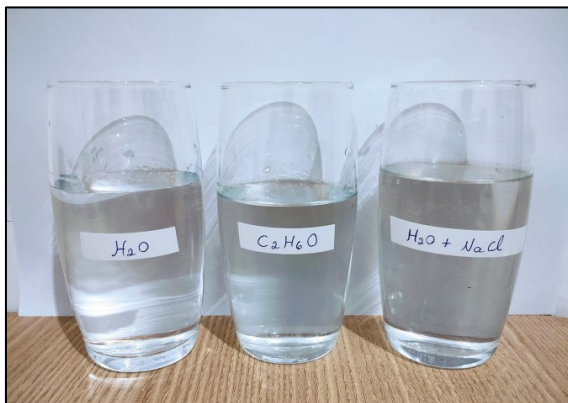
A quarta etapa corresponde à realização do experimento, momento em que os estudantes devem concretizar o que foi planejado, testando as hipóteses formuladas. Durante essa fase, além de atuar como mediador, o docente pode sugerir “leituras sobre aspectos teóricos e conceituais relacionados às hipóteses levantadas” (Silva; Machado; Tunes, 2019, p. 209). A observação cuidadosa e o registro detalhado dos fenômenos observados são fundamentais para subsidiar a próxima etapa da proposta de experimentação investigativa.

A quinta etapa consiste na organização e análise dos dados obtidos experimentalmente, com base no conhecimento científico. Esses registros são fundamentais para o aprendizado da linguagem científica e para o uso de instrumentos de sistematização, como quadros, gráficos e tabelas. Dada sua complexidade, essa etapa requer a mediação do professor, que desempenha um papel essencial na articulação do experimento com o conteúdo químico.

Neste trabalho, as etapas quatro e cinco foram elaboradas de forma integrada, destacando a relação entre teoria e prática. Para que o docente possa perceber a articulação entre teoria e prática. Além disso, foram incluídas reflexões que extrapolam a resolução da situação investigada, abordando questões mais amplas, como aspectos ambientais, que podem emergir a partir da proposta experimental investigativa. Assim, apresenta-se um passo a passo, articulado com explicações teóricas, configurando uma das possibilidades de implementação por parte do professor.

Inicialmente, os três copos transparentes foram separados e etiquetados com as fórmulas químicas das soluções que serão utilizadas: água potável (H_2O), etanol comercial 46° INPM (C_2H_6O) e água potável com sal de cozinha ($H_2O + NaCl$). E, em seguida, adiciona-se aproximadamente 200 mL de cada solução nos respectivos copos² (Figura 3). Somado a isso, o uso dos copos transparentes foi necessário para facilitar a visualização do experimento, como pode ser observado na ilustração abaixo.

Figura 3 – Soluções utilizadas na proposta de experimentação



Fonte: Autores (2024).

A ideia a partir disso, seria verificar qualitativamente a densidade das amostras de polímeros em cada solução. Segundo Roqueto (2019, p. 60), “[...] propriedades químicas são mais difíceis de serem testadas porque requerem a destruição do plástico” por meio da combustão e isso produz substâncias tóxicas. Por isso, segundo o referido autor, uma estratégia simples de ser realizada para caracterizar os tipos de polímeros seria por meio de “[...] testes relacionados às propriedades físicas (rigidez, densidade, condutividade térmica, temperatura de amolecimento e/ou fusão)” (ibid.). Então, a proposta foi pensada a partir da densidade. E para começar, é proposto adicionar as amostras de polímeros na primeira solução (H_2O), agitar com uma colher e observar o que aconteceu (Figura 4).

Figura 4 – Amostras de polímeros na solução de água potável



Fonte: Autores (2024).

A partir da Figura 4, percebe-se que as amostras de garrafa de refrigerante e do prato descartável afundam, e as do pote de margarina e saco de lixo flutuam.

Considerando que a densidade da água potável é próxima ao apresentado no Quadro 1, ou seja, 1 g/cm^3 , deduz-se, por meio do experimento, que duas amostras (garrafa de refrigerante e o prato descartável) são mais densas que a água e podem ser constituídas de PS e PET, e outras duas amostras (pote de margarina e o saco de lixo) são menos densas que a água e podem ser compostas de PP e PEBD.

Na sequência é preciso caracterizar tanto as amostras menos densas quanto aquelas mais densas que a água. Para isso é importante a utilização das outras duas soluções: álcool comercial e água com sal. A escolha do etanol comercial se deve à sua densidade, que é inferior à da água, permitindo separar as amostras que flutuaram. Por outro lado, a solução de sal de cozinha (NaCl) foi utilizada porque a sua densidade é superior à da água, possibilitando diferenciar as amostras que afundaram (Roqueto, 2019; GEPEQ, 2015).

Para distinguir as amostras que boiaram, elas foram adicionadas na solução de álcool comercial ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) e, em seguida, misturadas com uma colher. O que aconteceu pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 – Amostras de polímeros menos densos que a água na solução de etanol comercial



Fonte: Autores (2024).

A Figura 5 evidencia a primeira caracterização das amostras poliméricas, pois o pote de margarina flutua e o saco de lixo afunda. Esse momento pode ser dialogado pelo professor, pois geralmente as pessoas imaginam que todo saco de lixo boia, e no caso específico afundou devido a sua densidade. Há também a oportunidade em dialogar sobre a diferença entre a massa e a densidade, pois sacolas ou sacos de lixo são objetos relativamente “[...] leves se comparados com a madeira, metais e cerâmicas” (Piatti; Rodrigues, 2005, p. 27), e a expectativa era que ele flutuasse. Nesse ponto, ao dialogar com os alunos, o professor pode ampliar a discussão levando em consideração as variáveis que são importantes na imersão ou na emersão de objetos em um determinado líquido. Além disso, seria a oportunidade ideal para se trabalhar também alguns conceitos, que muitas vezes são entendidos de forma equivocada. Por exemplo, é muito comum confundir os termos massa, peso e densidade.

Nesse sentido, seria bem provável que alguns alunos, ao realizar o experimento apresentado neste manuscrito, esperarem um resultado diferente, visto que, poderiam fazer a seguinte correlação: material mais “leve”, flutua; material mais “pesado”, afunda. No entanto, como evidenciado na Figura 5, nem

sempre o material mais “pesado” vai afundar. Foi a amostra de saco de lixo, relativamente mais “leve”, que afundou. Portanto, provavelmente, estes alunos, estariam dando o mesmo significado aos termos “peso” e “massa”. Ou seja, objeto mais “leve”, (associando com menor massa), flutua; objeto mais “pesado” (associando com maior massa), afunda. Mas, não é bem assim!

Cabe destacar que, “massa” e “peso” não são a mesma coisa. Massa é “a medida referente à quantidade de material em um objeto” (Brown *et al.*, 2016, p. 16). Por outro lado, ainda segundo Brown e demais autores (2016, p. 16), “o peso de um objeto representa a força exercida sobre a massa por meio da gravidade”. Portanto, quando uma pessoa diz que um objeto afundou porque é mais “pesado”, do ponto de vista conceitual, está equivocado. O correto seria dizer que este objeto é mais denso do que o outro. Lembrando que, densidade é “a quantidade de massa de uma unidade de volume de uma substância” (Brown *et al.*, 2016, p. 19). Percebiam que densidade é uma propriedade que relaciona massa e volume. Nesse sentido, as variáveis massa e volume, quando tratadas isoladamente, não poderão ser usadas como critério para prever se um determinado material vai flutuar ou não.

Por exemplo, quando se afirma, equivocadamente, que o ferro é mais pesado do que ar, estamos querendo dizer que o ferro tem densidade maior do que do ar. É importante salientar que 1 quilograma (Kg) de ar possui a mesma massa que 1 Kg de ferro. Entretanto, o ferro vai ocupar um volume menor, por isso terá uma densidade mais elevada, permitindo que seja mais denso do que o ar (Brown *et al.*, 2016). Este exemplo, ratifica que a massa, assim como o volume, quando tratadas isoladamente, não será um critério robusto para identificar se um objeto vai flutuar ou não. Portanto, irá flutuar o objeto que for menos denso e afundará o objeto mais denso.

Sendo assim, em algumas situações, a forma dos objetos poderá influenciar na flutuação. Alguns objetos, devido à sua forma, conseguem flutuar mesmo sendo mais densos que a água. Nesses casos, a princípio, não afundam porque não conseguem vencer a tensão superficial da água. Como exemplos, podem ser citados a lâmina de barbear e a folha de papel de alumínio (Mortimer; Machado, 2008). Cabe ressaltar que, caso esses objetos superem a tensão superficial da água, inevitavelmente afundarão, uma vez que sua densidade é maior.

Nesse sentido, baseado no princípio da amostra do saco de lixo ter afundado, foi um fato inesperado, que torna fundamental em uma proposta de experimentação investigativa, pois desenvolve o raciocínio lógico e habilidades cognitivas dos estudantes acerca do conhecimento científico (Silva; Machado; Tunes, 2019; Silva, 2023; Suart, 2014) e ainda “[...] o instiga a (re)pensar novas alternativas para a solução do problema inicial” (Silva, 2023, p. 49). Como a densidade da solução de etanol comercial 46° é 0,93 g/cm³ (Quadro 1), o material que boia (pote de margarina) é constituído pelo polímero PP e o saco de lixo por PEBD. Com isso, mesmo sem os códigos, é possível caracterizar o tipo de polímero a partir da diferença de densidade.

O mesmo raciocínio é utilizado nas outras duas amostras mais densas que a água. Com isso, novamente é preciso adicioná-las na solução de água com sal de cozinha e mexer com uma colher. A Figura 6, ilustra o que ocorreu no sistema investigado.

Figura 6 – Amostras de polímeros mais densas que a água na solução de água com sal



Fonte: Autores (2024).

De acordo com a Figura 6, a amostra do prato descartável flutua e a garrafa de refrigerante afunda. Novamente a partir da consulta do Quadro 1 (valores de densidades), destaca-se que a solução de cloreto de sódio tem densidade de $1,15 \text{ g/cm}^3$. Com isso, é possível deduzir que o prato descartável é constituído de PS (menos denso) e a garrafa de refrigerante é constituída de PET (mais denso). Além disso, nesta parte do experimento, o professor também pode problematizar uma questão ambiental nos mares, ou seja, o fato das garrafas PETs, por exemplo, afundarem na água e serem ingeridas por animais marinhos. Esse fato foi mencionado por Souza, Silva e Yamaguchi (2021, p. 49):

Estudos vêm demonstrando que o descarte inadequado desses polímeros sintéticos são um dos principais responsáveis pela poluição do meio ambiente, principalmente relacionados aos meios aquáticos como os mares, rios, lagos e igarapé, causando a morte de vários animais que habitam essas biotas.

O descarte inadequado gera muitos problemas ambientais que afetam a saúde e o equilíbrio do ecossistema. Para colaborar na educação ambiental e envolver os alunos na formação para a sustentabilidade, os referidos autores elaboraram uma oficina para a produção de um plástico biodegradável a partir da fécula de mandioca (Souza; Silva; Yamaguchi, 2021). Como pode ser observado, essa proposta de experimentação também possibilita dialogar de forma interdisciplinar e propor debates acerca de questões ambientais.

Retomando o experimento, após a sua realização e o registro detalhado de todos os dados obtidos, o professor pode, em conjunto com os alunos, construir um quadro para compilar as informações obtidas durante a prática. Como sugestão, foi elaborado o Quadro 2.

Quadro 2 – Dados obtidos a partir da proposta de experimentação investigativa aberta

Amostras	Solução H_2O	Solução $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	Solução $\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$	Caracterização do polímero
Copo descartável	Flutua	Flutua	_____	PP
Saco de lixo	Flutua	Afunda	_____	PEBD
Garrafa de refrigerante	Afunda	_____	Flutua	PET
Prato descartável	Afunda	_____	Afunda	PS

Fonte: Autores (2024).

A partir da interpretação dos dados, chega-se à penúltima etapa, na qual os estudantes, após percorrerem as etapas anteriores, conseguem responder à pergunta inicial. O desenvolvimento dessa proposta oferece um caminho profícuo para a construção do conhecimento, possibilitando que, com a mediação do professor, os alunos analisem “a validade ou não das hipóteses levantadas, dos métodos utilizados e das implicações decorrentes” (Silva; Machado; Tunes, 2019, p. 210).

Considera-se que a referida estratégia pode ser realizada pelos próprios discentes com a mediação do professor. Esse processo faz com que os estudantes consigam sistematizar as observações e refletir a respeito, articulando com a teoria evidenciada por meio da proposta de experimentação (Silva; Machado; Tunes, 2019; Silva, 2023).

E, finalmente, na última etapa, houve um cuidado especial com o gerenciamento de resíduos. Neste trabalho, as amostras de polímeros podem ser reutilizadas diversas vezes, permitindo ao docente repetir a proposta de experimentação em diferentes turmas. Além disso, as soluções utilizadas podem ser armazenadas em frascos adequados para reutilização. Essa abordagem contribui para a redução da geração de resíduos laboratoriais e, simultaneamente, para a diminuição dos custos operacionais para a realização do experimento.

É importante salientar que as amostras de polímeros podem ser modificadas de acordo com o contexto local. A partir de alguns referenciais teóricos, propõe-se, por meio do Quadro 3, algumas sugestões de substituições dos plásticos utilizados na proposta.

Quadro 3 – Sugestões de substituições das amostras de polímeros

Polímeros	Materiais
PP	Pote de goiabada, copo de requeijão, copo descartável.
PEBD	Filmes de embalagens industriais, ou de alimentos, alguns brinquedos.
PET	Embalagem de produtos farmacêuticos e também de cosméticos.
PS	Pote de sorvete ou iogurte, copos descartáveis, pentes.

Fonte: Barbosa *et al.* (2017), Canto (2004), Royer *et al.* (2005).

Então, de acordo com a realidade de cada instituição de ensino, as amostras de polímeros podem ser modificadas. Outro cuidado adotado na elaboração da proposta foi superar experimentos meramente reprodutivos e com caráter comprobatório da teoria, ou seja, buscou-se ir além de práticas como simples receitas prontas.

E finalmente, a proposta pode ser também dialogada e ampliada levando em consideração algumas questões sociais como, por exemplo, a degradação ambiental provocada pelo descarte inadequado de plásticos. Ela pode fomentar discussões sobre estratégias para reduzir a poluição e conscientizar sobre a importância da reciclagem. Isso ajuda a superar visões equivocadas sobre algumas soluções de preservação ambiental. Por exemplo, usar redes flutuantes em ambientes aquáticos para conter resíduos poliméricos não é eficaz em água salgada, pois nem todos os polímeros boiam, como observado na proposta de

experimentação. E a presença deles na água pode levar à ingestão por espécies aquáticas, causando problemas e até a morte dos animais.

Essas pontuações constituem sugestões para a exploração da proposta de experimentação elaborada. O importante é que ela também pode ser desenvolvida em uma perspectiva interdisciplinar, em que os conhecimentos científicos podem ser trabalhados nas aulas de Química, Biologia, Geografia, com discussões formativas e integradas para entender os desafios e perspectivas dos plásticos nos dias atuais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Planejar e elaborar propostas de experimentação investigativa e aberta não é tarefa fácil, demanda tempo, muito estudo e dedicação. Também é desafiador elaborar práticas que podem ser adaptadas e flexibilizadas de acordo com o contexto de cada instituição de ensino.

Neste trabalho foi apresentada uma proposta de caracterização de polímeros sem a identificação dos seus códigos e articulada com o conteúdo de densidade. Como destacado ao longo do texto, os alunos são os protagonistas para a construção do seu conhecimento e ao professor cabe a sua mediação.

Foram exploradas diversas estratégias, como a revisão de conceitos e desafios, com o objetivo de despertar o interesse dos estudantes em desvendar a problemática e compreender a importância do conhecimento científico. Além disso, a abordagem foi articulada com o conteúdo de densidade, evidenciando que a Química é uma ciência que investiga a natureza da matéria (Atkins; Jones; Laverman, 2018; Brown *et al.*, 2016) e possibilita relacionar conceitos de Química Geral e Química Orgânica. Também se indicou o potencial interdisciplinar ao implementar discussões sobre educação ambiental.

Essa estratégia visa colaborar com docentes e pesquisadores da área de Ensino de Ciências/Química como mais uma possibilidade de refletir sobre a importância do conhecimento científico no contexto das pessoas e também de evidenciar uma estratégia diferenciada para ensinar. Por fim, cabe destacar que a ausência de laboratórios equipados adequadamente não é impedimento para realização de experimentos, sobretudo em unidades escolares que são desprovidas desses espaços. A proposta de experimentação em questão, apresenta possibilidades de se trabalhar conceitos por meio de experimentos factíveis, fazendo uso de materiais, reagentes e equipamentos alternativos, que são facilmente encontrados no contexto dos professores e alunos.

É importante destacar que esse experimento foi apresentado com algumas possibilidades de resolução de uma problematização inicial. O professor pode adaptá-la ao seu contexto educacional e ainda construir com os seus alunos outras possibilidades de perguntas e/ou percursos metodológicos a serem utilizados. O importante é proporcionar uma estratégia que promova a criticidade e o envolvimento da turma para pensar conceitos científicos a partir do seu próprio contexto.

DO ALL PLASTICS FLOAT? AN INVESTIGATIVE EXPERIMENTAL PROPOSAL FOR THE STUDY OF POLYMERS

ABSTRACT

The presence of polymers is becoming increasingly normalized in modern times. These compounds are found in a variety of materials that we use on a regular basis, with the aim of storing and preserving products and food. In addition, they are essential in the composition of a wide range of industrial products, from the automotive and technological sectors to the food industry, and are even used in common household activities. Thus, the content of polymers is highly relevant today. Consequently, designing pedagogical practices to support the teaching of Science/Chemistry is an essential part of a teacher's work. In this context, this paper presents a proposal for investigative experimentation aimed at studying polymers through a strategy planned and developed using alternative materials available in students' surroundings. However, it can be adapted and made flexible according to the conditions of each educational institution. The problem situation posed was whether it is possible to identify types of polymers without their codes, and this was linked to the concept of density, with the initial question being: do all plastics float? Based on this framework, students are encouraged to reflect and engage in practical activities to answer the proposed questions through investigative experimentation. The aim of this experimental strategy is to assist teachers in understanding students' reasoning in response to the initial problem, the strategies they employ to develop solutions, and the chemical knowledge they mobilize during the experiment. Throughout the paper, the methodological approach of the investigation proposal is presented in a didactic manner, with illustrations and connections to the theory of polymers and density. This strategy aims to promote an understanding of the different types of polymers, including the factors that characterize them and their positive and negative impacts on our society, highlighting the importance of Science/Chemistry Education in everyday life.

KEYWORDS: Open Investigative Experimental. Chemistry Education. Polymers.

NOTAS

1. Foi utilizado 30g de sal de cozinha, pesado em uma balança de cozinha. O cálculo para obter uma densidade de 1,15g/mL foi obtido considerando tanto a massa do cloreto de sódio quanto da água, como descrito abaixo.

$$d = \frac{m_1 + m_2}{V}$$

$$d = \frac{30\text{g de NaCl} + 200\text{g H}_2\text{O}}{200\text{mL de H}_2\text{O}}$$

$$d = \frac{230\text{g}}{200\text{mL}}$$

$$d = 1,15 \text{ g/mL}$$

2. Para medir a quantidade das soluções, foi utilizado um copo medidor, comumente empregado em receitas de culinária.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BARBOSA, L. A.; DREGER, A. A.; SCHNEIDER, E. L.; MORISSO, F. D. P.; SANTANA, R. M. C. Polietileno de Baixa Densidade – PEBD: mercado, produção, principais propriedades e aplicações. **Revista Espacios**, v. 38, n. 17, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n17/a17v38n17p10.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2024.

BRASIL. Resolução ANP nº 905, de 18 de novembro de 2022. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, ano 160, n. 220, p. 71-73, 23 nov. 2022. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=23/11/2022&jornal=515&pagina=70&totalArquivos=142>. Acesso em: 11 dez. 2024.

BROWN, T. L.; LEMAY JR., H. E.; BURSTEN, B. E.; BURDG, J. R. **Química**: a Ciência Central. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CALLAPEZ, M. E.; COIMBRA, R. F.; CRUZ, S. M.; CARVALHO, V.; SÁ, S. F. A exposição Plasticidade – Uma História dos Plásticos em Portugal: um processo participativo no Museu de Leiria. **MIDAS**, v. 12, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/midas.2537>. Acesso em: 17 abr. 2023.

CAMILLO, C. M.; GRAFFUNDER, K. G. Mapeamento das contribuições de atividades experimentais no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de**

Ciências e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 14, n. 2, p. 215-230, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v14n2.12770>. Acesso em: 23 jul. 2024.

CANEVAROLO JÚNIOR, S. V. **Ciência dos Polímeros**: um texto básico para tecnólogos e engenheiros. São Paulo: Artliber, 2002.

CANTO, E. L. **Plástico**: Bem supérfluo ou mal necessário?. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

COLTRO, L.; DUARTE, L. C. Reciclagem de embalagens plásticas flexíveis: contribuição da identificação correta. **Polímeros**, v. 23, p. 128-134, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282013005000008>. Acesso em: 6 ago. 2024.

ENGEL, R. G.; KRIZ, G. S.; LAMPMAN, G. M.; PAVIA, D. L. **Química orgânica experimental**: Técnicas de escala pequena. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria da Educação. **Conteúdo Básico Comum do Estado do Espírito Santo (CBC/ES)**. Vitória: SEDU, 2009. Disponível em: https://curriculo.sedu.es.gov.br/curriculo/wp-content/uploads/2020/03/07_EM_Vol_02_Ciencias_da_Natureza.pdf. Acesso em: 24 jan. 2025.

GEPEQ, IQ-USP. **Separação e Identificação de Plásticos**. Youtube, 30 nov. 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yt18HwthGE>. Acesso em: 26 fev. 2023.

LIMA, R. M. F.; SOUZA, V. V. Polímeros Biodegradáveis: Aplicação na Agricultura e sua Utilização como Alternativa para a Proteção Ambiental. **Revista Agrogeoambiental**, v. 3, n. 1, p. 75-82, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v3n12011303>. Acesso em: 23 out. 2023.

MANO, E. B.; MENDES, L.C. **Introdução a Polímeros**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

McMURRY, J. **Química Orgânica 2**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MINEIRO, M.; SILVA, M. A. A.; FERREIRA, L. G. Pesquisa Qualitativa e Quantitativa: imbricação de múltiplos e complexos fatores das abordagens investigativas. **Momento - Diálogos em Educação**, v. 31, n. 03, p. 201–218, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/momento.v31i03.14538>. Acesso em: 29 abr. 2023.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2008.

MURI, E. M. F. **Química Orgânica: aplicações farmacêuticas**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2019.

PIATTI, T. M.; RODRIGUES, R. A. F. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Maceió: EDUFAL, 2005.

ROQUETO, M. A. **Química Experimental: manual de aula prática**. Curitiba: CRV, 2019.

ROYER, B.; ASSUNÇÃO, R. M. N.; RODRIGUES FILHO, G.; MOTTA, L. A. C. Efeito da Aplicação do Poliestireno Sulfonado (PSSNa) como Aditivo em Argamassas e Concretos de Cimento Portland CPV32. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 15, n. 1, p. 63-67, 2005. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/po/a/yBDsBvYsTJdJ59sDKYQypgx/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

SANTOS, E. F.; OLIVEIRA, R. V. B.; REIZNAUTT, Q. B.; SAMIOS, D.; NACHTIGALL, S. M. B. Sunflower-oil biodiesel-oligoesters/polylactide blends: Plasticizing effect and ageing. **Polymer. Testing**, v. 39, p. 23-29, 2014. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2014.07.010>. Acesso em: 16 dez. 2024.

SILVA, F. A.; RABELO, D. O Uso Sustentável de Polímeros. **Revista Processos Químicos**, v. 11, n. 21, p. 9-16, 2017. Disponível em:
<https://doi.org/10.19142/rpq.v11i21.38>. Acesso em: 2 abr. 2023.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em foco**. 2. Ed. Ijuí: Unijuí, p. 195-216, 2019.

SILVA, M. R. **Cultura do Cacau e Experimentação: uma proposta investigativa para o ensino de química**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). Centro de Formação de Professores, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Amargosa, BA: 2023.

SOUZA, R. M. de; SILVA, M. F. da; YAMAGUCHI, K. K. de L. Química e a elaboração de plásticos biodegradáveis como ferramenta de conscientização ambiental. **Igapó**, v. 15, n. 1, p. 48-59, 2021. Disponível em:
<https://igapo.ifam.edu.br/index.php/igapo/article/view/240>. Acesso em: 2 mar. 2024.

SPINACÉ, M. A. da S.; PAOLI, M. A. de. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 65-72, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000100014>. Acesso em: 10 mar. 2023.

SUART, R. C. A Experimentação no Ensino de Química: Conhecimentos e Caminhos. In: SANTANA, Eliana Moraes de; SILVA, Erivanildo Lopes da (Org.). **Tópicos em Ensino de Química**. São Carlos: Pedro e João Editores, p. 63-88, 2014.

TAKARADA, W. H.; AIRES, J. A. “Como o pH afeta a qualidade do solo?”: a utilização de uma oficina experimental problematizadora para a análise dos três momentos pedagógicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 13, n. 2, p. 217-246, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v13n2.7624>. Acesso em: 23 jul. 2024.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130305>. Acesso em: 24 jan. 2025.

Recebido: 6 ago. 2024.

Aprovado: 10 set. 2025.

DOI: 10.3895/rbect.v19n1.18950

Como citar: AZEVEDO, T. P.; SILVA, M. A. A.; SILVA, E. P. Todo plástico boia? Uma proposta de experimentação investigativa para o estudo de polímeros. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 19, p. 1-20, 2026. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/18950>. Acesso em: XX.

Correspondência: Thiago da Paz de Azevedo - pazthiago726@gmail.com

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

