



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM  
REDE NACIONAL - PROFQUI



RODRIGO DA ROCHA RODRIGUES ROSA

**TEMÁTICA PLÁSTICOS NO SISTEMA BERNOULLI DE ENSINO**

MACEIÓ-AL  
2022

RODRIGO DA ROCHA RODRIGUES ROSA

**TEMÁTICA PLÁSTICOS NO SISTEMA BERNOULLI DE ENSINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para Defesa do Mestrado Profissional em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Monique Gabriella Angelo da Silva

Coorientadora: Profa. Dra. Francielle Moura de Oliveira.

Maceió-AL

2022

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale CRB4 - 661

R788t Rosa, Rodrigo da Rocha Rodrigues.  
Temática plásticos no sistema Bernoulli de ensino / Rodrigo da Rocha  
Rodrigues Rosa. – 2023.  
94 f. : il.

Orientadora: Monique Gabriella Angelo da Silva.  
Coorientadora: Francielle Moura de Oliveira.  
Dissertação (mestrado Profissional em Química) – Universidade Federal de  
Alagoas. Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional .  
Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 92-94

1. Química – Estudo e ensino. 2. Plástico. 3. Aprendizagem significativa.  
4. Sistema Bernoulli de Ensino. 5. Sequência didática. I. Título.

CDU: 37:54

## **Folha de Aprovação**

**RODRIGO DA ROCHA RODRIGUES ROSA**

**Temática Plásticos no Sistema Bernoulli de Ensino**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química, da Universidade Federal de Alagoas, como requisito à obtenção do grau de Mestre em Química apresentada em 01/04/2023.

**Banca Examinadora:**

---

Orientadora: Profa. Dra. Monique Gabriella Angelo da Silva  
(PPGQB/IQB/UFAL)

---

Coorientadora: Profa. Dra. Francielle Moura de Oliveira  
(IFAL/Campus Maceió)

---

Examinador Interno: Prof. Dr. Vítor Lopes de Abreu Lima  
(IQB/UFAL)

## Dedico

Primeiramente a Deus, pela vida concebida, pelas oportunidades e por nos acompanhar, amparar nas horas mais difíceis.

Aos meus pais, Antônio e Arlete, que sempre foram meus maiores incentivadores e meus maiores exemplos de vida. Sem vocês nada disso seria possível. Obrigado por tudo. Amo muito vocês.

Aos meus amados filhos João Pedro e José Joaquim, que me ensinam tanto a ser um pai e pessoa melhor, meninos que me encorajam a lutar a cada instante de minha vida para proporcionar-lhes uma estrutura semelhante, quanto ser humano responsável, pertencente e ativo na sociedade, características que aprendi com meus pais.

À minha amada esposa, Fernanda, que com seu amor, companheirismo, amizade e cumplicidade, me ajuda a cada dia lutar e superar nossos obstáculos sem ter medo de errar e sendo sempre o porto seguro onde posso ancorar.

Aos meus queridos irmãos, Thiago e Diogo, que são meus melhores amigos e parceiros de uma vida, sempre me incitando a fazer o meu melhor.

À toda minha família, amigos e alunos, que com suas atitudes de carinho e apoio, sempre me proporcionaram momentos felizes, tornando a vida mais feliz.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por caminhar junto comigo, me orientando pelos caminhos melhores e mais seguros que posso trilhar, e me fazer aprender tanto nessa jornada da vida.

Agradeço a minha orientadora Professora Doutora Monique Ângelo, pela disponibilidade, ajuda e compreensão de sempre. Sem você não conseguiria chegar nesse momento. Obrigado por tudo.

Agradeço colegas de turma e aos professores do mestrado (PROFQUI), pela paciência, contribuição, carinho, companheirismo e também constante incentivo e apoio para jamais desistir, já que o mestrado foi durante o período pandêmico da Covid-19, onde fomos afetados pelo vírus e até mesmo chegamos até a perder amigos e entes queridos, o que dificulta ainda mais o processo de continuidade nos estudos, além das dificuldades inerentes ao exercício da docência em paralelo com a vida de estudante, e principalmente, no desenvolvimento desse trabalho tão aguardado nesses últimos anos.

Agradeço a Universidade federal de Alagoas (UFAL), ao instituto de Química e Biotecnologia (IQB), e também aos meus ilustres e queridos professores, obrigado pela dedicação para a minha formação e pelo suporte de sempre, que mesmo em meio a um período extremamente difícil, cumprindo sua função com maestria na formação de tantos profissionais que se destacam no mercado de trabalho alagoano e fora dele.

Agradeço também ao programa de mestrado profissional em química, PROFQUI, que estimula profissionais como eu, que mesmo diante de uma carga horaria de trabalho imensa, pelos mais diversos motivos, tem a oportunidade de se renovar e fortalecer profissionalmente.

Por fim, agradeço aos meus amados alunos e alunas, que me transformam para melhor todos os dias, como pessoa e profissional, sendo eles o combustível e instigadores para sempre desempenhar o meu melhor.

## RESUMO

A educação em química deve ter a necessidade de transcender o caráter de memorização de conceitos e fórmulas para o desenvolvimento de uma aprendizagem que traga o desenvolvimento de competências e habilidades para os estudantes. Para isso, a busca por recursos que possam trazer uma aprendizagem significativa, onde o estudante tenha com esse conhecimento a capacidade de atuar em seu cotidiano de forma positiva. Sendo assim, o tema plástico surge como proposta de ensino contextualizado que contribua positivamente com os aspectos de aprendizagem para a vida. Ligado a esse tema destacam-se diversos aspectos ligados ao cotidiano dos estudantes, desenvolvimento tecnológico, meio ambiente, poluição entre outros aspectos, que podem potencializar o estudo em ciências para além do que é feito em sala de aula. Este trabalho então propõe a análise do material do sistema Bernoulli de ensino, destinado ao ensino médio, a fim de verificar se o mesmo, através do tema plástico, desenvolve aspectos que contemplem a aprendizagem significativa, que leva para a vida do estudante contribuições necessárias para que ele desenvolva, no seu meio social, cidadania, e possa assim compreender fenômenos que o cercam, dando a ele a possibilidade de resolução de situações problemas que possam existir em seu cotidiano. Esse material possui diversos recursos didáticos, principalmente relacionados a questões tecnológicas. Após a análise do material, fica evidente que o papel do professor é fundamental no planejamento de suas aulas, mesmo tendo um material riquíssimo em recursos, mas que podem não contemplar, de maneira mais enfatizada, temas que abordam a vida cotidiana do aluno, para ao desenvolvimento de habilidades que o auxiliem a compreender e resolver problemas de seu dia-a-dia. Por fim, a Sequência Didática (SD), como propõe esse trabalho, pode ser então uma importante ferramenta no desenvolvimento e execução desse plano de aula com metas educacionais que tenham como objetivo principal trazer os estudantes para o centro de sua aprendizagem.

**Palavras-chave:** plástico; contextualização; aprendizagem significativa; sistema de ensino; sequência didática.

## ABSTRACT

Education in chemistry should transcend the memorization of concepts and formulas for the development of learning that brings the development of skills and abilities to students. Therefore, the search for resources that can bring meaningful learning, where the student has with this knowledge the ability to act in their daily lives in a positive way. Thus, the plastic theme emerges as a contextualized teaching proposal that contributes positively to the aspects of learning for life. Linked to this theme are several aspects linked to the students' daily lives: technological development, environment, pollution, among other aspects, which can enhance the study of science beyond what is done in the classroom. This paper then proposes the analysis of the material of the Bernoulli system of teaching, aimed at high school, in order to verify if it, through the plastic theme, develops aspects that contemplate the significant learning, which brings to the student's life the necessary contributions for him to develop, in his social environment, citizenship, and thus be able to understand phenomena that surround him, giving him the possibility of solving problem situations that may exist in his daily life. This material has several didactic resources, mainly related to technological issues. After the analysis of the material, it is evident that the role of the teacher is fundamental in the planning of his or her classes, even though the material is rich in resources, but may not include, in a more emphasized way, topics that address the student's daily life, for the development of skills that help him or her understand and solve everyday problems. Finally, the didactic sequence (DS), as proposed in this work, can then be an important tool in the development and execution of this lesson plan with educational goals that have as their main objective to bring students to the center of their learning.

**Keywords:** plastic; contextualization; meaningful learning; teaching system; didactic sequence.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Polimerização do etileno.....	19
Figura 2 – Estrutura do polietileno .....	19
Figura 3 – Estrutura do policloreto de vinila (PVC) .....	19
Figura 4 – Estrutura do polipropileno.....	20
Figura 5 – Estrutura do poliestireno.....	20
Figura 6 – Estrutura do teflon.....	21
Figura 7 – Poliacetado de Vinila (PVA) .....	21
Figura 8 – Polimetacrilato de metila.....	21
Figura 9 – Poliacrilonitrila .....	22
Figura 10 – Poliisopreno .....	22
Figura 11 – Polimerização da acrilonitrila com buta-1,3-dieno.....	23
Figura 12 – Polimerização do estireno com buta-1,3-dieno .....	23
Figura 13 – Polimerização do etilenoglicol com ácido tereftálico .....	24
Figura 14 – Estrutura do politereftalato de etileno (PET).....	25
Figura 15 – Estrutura do náilon 6,6.....	25
Figura 16 – Polimerização do hidroxibenzeno com metanal .....	26
Figura 17 – Polimerização do ácido tereftálico com 1,4-diaminobenzeno .....	26
Figura 18 – Polimerização do sal de sódio do bisfenol-A com fosfogênio .....	27
Figura 19 – Polimerização do 2,4-tolueno-diisocianato com etileno-glicol.....	27
Figura 20 – Símbolos de reciclagem dos plásticos .....	33
Figura 21 – Hiperlink nos e-books do sistema Bernoulli para vídeo com resolução de questão .....	41
Figura 22 – Hiperlink e código QR nos módulos Bernoulli para acesso a vídeo de experimento .....	42
Figura 23 – Código QR nos módulos Bernoulli para acesso a simuladores ou aplicativos.....	42
Figura 24 – Aplicativo do sistema Bernoulli sobre geometria molecular .....	43
Figura 25 – Hiperlink para acesso ao podcast do sistema Bernoulli.....	43
Figura 26 – Meme sobre tabela periódica no módulo do sistema Bernoulli.....	44
Figura 27 – Indicação de filme no módulo do sistema Bernoulli .....	45
Figura 28 – Plataforma “Meu Bernoulli” .....	45

Figura 29 – Recursos disponíveis na plataforma “Meu Bernoulli” .....	46
Figura 30 – Questão do processo de avaliação seriada da universidade de Brasília (PAS-Unb).....	65
Figura 31 – Questão do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).....	66
Figura 32 – Questão da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS-SP).....	69
Figura 33 – Questão do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).....	69
Figura 34 – Questão da Pontifícia Universidade de São Paulo (PUC-SP) .....	71
Figura 35 – Produção de etileno pelas frutas.....	72
Figura 36 – Questão da Universidade Estadual de Maringá (UEM-PR) .....	73
Figura 37 – Questão da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS) ....	75
Figura 38 – Questão do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).....	76
Figura 39 – Questão do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).....	77
Figura 40 – Hiperlink que acessa o vídeo “formação de polímeros” .....	78
Figura 41 – Questão da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) .....	79
Figura 42 – Questão do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).....	79

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de questões que abordam a palavra plástico no Enem....	51
Gráfico 2 – Número de questões que abordam a palavra polímero no Enem..	52
Gráfico 3 – Palavra plástico nos módulos Bernoulli .....	58
Gráfico 4 – Palavra plástico nos livros didáticos .....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pesquisa sobre plásticos no Google acadêmico .....	48
Tabela 2 – Módulos Bernoulli analisados.....	55
Tabela 3 – Livros didáticos analisados.....	56
Tabela 4 – Quantidade de páginas analisadas nos módulos Bernoulli.....	57
Tabela 5 – Quantidade de páginas analisadas nos livros didáticos.....	59
Tabela 6 – Quantidade de palavras plásticos nos módulos Bernoulli.....	63
Tabela 7 – Quantidade de palavras plásticos nos livros didáticos .....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLO

5 R's	Reciclagem, reuso, redução, repensar e recusar
ABS	Acrilonitrila Butadieno Estireno
AC	Aplicação do Conhecimento
App	Application
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
EPA	Environmental Protection Agency
FMP-MG	Faculdade de Medicina de Petrópolis
IFSMG	Instituto Federal Sul de Minas
IFSUL-RS	Instituto Federal Sul Rio Grandense
INEP	Instituto Nacional de Estudo e Pesquisas Educacionais
INLD	Instituto Nacional do Livro Didático
ITA	Instituto de Tecnologia da Aeronáutica
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
LD	Livro Didático
MP	Momento Pedagógico
OC	Organização do Conhecimento
ONU	Organização das Nações Unidas
PAS-Unb	Processo de Avaliação Seriada da Universidade de Brasília
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PET	Politereftalato de Etileno
pH	Potencial Hidrogeniônico
PI	Problematização Inicial
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
pOH	Potencial Hidroxiliônico
PP	Polipropileno
PPL	Pessoas Privadas de Liberdade
PS	Poliestireno
PUC-SP	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

PVA	Poliacetato de Vinila
PVC	Policloreto de Vinila
QR	Quick Response
SAS	Sistema Ari de Sá
SD	Sequência Didática
SFB	Sistema Farias Brito
SISU	Sistema de Seleção Unificado
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UEM-PR	Universidade Estadual de Maringá
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFRGS-RS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSM-RS	Universidade Federal de Santa Maria
UFTM-MG	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFU-MG	Universidade Federal de Uberlândia
Unicamp-SP	Universidade Estadual de Campinas
USCS-SP	Universidade Municipal de São Caetano do Sul

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivo específico .....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Plásticos: definição e classificação .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Plásticos na sociedade.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3</b>	<b>Evolução sintética.....</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Reciclagem, reuso e redução .....</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>O ENSINO DE QUÍMICA E O PAPEL DO PROFESSOR .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1</b>	<b>Contextualização como estratégia de ensino .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2</b>	<b>O uso de livros didáticos e módulos.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Livros didáticos.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Módulos .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2.2.1</b>	<b>Módulos Bernoulli.....</b>	<b>40</b>
<b>4.3</b>	<b>O Tema Plásticos no Ensino de Química.....</b>	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>PERCURSO METODOLÓGICO .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1</b>	<b>Tipo e abordagem da pesquisa .....</b>	<b>54</b>
<b>5.2</b>	<b>Locus da pesquisa .....</b>	<b>54</b>
<b>5.3</b>	<b>Coleta de dados e procedimentos de análise .....</b>	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>6.1</b>	<b>Levantamento da temática plásticos nos módulos Bernoulli.....</b>	<b>62</b>
<b>7</b>	<b>PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD).....</b>	<b>82</b>
<b>7.1</b>	<b>Justificando a proposta: dos plásticos como tema no Ensino de Química .....</b>	<b>82</b>
<b>7.2</b>	<b>SD: atividades de contextualização e problematização na temática plásticos.....</b>	<b>82</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>91</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>92</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Diante de uma educação apresentada na atualidade, em que a maior parte dos alunos do ensino médio não tem interesse de estar no ambiente escolar, entende-se que é preciso pontuar e compreender o que leva ao desinteresse desses alunos e fazer com que a educação evolua. Os motivos que fortalecem essa incapacidade de envolver os discentes em uma educação de qualidade e efetiva passa por diversas justificativas, dentre elas o modelo de educação do século XIX, ainda aplicado na maioria das escolas de ensino público e privado, com base em transmissão de conhecimento do professor aos discentes e uma avaliação dos mesmos centrada em provas e conseqüentemente notas ou conceitos. Ou seja, uma aprendizagem baseada em memorização de conceitos e fórmulas prontas onde raramente consegue-se transmitir um aprendizado significativo (PARRIÃO, 2015).

No entanto, os alunos do século XXI, denominados nativos digitais, que mesmo tendo o domínio de um material eletrônico, *smartphone*, computador e outros eletrônicos, não possuem a habilidade de transformar esse recurso em algo que possa lhe trazer benefícios educacionais. Muitas vezes, isso acontece por não saberem procurar em locais que tragam uma informação verdadeira, ou baseada em alguma fonte de dados segura no que diz respeito a conceitos e leis da Química, ou até mesmo pelo fato desse tipo de pesquisa não ser um atrativo para os mesmos (COSTA; DUQUEVIZ; PEDROZA, 2015).

A quantidade de informações disponibilizadas em uma disciplina e a sofisticação dos recursos não trazem consigo, sozinhos, um conhecimento pertinente, por isso se faz necessário a contextualização do conceito (MORIN, 2000). Por isso a necessidade de juntar forças, interesses, recursos e reformular o ensino, com o intuito de tornar essa aprendizagem significativa, tratando o discente como centro do processo ensino-aprendizagem, atuante no seu contexto social, crítico e reflexivo (MONTEIRO et al., 2006).

Os Livros Didáticos (LD) são uma importante ferramenta na homogeneização destes conceitos, conteúdos e metodologias educacionais. Eles também são importantes instrumentos político e cultural, uma vez que reproduz valores da sociedade em sua visão científica, histórica, de

interpretação dos fatos e da transmissão de conhecimento, sendo peça fundamental, e norteadora, na prática de muitos professores. Estes, muitas vezes, são escritos por autores reconhecidos e conceituados, como por exemplo Ricardo Feltre, Usberco e Salvador, Martha Reis, Ana Luiza Petillo Nery, Rodrigo Marchiori Liegel, Vera Lucia Mitiko Aoki, que são referências em LD para o ensino de Química (WARTHA; FALJONI-ALÁRIO, 2005).

Mesmo assim, algumas escolas adotam como material didático os sistemas de ensino, principalmente as escolas da rede privada, que tem como finalidade resumir, otimizar e acelerar os conceitos e conteúdos através de uma outra metodologia educacional, tendo como base a memorização de conceitos e resolução de exercícios, tudo em um tempo estipulado pelo próprio sistema de ensino, a fim de tornar os estudantes preparados para um determinado processo seletivo, como o Exame nacional do ensino médio (ENEM), outros vestibulares e até mesmo concursos públicos de nível médio. Alguns exemplos de sistemas de ensino que são adotados em diversas escolas brasileiras são o Sistema Objetivo, Sistema COC, Sistema poliedro, Sistema UNO, Sistema Ari de Sá (SAS), Sistema Farias Brito (SFB) e o Sistema Bernoulli. Esses “módulos”, forma na qual são chamados os livros de sistema de ensino, não possuem a descrição de quem é seu autor, ficando impossível associar a material a uma pessoa, como ocorre com os livros didáticos, e sim aos próprios sistemas de ensino, o que deixa interpretações de que o sistema é mais importante, e o que merece o devido destaque, que o próprio autor (BRITO, 2011).

Independente de qual o recurso a ser utilizado, livro didático ou sistema de ensino, o processo de ensino-aprendizagem sempre necessita de ajustes ou ferramentas para alcançar melhores índices de aprendizagem dos discentes, já que os resultados nem sempre são satisfatórios. Daí a necessidade de agregar recursos que não estão em um único material, ampliando a capacidade de entendimento e aplicação de determinados conteúdos no contexto social do aluno ou até mesmo para obtenção de melhores resultados em processos seletivos (PAIVA; FONSECA; COLARES, 2022).

Em consonância com as dificuldades encontradas em sala de aula para os alunos assimilarem assuntos de Química, o tema plástico surge como uma excelente oportunidade de apresentar fatos ligados ao cotidiano dos estudantes

aos conhecimentos químicos que são inerentes ao estudo das suas moléculas, propriedades físicas e químicas, ainda levando em consideração o fato dessa temática ser trabalhada em um caráter interdisciplinar, o que poderia abranger ainda mais os conhecimentos científicos ligados a outros componentes curriculares, da mesma ou outras áreas do conhecimento, desenvolvendo competências e habilidades que são, segunda a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), alicerce da nova proposta de educação (BRASIL, 2018).

Esse tema, que está presente no cotidiano dos estudantes, pode ratificar sua importância, mas também fazer uma reflexão da necessidade do uso de forma consciente para não agredir o meio ambiente. No que diz respeito a sua importância, esse material tem como intuito, um dos possíveis, a substituição de materiais naturais, como por exemplo madeira, metais e couro, que possuem o risco de escassez ou até mesmo finitude. Como exemplo prático, pode-se destacar a utilização de plásticos em embalagens de refrigerantes, feitas de PET, que deixa o recipiente que contém o refrigerante mais leve, sendo o plástico um material com menor densidade que o vidro, tendo a possibilidade de mais refrigerante ser transportado, cerca de 60% a mais que os refrigerantes transportados em garrafas de vidro. Ainda sobre aspectos econômicos, destaca-se também o consumo de combustíveis dos caminhões que transportam o refrigerante em embalagem plástica, que por transportar um material mais leve, consomem menos combustível fóssil que os que transportam a mesma carga, sendo em garrafa de vidro (PEREIRA; MACHADO; SILVA, 2002).

Uma outra questão, em relação a evolução sintética desses materiais, é o fato de hoje em dia o PET ser um material mais impermeável aos gases das bebidas gaseificadas, deixando assim o gosto do refrigerante ainda mais parecido com o que é envasado em garrafas de vidro (PEREIRA; MACHADO; SILVA, 2002).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho perpassa a necessidade de propor um produto educacional com base nas análises do módulo Bernoulli de Química que tenha um caráter contextualizado para uma ampla abordagem no ensino médio.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar a temática plásticos nos módulos Bernoulli de Química e propor uma sequência didática contextualizada para abordagem no Ensino médio.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Revisar a literatura sobre definição e conceitos, classificação;
- Revisão a literatura sobre os impactos do uso do plástico na sociedade e evolução sintética;
- Revisão sobre o processo de reciclagem, reuso e redução do plástico;
- Realizar um levantamento sobre o tema plástico no ensino de Química, averiguando a frequência da presença do tema nos módulos Bernoulli do ensino médio 2022;
- Realizar uma análise de como o tema plástico aparece nos módulos;
- Comparar a frequência e a forma de abordagem do tema plásticos nos módulos e os livros didático;
- Realizar um levantamento quantitativo da temática plástico nos últimos 10 anos na literatura;
- Propor uma sequência didática contextualizada para uma abordagem no ensino médio.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Plásticos: definição e classificação

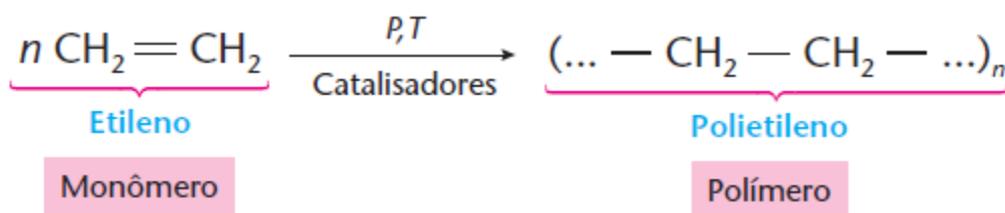
Os plásticos, palavra que teve origem na Grécia (plastikos), que significa dizer “capaz de ser moldado ou modelado”, são substâncias, geralmente de origem orgânica, que através do uso de calor, pressão e moldes, são criados para uma determinada finalidade (REIS, 2013).

Por apresentarem características físicas, como baixa densidade e grande resistência, comparando com outros tipos de materiais como metais e madeira, se tornaram muito úteis em nosso cotidiano, facilitando a vida de muitas pessoas em diversos setores da sociedade (FELTRE, 2004).

Essas substâncias pertencem a classe dos polímeros, substâncias com imensas cadeias carbônicas que possuem uma unidade de repetição denominada monômeros, podem ter origem natural ou artificial (AOKI et al., 2020).

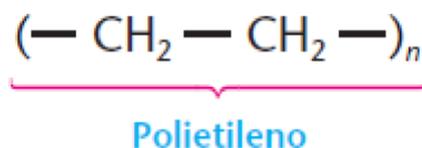
Os polímeros artificiais, também chamados de polímeros sintéticos, são normalmente a rota na qual se obtém os plásticos, objeto de estudo desse trabalho, que através de uma reação de polimerização podem ser formados. As reações de polimerização podem ser de dois tipos, por adição ou condensação (USBERCO; SALVADOR, 2002).

A reação de polimerização por adição é o principal caminho que se obtém os plásticos, que podem ser divididos em: Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Policloreto de Vinila (PVC), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS), que são exemplos de homopolímeros (obtidos a partir do mesmo tipo de monômero) e outros tipos de plásticos. Essa reação utiliza monômeros de cadeia carbônica insaturada que, em condições específicas de reação, rompe sua insaturação (ligação pi [ $\pi$ ]), e unem essas cadeias em macromoléculas que formam, a depender do monômero em específico, um determinado tipo de polímero (FELTRE, 2004).

**Figura 1 – Polimerização do etileno**

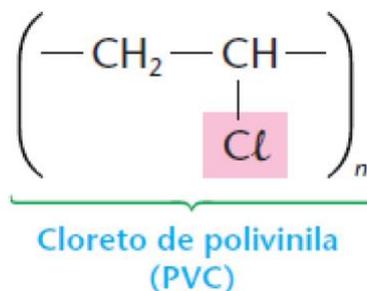
Fonte: Feltre (2004)

O polímero polietileno é um tipo de polímero obtido, a partir de reação de adição, pelo monômero etileno, nome usual que, segundo a IUPAC, através de sua sistemática padrão, sua nomenclatura oficial é eteno, um hidrocarboneto muito utilizado para fabricar sacolas e copos descartáveis.

**Figura 2 – Estrutura do polietileno**

Fonte: Feltre (2004)

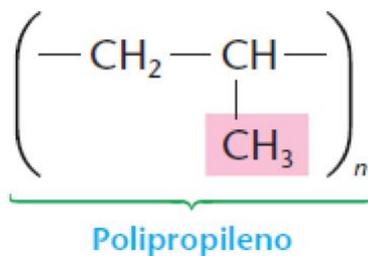
Já o Policloreto de Vinila (PVC), é um polímero produzido a partir do monômero cloreto de vinila, pelo mesmo tipo de polimerização (adição). Esse monômero possui como nomenclatura oficial (IUPAC) cloroeteno. Ele é um polímero muito utilizado na construção civil.

**Figura 3 – Estrutura do Policloreto de Vinila (PVC)**

Fonte: Feltre (2004)

O polipropileno é também obtido por esse tipo de reação e sua nomenclatura oficial é propeno, sendo este um polímero muito utilizado na fabricação de peças de automóvel, como o para-choque.

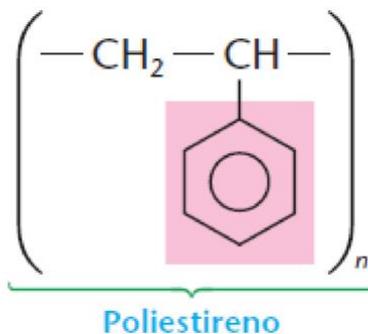
**Figura 4 – Estrutura do polipropileno**



Fonte: Feltre (2004)

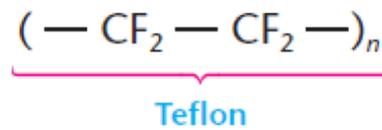
Outro polímero de adição importante é o poliestireno, fabricado a partir do estireno, monômero que dá origem a esse polímero tão importante na fabricação de recipientes térmicos e na construção civil. Esse polímero tem como monômero estireno, que possui nomenclatura IUPAC fenileteno.

**Figura 5 – Estrutura do poliestireno**



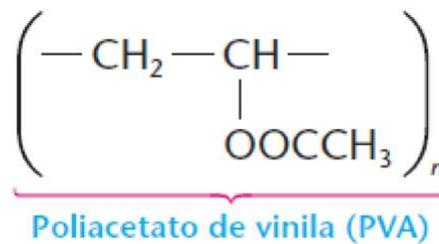
Fonte: Feltre (2004)

Ampliando os exemplos de polímeros que são produzidos por reação de adição, destacam-se o politetraflúoretileno, popularmente conhecido como teflon, polímero formado a partir do tetraflúoretileno. Esse polímero é utilizado como antiaderente em painéis.

**Figura 6 – Estrutura do teflon**

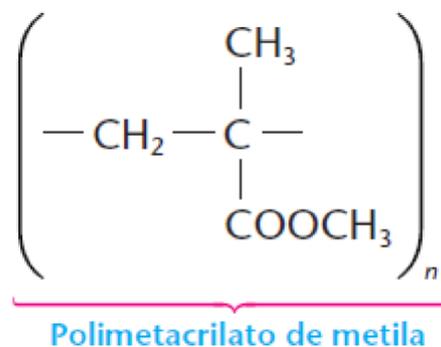
Fonte: Feltre (2004)

O Poliacetato de Vinila (PVA) é utilizado na fabricação de tintas e colas, formado através do monômero acetato de vinila também por reação de adição.

**Figura 7 – Poliacetado de Vinila (PVA)**

Fonte: Feltre (2004)

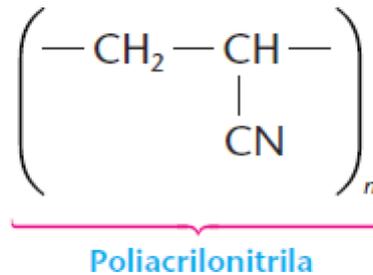
O polimetacrilato de metila, conhecido também como plexiglás ou lucite, é um polímero de adição utilizado na fabricação de óculos devido ao fato de ser conhecido também como vidro plástico.

**Figura 8 – Polimetacrilato de metila**

Fonte: Feltre (2004)

A poliacrilonitrila, conhecida comercialmente como, por exemplo, orlon ou dacron, é a lã sintética, muito utilizada na fabricação de cobertores, carpetes e bichos de pelúcia.

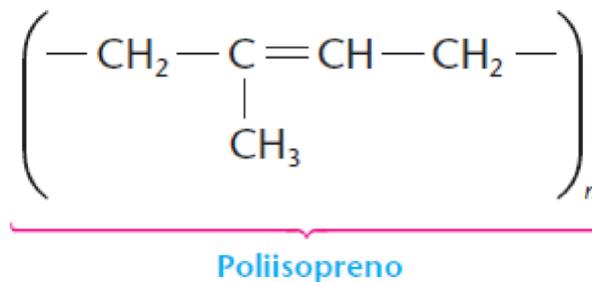
**Figura 9 – Poliacrilonitrila**



Fonte: Feltre (2004)

Os polímeros diênicos também são importantes nessa exemplificação de polímeros de adição, onde destaca-se o poliisopreno, polímero com estrutura idêntica ao da borracha natural.

**Figura 10 – Poliisopreno**



Fonte: Feltre (2004)

Esses polímeros diênicos, por terem propriedades elásticas semelhantes da borracha natural, são denominadas borrachas sintéticas ou elastômeros.

Todos esses polímeros citados anteriormente são classificados como homopolímeros, ou seja, polímeros formados a partir de um mesmo monômero.

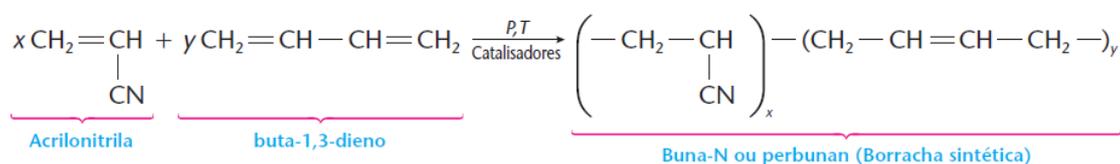
Mesmo diante de representações que demonstram essas substâncias como uma substâncias simples, os plásticos são misturas de substâncias que pode conter plastificantes, que são produtos que melhoram a resistência e

flexibilidade, fillers, materiais de “enchimento” que aumentam sua resistência ao atrito e dão maior estabilidade térmica e dimensional, retardadores de chama, que os tornam mais resistentes ao fogo, corantes etc. Esses aditivos adicionados aos plásticos podem ser substâncias nocivas à saúde.

Já os copolímeros são formados por duas ou mais unidades monoméricas distintas, afim de se obter um material polimérico ainda mais resistente e específico para uma certa utilização.

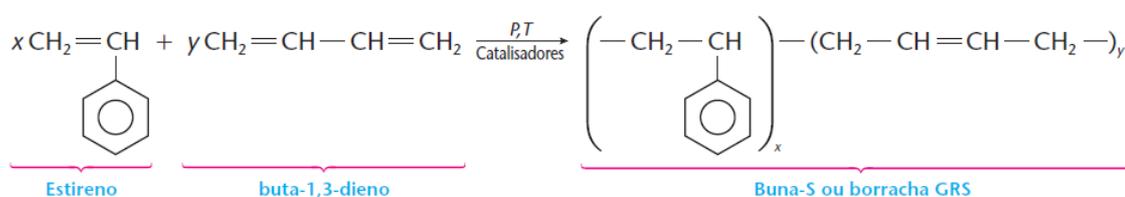
A Buna-N e a Buna-S são exemplos de copolímeros, borrachas sintéticas, utilizadas na fabricação de pneus de motocicletas, obtidas a partir das seguintes polimerizações de adição:

**Figura 11 – Polimerização da acrilonitrila com buta-1,3-dieno**



Fonte: Feltre (2004)

**Figura 12 – Polimerização do estireno com buta-1,3-dieno**



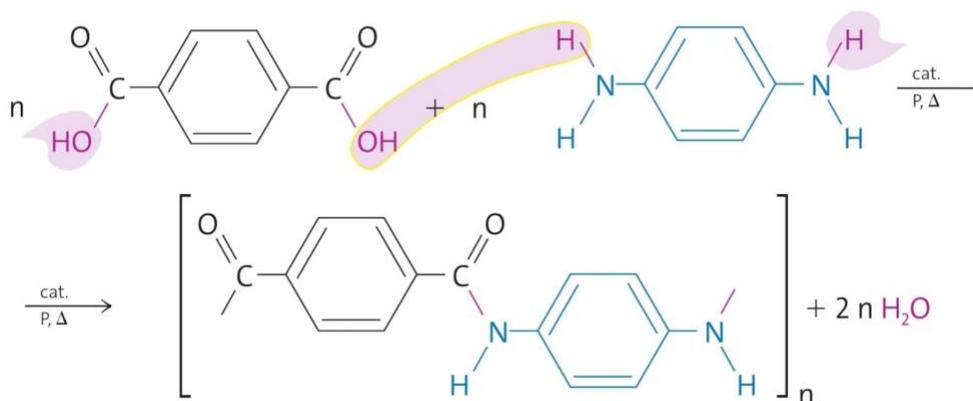
Fonte: Feltre (2004)

Utilizando um outro tipo de polimerização, por reação de condensação, pode-se produzir plásticos também importantes nesse estudo, e muito comuns no cotidiano, que são o Politereftalato de Etileno (PET) e o náilon.

Na polimerização por condensação, como exemplificado na Figura 13, as reações ocorrem com funções orgânicas diferentes, liberando um subproduto

mais simples, que normalmente é água, e formando como produto principal o polímero. Em certos casos, essa reação ocorre através de rearranjo, como por exemplo na produção do poliuretano, um outro exemplo de polímero de condensação muito importante no cotidiano.

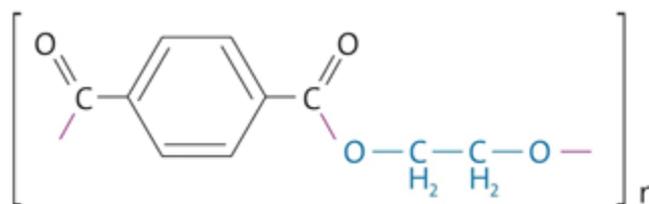
**Figura 13 – Polimerização do etilenoglicol com ácido tereftálico**



Fonte: Reis (2013)

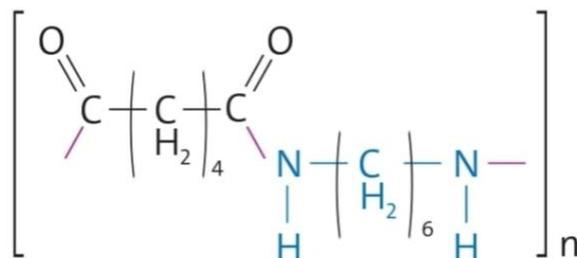
Nessas polimerizações destaca-se a esterificação, reação na qual é formado o Politereftalato de Etila (PET), e formação de amidas, reação que se forma o Nylon, como bons exemplos de reações que ocorrem nesse caso.

Na formação do politereftalato de etileno (PET) a reação utiliza como monômeros o ácido tereftálico, ácido carboxílico com nome IUPAC, ácido benzeno-1,4-dióico, e o etilenoglicol, que possui nome oficial etano-1,2-diol, um diálcool, em uma esterificação, formando uma nova função orgânica denominada éster, que presente numa cadeia polimérica é denominada poliéster. Essa reação libera água como subproduto, e o produto principal, o polímero PET, estrutura representada na figura a seguir, é muito utilizado na fabricação de fibras têxteis e garrafas plásticas.

**Figura 14 – Estrutura do Politereftalato de Etileno (PET)**

Fonte: Reis (2013)

O náilon é uma poliamida formada a partir da reação entre um ácido carboxílico e uma amina, que por reação de condensação também libera água como subproduto. O náilon pode ser classificado de acordo com o número de carbonos do ácido e amina de origem, podendo ser classificado como náilon 6,6, estrutura representada na figura 15, se ambos os monômeros contribuírem, cada um, com seis carbonos, reagentes esses que são o ácido hexanodióico e o 1,6-diaminoexano, segundo a nomenclatura oficial da proposta pela IUPAC. Esse polímero é muito utilizado como fibra têxteis e também como cerdas de escovas em geral.

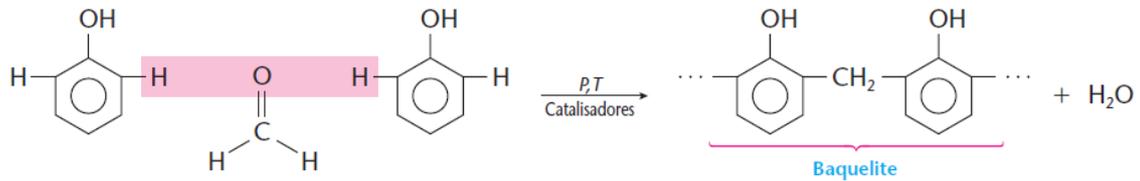
**Figura 15 – Estrutura do náilon 6,6**

Fonte: Reis (2013)

Outros polímeros de condensação são importantes para serem destacados, como o baquelite, polímero muito importante na substituição de matérias-primas naturais que para serem extraídas de sua fonte, degradavam bastante a natureza e conseqüentemente corriam o risco de extinção. Esse polímero pode ser utilizado na fabricação de cabos de panela e bolas de bilhar.

Ele é produzido por dos reagentes (monômeros) distintos, que são fenol comum (hidroxibenzeno) e formol (metanal).

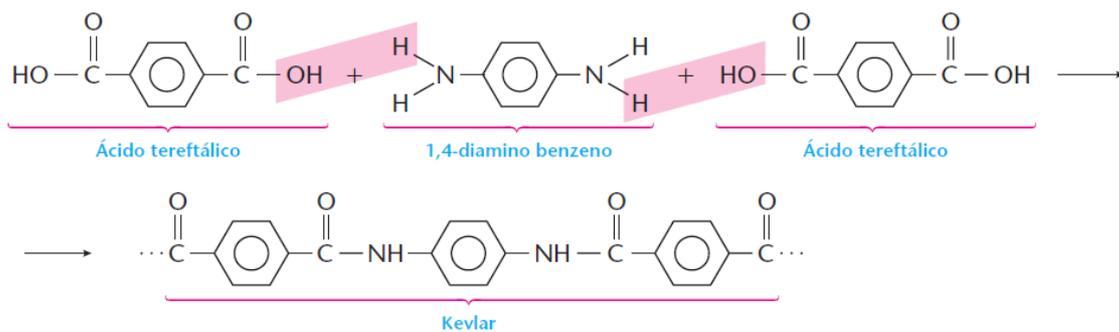
**Figura 16 – Polimerização do hidroxibenzeno com metanal**



Fonte: Feltre (2004)

Ampliando esses exemplos temos o kevlar, poliamida formada também a partir de reação de condensação, formado a partir dos ácidos parabenzenodióico e paradiaminobenzeno. Essa substância por ser leve e resistente é bastante utilizada na fabricação de coletes a prova de bala e roupas contra incêndio.

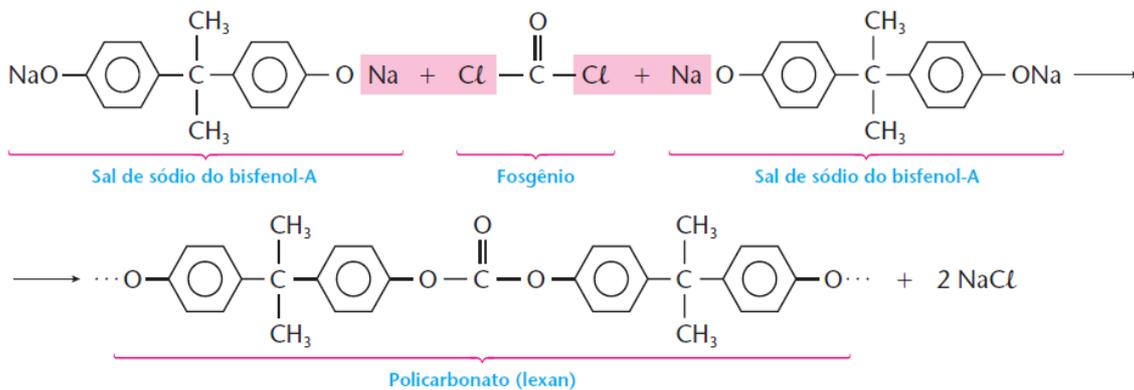
**Figura 17 – Polimerização do ácido tereftálico com 1,4-diaminobenzeno**



Fonte: Feltre (2004)

Os policarbonatos são exemplos de polímeros de condensação importantes na substituição do vidro, por ser um material transparente, leve e resistente. Ele é bastante utilizado em visores de capacetes e em janelas de aviões. O Lexan é um importante exemplo de policarbonato.

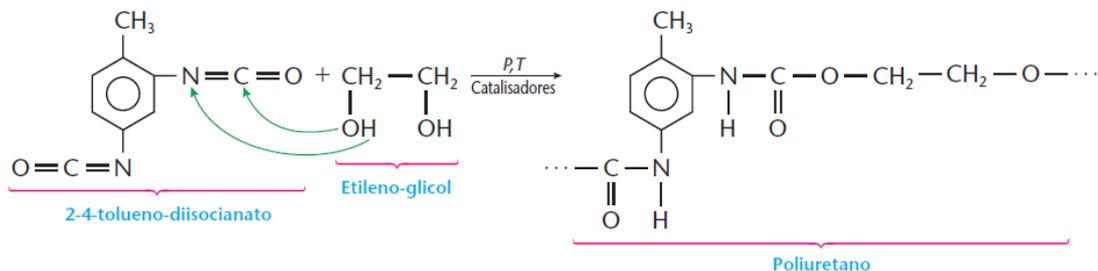
**Figura 18 – Polimerização do sal de sódio do bisfenol-A com fosfogênio**



Fonte: Feltre (2004)

Para finalizar os exemplos de polímeros de condensação, onde sua reação se dá por rearranjo, tem-se o poliuretano como um exemplo importante de polímero. Esse material pode estar presente nos tênis, bolas de futebol e espumas de colchão e travesseiros.

**Figura 19 – Polimerização do 2,4-tolueno-diisocianato com etileno-glicol**



Fonte: Feltre (2004)

Tendo como base aspectos que definem e classificam os plásticos, é notório como esse material é diversificado. A depender da necessidade de um determinado plástico pode-se, por distintos caminhos e matérias-primas, obter um determinado material para suprir especificidades.

### 3.2 Plásticos na sociedade

Essas substâncias são muito importantes na história de sociedade, visto que sempre a necessidade de buscar materiais que facilitam o cotidiano das pessoas é algo que deve ser muito bem estudado para que, além do benefício que esses materiais podem trazer consigo, que são os mais diversos, não venham imensos problemas difíceis de serem resolvidos ou até mesmo irreparáveis (CANGEMI; DOS SANTOS; CLARO NETO, 2005).

Os benefícios trazidos por esses tipos de substâncias atingem diversos ramos da sociedade, seja ela de elite ou plebe, onde podemos destacar os calçados como exemplo, material utilizado nas diversas classes sociais, que é um tipo de produto que reflete bem o benefício e evolução desses materiais na história humana (SANTOS; SILVA, 2009).

Existem achados arqueológicos que mostram a utilização de calçados na pré-história, que mesmo tendo sido produzidos de forma rústica e com materiais sem muito preparo, como couro, folhas e palhas, sua finalidade era de proteção e cuidado com os pés. No antigo Egito, existem relatos e achados arqueológicos de apontam uma melhoria na preparação dos materiais utilizados nos primeiros calçados da humanidade, como o curtimento e beneficiamento do couro, tornando esse material mais confortável e até mesmo mais bonito para sua utilização com essa e outras finalidades (SANTOS; SILVA, 2009).

Desde a década de 50, um tipo de calçado, bastante utilizado até os dias atuais, o tênis se tornou um objeto muito popular e de fácil acesso no que diz respeito a preço, devido, principalmente hoje em dia, a grande variedade de materiais, tanto de alto como de baixo custo, que esse produto pode ser feito. Essa evolução dos tênis consegue alcançar níveis de satisfação que vão desde a beleza do calçado que se utiliza, até mesmo o benefício a saúde que ele pode proporcionar, podendo evitar assim doenças relacionadas ao próprio pé, como frieiras e mal cheiro (chulé), doenças nas articulações (tornozelo e joelho) e até mesmo problemas na coluna, já que o mesmo pode cumprir funções que vão desde corrigir um tipo de pisada (normal, supinada ou pronada), para os mais diferentes tipos de pés (normal, cavo ou plano), ou até mesmo amortecimento do impacto causado pelo caminhar, correr ou pular, seja nas práticas de atividades físicas ou no cotidiano (SANTOS; SILVA, 2009).

A necessidade da produção e utilização desses materiais vem também, segundo relatos vistos na literatura, com a degradação de recursos naturais, que passam a se tornar cada vez mais escassos para a produção de bens de consumo que tinham sua matéria prima oriunda da natureza, como no caso do Baquelite, polímero sintético, plástico de alta resistência muito utilizado como cabos de panela, carcaças dos antigos telefones e nas bolas de bilhar, que antes para sua construção era utilizado marfim dos elefantes africanos, que eram também sacrificados para essa infeliz e fútil finalidade (FELTRE, 2004).

Outra utilidade dos plásticos muito comum no cotidiano é no uso de embalagens plásticas, para até mesmo diminuir a quantidade de vidro ou papel utilizado. Em particular falando sobre o papel, já que o mesmo é produzido pela celulose, pensava-se que o problema relacionado ao desmatamento, com essa finalidade, seria solucionado. Um problema com o uso dos descartáveis surge, que é o descarte de resíduos sólidos (lixo), que hoje em dia chega a níveis extremamente preocupantes causando problemas nos seres humanos, fauna e flora como um todo, afetando também recursos naturais importantíssimos e imprescindíveis como a água (SPINACÉ; DE PAOLI, 2005).

Vale salientar que a preocupação na utilização e descarte desses materiais deve também ser das ciências e indústrias, criando alternativas, no que se refere a produção desses materiais, por rotas que sejam ecologicamente viáveis, como por exemplo, na busca por produzir materiais biodegradáveis, que caso sejam, infelizmente, descartados na natureza, tenham um tempo de decomposição muito inferior ao de plásticos que podem durar décadas ou até mesmo séculos para degradar e também a preocupação nos produtos que eles se transformam após essa degradação, que podem ser até mesmo mais prejudiciais à saúde do que o próprio lixo. Esses requisitos se forem devidamente cumpridos, conseguem respeitar alguns princípios indispensáveis da química verde ou química para um desenvolvimento sustentável, proposta definida pela primeira vez por John Warner e Paul Anastas, membros da agência ambiental norte americana Environmental Protection Agency (EPA), em 1991 (CANGEMI; SANTOS; CLARO NETO, 2005).

Fica então evidente que os plásticos podem ser protagonistas ou antagonistas na sua história, sendo extremamente necessária uma educação

ativa e reflexiva, quanto ao seu uso, no que se refere a necessidade dos mesmos para o desenvolvimento de uma sociedade moderna, mas também alertar sobre os danos que eles causaram até os dias atuais, relacionados com seu descarte e tipo de decomposição, e como corrigir esses problemas para um futuro equilibrado e saudável em vários aspectos.

### **3.3 Evolução sintética**

A evolução sintética desses materiais pode ser vista de maneira evidente no cotidiano em diferentes produtos de bens de consumo da sociedade. Em particular nas garrafas PET, de armazenamento de bebidas como água mineral, podemos notar, na história recente, a utilização de garrafas PET de diferentes tipos. Nas garrafas de água mineral sem gás, os plásticos são mais moles, de fácil reciclagem, já que os líquidos não são armazenados sob alta pressão, o que leva a utilização de um material mais fino e flexível. Já nas garrafas de água mineral gaseificadas, as garrafas são mais duras, já que os líquidos são armazenados nas mesmas sob alta pressão, e precisam ter a resistência necessária para o armazenamento desses produtos (WAN; GALEMBECK, E.; GALEMBECK, F., 2001).

O PET, por exemplo, é um polímero utilizado em diversos tipos de produtos, o que mostra mais uma vez que a necessidade da diferença na sintetização desses materiais, que podem ter uma massa molar que varia entre 12 kg/mol a 20 kg/mol na produção de fibras e filmes que são fabricados a partir dele. Já nas garrafas feitas de PET, sua massa molar varia de 30 kg/mol a 35 kg/mol, diferenças essas de densidades que podem ser determinadas a partir do processamento térmico no qual esse material foi submetido (PEREIRA; MACHADO; SILVA, 2002).

Além disso, a utilização do PET nas garrafas exige uma preparação das cadeias poliméricas longas de forma que estejam em dois eixos (bi-orientadas) e com um grau de cristalinidade abaixo de 50%, o que torna o material mais flexível, menos quebradiço, com boa resistência mecânica e baixa permeabilidade ao gás carbônico (CO<sub>2</sub>), substância utilizada nas bebidas gaseificadas (PEREIRA; MACHADO; SILVA, 2002).

Outro exemplo evidente na evolução da rota sintética é o da descoberta da vulcanização da borracha, pelo americano Charles Goodyear, que aumentou a resistência e elasticidade desse material polimérico que pode ser visto bem, em termos de evolução, nas rodas, antigamente utilizadas sem pneu e sua borracha, num contexto histórico, em diferentes tipos de meios de locomoção (charretes, bicicletas, motocicletas, automóveis, etc.) (SANTOS; SILVA, 2009).

Falando ainda sobre as borrachas, percebeu-se que ao se combinar diferentes tipos de monômeros, reagentes que dão origem aos polímeros, em uma específica rota sintética, existia a possibilidade de aumentar a resistência desses materiais, criando assim borrachas sintéticas, como por exemplo a buna-N e buna-S que são empregadas na fabricação também de pneus e borrachas para líquidos corrosivos (mangueiras de bombas de combustíveis etc.), classificados como exemplos de copolímeros (FELTRE, 2004).

Uma outra evidencia sobre a evolução sintética desses materiais está ligado à sua degradação, que intensifica a busca por materiais plásticos que tenham além de um descarte com tempo inferior ao de materiais plásticos presentes em nosso cotidiano, seja também de degradação em moléculas que dificilmente possam agredir a natureza e a saúde humana, sendo estes materiais biodegradáveis, síntese que contribui significativamente para também um desenvolvimento sustentável (CANGEMI; SANTOS; CLARO NETO, 2005).

### **3.4 Reciclagem, reuso e redução**

A política dos 5 R's é uma estratégia presente no desenvolvimento sustentável afim de criar alternativas politicamente corretas, e de caráter informativo e educativo, a respeito de materiais que são potencialmente descartáveis, afim de reduzir o desperdício, gerir melhor a quantidade de resíduos sólidos e combater impactos ambientais. Os próprios termos trazem consigo a ideia do que se tem como finalidade nessa prática, que podem ser praticadas de maneira sequenciada e cíclica. Essa política passou por uma atualização, já que era uma política de 3 R's, composta dos termos reciclagem, reuso e redução, passando para 5 R's, incorporando os termos repensar e recusar, afim de ampliar as ações no que dizem respeito a essa temática. Sendo

assim, a possibilidade de atualização do número de R's, incrementando outros termos que fortaleçam ainda mais essa prática é algo bem possível de acontecer (FRANÇA et al., 2022).

Sabendo que a utilização dos plásticos quase sempre leva, após determinado tempo de uso, ao descarte desse material, e devido ao processo de sua decomposição poder demorar muitos anos, já que na maioria das vezes tratam-se de materiais muito resistentes, a reciclagem aparece como uma excelente alternativa para reduzir os problemas relacionados a poluição causada por eles. Essa reciclagem se faz necessária devido a possibilidade real desse material se tornar um resíduo sólido, algo que acontece com bastante frequência no cotidiano, em muitas cidades brasileiras, basta ver a quantidade de notícias referentes a poluição que aparecem sempre nos jornais e mídias digitais abordando o tema (FRANCHETTI; MARCONATO, 2006).

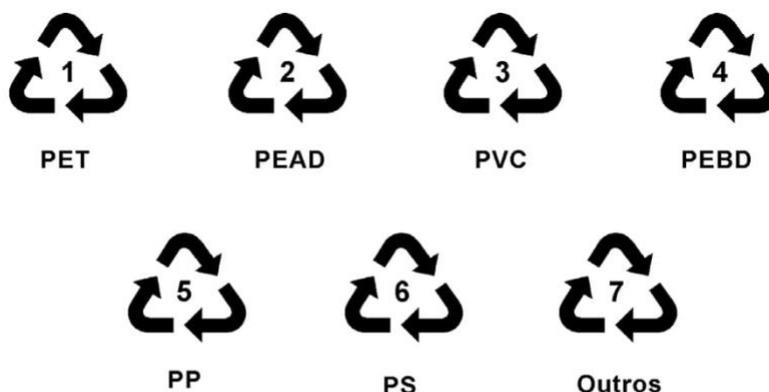
Os impactos ambientais causados pelos plásticos chegam até os mares, criando um problema de ordem mundial, já que caindo em correntes marinhas, esses objetos podem se deslocar de uma cidade, estado, ou até mesmo de um país para outro (SOUZA et al., 2022).

Pesquisas apontam a presença de nanoplásticos na água mineral, impacto ambiental que chega a níveis muito perigosos, contaminando um recurso natural tão importante para a vida no planeta e complexos, ou até mesmo irreparáveis, meios de correção dos devidos problemas. Essas moléculas em escala extremamente pequenas que podem ser ingeridas pelas pessoas com muita facilidade e afetar também a saúde humana. Devido ao seu tamanho muito pequeno, podem ser fagocitadas pelas células e causar uma disfunção celular, podendo torná-la cancerígenas (BUGATTI et al., 2023).

Diante de uma sociedade consumista e desenfreada, esse trabalho tem também finalidade de alertar sobre os problemas causados por essas práticas e que, as vezes muitas coisas que são compradas no dia-a-dia de um ser humano não precisariam ser compradas ou utilizadas, como exemplo um canudo, copo ou sacola descartável que não precisariam ser levados para casa, ou seja, reduzir ao máximo a utilização de materiais que com certeza irão para o lixo.

Importante destacar que para reciclar um determinado material plástico, devemos ter alguns cuidados que são simples, como por exemplo, a verificação do tipo de plástico presente em uma embalagem, indicado com símbolos triangulares que possuem uma numeração que indica o tipo de plástico ali presente, onde o PET recebe o número 1, PEAD número 2, PVC número 3, PEBD número 4, PP número 5, PS número 6 e outros tipos de plásticos recebem o número 7, o que facilita até a separação e coleta seletiva dos resíduos sólidos, que precisa, além de realizada, atingir níveis de excelência na separação e destino desses materiais (SPINACÉ; DE PAOLI, 2005).

**Figura 20 – Símbolos de reciclagem dos plásticos**



PET = Poli(tereftalato de etileno), PEAD = Polietileno de alta densidade,  
 PVC = Poli(cloreto de vinila), PEBD = Polietileno de baixa densidade,  
 PP = Polipropileno, PS = Poliestireno

Fonte: Spinacé e De Paoli (2005)

Outra análise importante é a classificação do plástico em termoplástico ou termorrígido. Os termoplásticos são materiais que possuem fusibilidade e solubilidade em solventes orgânicos comuns, excelentes propriedades que favorecem um processo de reciclagem mais simples, moldando e remoldando esse material diversas vezes, já que suas moléculas são mais resistentes em temperaturas maiores. Esses plásticos possuem macromoléculas classificadas como lineares que podem conter ou não ramificação (SPINACÉ; DE PAOLI, 2005).

Uma outra classificação importante é a de um termorrígido ou também chamado de termofixo, que são maleáveis apenas no momento de sua formação.

São substâncias infusíveis e insolúveis, o que dificulta seu processo de reciclagem. Esse tipo de plástico, possui moléculas que se forem expostas a temperaturas mais altas, decompõem suas moléculas, passando o material por uma transformação em novas substâncias. Sua reciclagem pode ser feita pela pulverização mecânica desses materiais e adição a produtos alternativos. Outro processo de reciclagem que eles podem passar é a química, envolvendo a despolimerização para que seus produtos possam ser reaproveitados na indústria química ou até mesmo a incineração para produção de energia (SPINACÉ; DE PAOLI, 2005).

#### 4 O ENSINO QUÍMICA E O PAPEL DO PROFESSOR

A necessidade de entendimento do mundo que cerca um indivíduo, compreendendo materiais e fenômenos que estão presentes no cotidiano do mesmo, é algo extremamente considerável, tendo em vista que este indivíduo terá a capacidade de ser um atuante positivo e capaz de resolver situações problemas que podem ocorrer em seu meio social (CANTO; PERUZZO, 2006).

A química se apresenta então como uma importante ferramenta na vida das pessoas em diversos aspectos, tornando-os capazes de compreender e diferenciar fenômenos, identificar, classificar e utilizar com maior segurança e propriedade substâncias e com isso ter a possibilidade de identificar e solucionar problemas de presentes no dia-a-dia (CANTO; PERUZZO, 2006).

O ensino de química então deve fortalecer essas características que vão desde a instrução, no que diz respeito a educação científica, mas também deve ampliar ainda mais a capacidade desse ser humano ser ativo e reflexivo diante de fatores que o cercam em seu cotidiano. Além disso, as infinitas possibilidades de relacionar os conteúdos de química com fatores relacionados no cotidiano das pessoas, mostram que é de fundamental importância esse estudo para uma melhor compreensão de mundo (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Mas esse estudo e compreensão não é uma tarefa fácil, ao menos de entender qual a relação do fenômeno observado com os conceitos químicos, para a maioria das pessoas, sendo importante o papel do professor nessa orientação. O professor tem a capacidade de orientar os alunos, para que o aprendizado esteja ligado as vivências dos estudantes, acompanhando sua contemporaneidade e contextualizando esse aprendizado. Essa orientação tem como finalidade dar sentido aos conhecimentos transmitidos pelo professor, levando os discentes a uma aprendizagem significativa, que tem como propósito fundamental tornar os estudantes protagonistas da sua aprendizagem, e não meros transmissores de conceitos e fórmulas prontas, desenvolvendo nele competências e habilidades. A aprendizagem significativa é uma importante estratégia educacional para trazer relevância ao que está sendo aprendido, possibilitando o aprofundamento do conhecimento e tornando este saber mais duradouro, evitando uma aprendizagem mecânica, que se baseia na memorização de informações sem nenhuma aplicação na vida real, que leva,

consequentemente, ao desinteresse e falta de estímulo por aprender por boa parte dos estudantes (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Destacar o importante papel que tem o professor, tendo a capacidade de personalizar o processo de aprendizagem e tornar significativo na vida desses cidadãos, sendo curador, mediador e peça fundamental nessa organização que tem como finalidade educar com o propósito para a vida (BULGRAEN, 2010).

O professor tem a possibilidade de elaborar um planejamento que contemple diversos recursos a fim de estruturar um percurso metodológico que, ao máximo possível, preencha lacunas que podem ficar no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. Além disso, se torna possível a personalização desse estudo, já que a diversidade de recursos, por apresentarem potencialidades diferentes, pode atingir de formas distintas os estudantes.

#### **4.1 Contextualização como estratégia de ensino**

A fim de tornar o processo de ensino-aprendizagem significativo, tornando o conhecimento como algo prático na vida dos estudantes, a contextualização pode ser utilizada como estratégia de ensino. Essa estratégia se torna importante por facilitar a relação dos conteúdos presentes em uma determinada disciplina, com fatos que podem trazer consigo as relações e explicações necessárias para seu entendimento, tornando o estudo como algo que seja epistemológico. Contextualizar traz a possibilidade de construção de significados, com valores e vivência dos discentes incorporados de forma intrínseca com o processo, podendo assim explicar o cotidiano dos estudantes, tornando-os autônomos e ativos em seu meio social. A contextualização tem papel de despertar a curiosidade sobre os fenômenos que estão a sua volta, tornando os estudantes em pessoas capazes de transformar sua realidade, exercendo sua cidadania (WARTHA; FALJONI-ALÁRIO, 2005).

No ensino de química, essa estratégia pode ser feita com diversos fatos relacionados com o cotidiano do aluno, e respeitando sua contemporaneidade. Outro fator importante, é a capacidade de ligar e ramificar, de maneira interdisciplinar o ensino, podendo outras disciplinas e áreas do conhecimento contribuir e fortalecer esse aprendizado, possibilitando o estudante se tornar

protagonista do seu processo de aprendizagem de forma ampliada e diversificada.

## **4.2 O uso de livros didáticos e módulos**

Nesta seção, apresenta-se os detalhes acerca do suporte educacional contido nos livros didáticos, módulos de maneira geral e, em especial, módulos do sistema Bernoulli, materiais que foram base de estudos desse trabalho. Conteúdo, exercícios, organização, objetos pedagógicos e recursos tecnológicos adotados pelos mesmos. Além disso, pontos considerados positivos e negativos a respeito de suas estruturas e metodologias.

### **4.2.1 Livros didáticos**

O Instituto Nacional do Livro Didático (INLD), criado desde de 1929, é o programa de distribuição de obras didáticas mais antigo do país, sendo atualizado ao longo dos anos, até os dias atuais. No Brasil, instituto foi importante para aumentar a legitimidade e produção dos livros didáticos. Desde 1985, com a implantação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), através da criação de políticas públicas que passaram e devem passar por aprimoramentos no decorrer dos anos, o Livro Didático (LD) se torna uma importante ferramenta no processo de ensino formal, assegurando o acesso a informação científica nas escolas de educação básica, seja de nível fundamental ou médio (MARCONDES; SILVA, 2022).

Este recurso tem a capacidade de orientar discentes e docentes em qual deve ser o percurso trilhado, no que diz respeito a sequência didática dos conteúdos a serem apresentados em cada uma das séries, padronizando o ensino. Quando bem selecionado, devido a existência de muito exemplares e edições, ele não possui apenas papel na formação educacional e pedagógica, mas também na formação do cidadão ativo, capaz de entender, orientar e até mesmo solucionar problemas que estão em seu cotidiano, como poluição, mudanças climáticas, drogas e outros temas importantes (WARTHA; FALJONI-ALÁRIO, 2005).

O LD pode trazer a possibilidade de homogeneização da parte pedagógica e uma educação humanística em aspectos relacionados a ciência. Esses indicativos podem estar presentes nos LD devido ao fato de estarem ligados diretamente a políticas públicas que estão ligadas diretamente a eles, e sendo mais fácil suas atualizações que tragam essas demandas resolver problemas também de contextos relacionados com o cotidiano das pessoas e aspectos científicos, tem a função de formar pessoas que estejam aptas a desempenhar sua cidadania (WARTHA; FALJONI-ALÁRIO, 2005).

Escrito por especialistas da área, o LD consegue reunir atualmente, no ponto de vista pedagógico, recursos diversos que auxiliam na formação dos discentes, recursos esses como um conteúdo denso, com linguagem clara e objetiva, exercícios bem conectados com os conteúdos, de diferentes níveis, textos de apoio para contextualizar determinados temas, atividades complementares e até mesmo experimentos básicos, normalmente utilizando materiais de baixo custo, afim de conectar os conceitos químicos, por exemplo, com determinadas situações problemas tanto para seu entendimento como para sua resolução.

Um ponto de vista negativo dos LD, é o fato de utilizar poucos recursos tecnológicos, estando este então desatualizado, e de certa forma desconexo, com relação a contemporaneidade dos estudantes da atualidade, conhecidos como nativos digitais e que vivem imersos em recursos tecnológicos, podendo então se desinteressar por um material que não acompanha seu tempo nem sua evolução.

Outro ponto de vista negativo a respeito dos LD, está no fato do tempo de atualização desses materiais ser maior, o que pode não contemplar as diversidades e pluralidade que encontramos na atualidade, o que pode tornar defasada e até mesmo completamente descontextualizada determinada abordagem.

#### 4.2.2 Módulos

Os módulos trazem uma perspectiva de otimização dos conteúdos previstos no ensino médio, afim de dinamizar e temporizar de maneira mais

objetiva esses conteúdos, sendo esses materiais extremamente consumíveis, dificultando a possibilidade de reutilização (BRITTO, 2011).

Essa dinâmica tem seus fatores positivos e negativos, assim como qualquer material de estudo. Um dos pontos positivos está na possibilidade de seguir o planejamento pré-estabelecido pelo próprio sistema de ensino, possibilitando de uma forma mais controlada a finalização dos conteúdos, que estão diretamente alinhadas a estratégias de ensino pautadas em teoria e prática de exercícios ligados diretamente a diversos vestibulares.

Outro fator positivo está no fato do módulo ser atualizado numa escala de tempo bem inferior aos livros didáticos, o que pode trazer um caráter mais alinhado a contemporaneidade dos conteúdos com a vida dos estudantes, além da atualização nas questões trabalhadas no material, fator esse que se estiver relacionado ao Enem, aumenta a capacidade de interpretações de questões que possuem um caráter de resposta ao item relacionado a competências e habilidades dos discentes.

Com relação a fatores que podem ser tratados como negativos, os módulos trazem muito menos aspectos relacionados a cotidiano e contextualização dos conteúdos, itens que são de extrema importância no que diz respeito a formação de um cidadão crítico, reflexivo e atuante na sociedade, e questões que auxiliam na formação da aprendizagem significativa, que está muito além de mera memorização de conceitos e fórmulas prontas.

Um outro ponto negativo a respeito dos módulos, está na avaliação mais criteriosa do conteúdo no material, onde erros de conceitos e de diagramações podem ser vistas com certa frequência nesses materiais, já que os mesmos são criados com a responsabilidade do próprio sistema de ensino e não de um especialista da área, prática que ocorre na construção dos LD. A pequena quantidade de roteiros experimentais que pudessem trazer uma compressão mais adequada de determinados conceitos químicos pode ser também elencada como um ponto negativo desses materiais.

#### 4.2.2.1 Módulos Bernoulli

O sistema de ensino Bernoulli, material utilizado em diversas escolas da rede privada do Brasil, possui a sua sede na cidade de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais. Diferente da história de várias escolas brasileiras, o Bernoulli começou no ano 2000 com um curso pré-vestibular de muito sucesso, fundado por dois irmãos e um amigo, egressos do Instituto de Tecnologia da Aeronáutica (ITA), que logo se transformou em escola, em 2002, iniciando com turmas de 3ª série de ensino médio.

Em 2003 foram criadas as outras turmas do ensino médio (1ª e 2ª), e até o ano de 2005, a implementação de todo o ensino fundamental II. O material didático conhecido como “Bernoulli sistema de ensino” foi também criado em 2005, material esse já trabalhado na própria escola, sendo esse pilar fundamental para seu sucesso, e logo se expandido para outras cidades e estados em escolas parceiras. Em 2006, a escola Bernoulli se apresentou entre as 10 melhores escolas do país, dentre mais de 25 mil escolas espalhadas em todo território nacional.

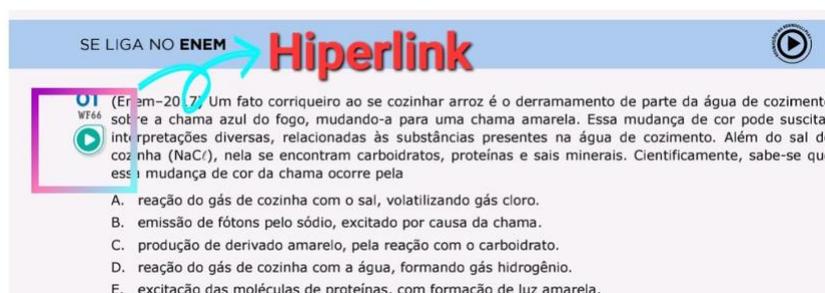
O primeiro lugar nacional no ranking do Enem, foi conquistado pela escola Bernoulli no ano de 2014, dados esses fornecidos pelo Instituto Nacional de Estudo e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), e juntamente com esse resultado veio outros primeiros lugares estaduais e municipais de escolas parceiras do sistema de ensino Bernoulli. Esse resultado de primeiro lugar no Enem a nível nacional e estadual, se repetiu por mais alguns anos, da escola Bernoulli e seus parceiros que adotam esse sistema de ensino. Hoje em dia, já são em torno de 800 escolas parceiras do sistema Bernoulli de ensino. O material do sistema de ensino Bernoulli, ao longo dos anos, passou por aprimoramentos onde no ano de 2012 lançou a coleção para ensino médio, em 2014 a coleção para ensino fundamental II, em 2016 a coleção para ensino fundamental I e até o ano de 2017, com o material para ensino infantil, consegue concluir seu material para todos os ciclos de educação básica.

Os módulos do ensino médio do sistema Bernoulli, coleção intitulada como “coleção movimento”, são organizados, cada um de seus capítulos, com recursos que são destacados no livro com os seguintes tópicos:

- Texto introdutório;
- Exercícios resolvidos;
- Exercícios de aprendizagem;
- Exercícios propostos;
- Se liga no Enem;
- Está no mundo;
- Dá o que pensar;
- Vai lá e faz;
- Leitura complementar;
- Fecha comigo;
- Tudo se encaixa;
- Tá na mídia;
- Bernoulli Play.

Ele também traz recursos didáticos importantes com recursos tecnológicos como ferramentas de ensino. Dentre esses recursos tecnológicos estão os hiperlinks, códigos QR, podcast, simuladores, plataforma, aplicativos e e-books. Os hiperlinks podem ser vistos em diversos momentos ao longo do material, por exemplo em questões, que quando estão sendo acessadas pelo e-book, basta clicar no ícone que direciona o discente para um vídeo que traz a resolução da questão, pelo canal no Youtube do sistema Bernoulli.

**Figura 21 – Hiperlink nos e-books do sistema Bernoulli para vídeo com resolução de questão**



Fonte: Bernoulli (2022)

Quando o contato dessas questões ocorre pelo livro físico, fica impossível o acesso das resoluções por vídeo, forçando o aluno acessar a plataforma ou aplicativo, e utilizar o e-book para ter esse recurso digital.

Já na utilização de hiperlinks em indicações de vídeos que demonstram conteúdo, livros e reportagens, o acesso pode ser feito pelo e-book, mas também pelo livro físico, através de um outro recurso digital que são os códigos QR, que dão a possibilidade de acessar esse conteúdo com sua leitura.

**Figura 22 – Hiperlink e código QR nos módulos Bernoulli para acesso a vídeo de experimento**



Fonte: Bernoulli (2022)

Os códigos QR's, estão espalhados em diversos momentos ao longo de um mesmo capítulo, seja para indicação de um vídeo que traz conteúdo além de resolução de questões, ou até mesmo para direcionar o estudante para recursos educacionais como simuladores em aplicativos (app) que são de propriedade do sistema de ensino.

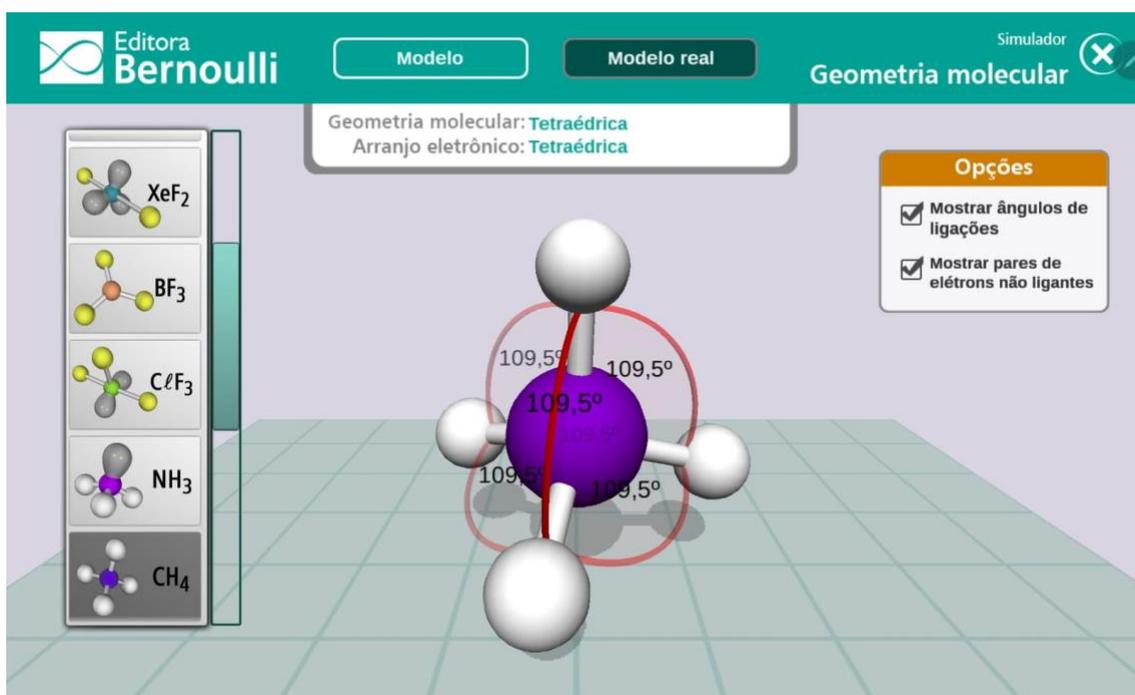
**Figura 23 – Código QR nos módulos Bernoulli para acesso a simuladores ou aplicativos**



Fonte: Bernoulli (2022)

Os aplicativos que são de propriedade do sistema Bernoulli, tem como finalidade trazer, em alguns casos, uma demonstração simples de como questões que são ligadas a conceitos químicos, que são de certa forma abstratas de retratar e entender, na forma de simulações.

**Figura 24 – Aplicativo do sistema Bernoulli sobre geometria molecular**



Fonte: Bernoulli (2022)

O sistema oferece também um podcast, denominado Bcast, tipo de entretenimento consumido bastante pelos estudantes na vida cotidiana, trazendo então o sistema de ensino um aspecto relacionado a contemporaneidade desses estudantes.

**Figura 25 – Hiperlink para acesso ao podcast do sistema Bernoulli**

Fonte: Bernoulli (2022)

Outro aspecto contemporâneo dos estudantes, o livro insere memes, ligados a fatos científicos, que são recursos visuais que também estão muito presentes nas redes sociais acessadas por esses indivíduos.

Figura 26 – Meme sobre tabela periódica no módulo do sistema Bernoulli

#bernoullimemeperiódico

Massa atômica

Planificado

Massa atômica

Semelhança

ENNA VESE SYSTEME DER ELEMENTE  
 par D. Mendeleeff.  
 1874

O meme do ursinho Pooh é usado para evidenciar a sofisticação de alguma coisa. Nesse caso, o meme foi usado para evidenciar a evolução da construção da tabela periódica.

Fonte: Bernoulli (2022)

Indicações de livros, filmes e séries também estão presentes no material, para fortalecer ainda mais a contemporaneidade e ligação dos conceitos químicos com a arte.

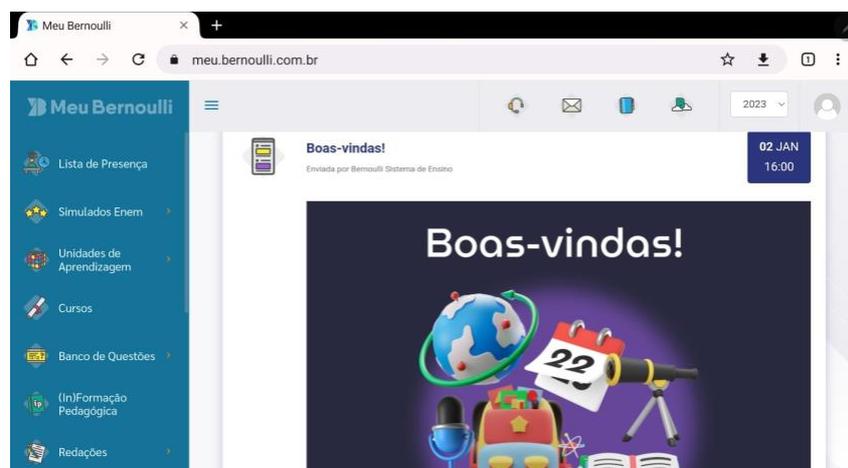
**Figura 27 – Indicação de filme no módulo do sistema Bernoulli**



Fonte: Bernoulli (2022)

Ainda relacionado ao aspecto tecnológico, o sistema disponibiliza, para os alunos que adquirem o material novo, o acesso a plataforma (site) ou aplicativo (app) denominado “Meu Bernoulli”, que possui ainda mais recursos tecnológicos disponíveis para professores e alunos.

**Figura 28 – Plataforma “Meu Bernoulli”**



Fonte: Bernoulli (2022)

Alguns estudantes, por questões financeiras, optam em comprar o material usado, mesmo estando esse livro desatualizado em relação ao livro novo, já que o livro normalmente passa por atualização anual em suas questões disponibilizadas, não tendo então a possibilidade de acesso aos recursos disponíveis na plataforma. A Figura 21, apresentada a seguir, mostra alguns recursos da plataforma “Meu Bernoulli”, disponíveis para professores e alunos.

**Figura 29 – Recursos disponíveis na plataforma “Meu Bernoulli”**

Fonte: Bernoulli (2022)

Outro recurso importante do sistema de ensino Bernoulli, são os simulados, preparatórios para vestibulares, como por exemplo o Enem, onde a concorrência é a nível nacional, já que são mais de 800 escolas parceiras do sistema, mensurando o nível de acertos que o estudante tem em comparação aos outros alunos na mesma escola, estado e a nível Brasil, forma semelhante ao que ocorre após o resultado da prova do vestibular. O estudante então tem a possibilidade de personalizar seu estudo em consonância com seu resultado, verificando se existe a necessidade de ajustar seu planejamento de estudos, tendo em vista o resultado dessa simulação.

Outro fator de destaque, está no fato de que o livro utiliza como fonte de pesquisa para criação de seu material referências bibliográficas, o que leva ao entendimento de que sua base teórica tem uma fonte segura e confiável de conhecimento, embasada por diversas fontes de pesquisa, inclusive livros de química renomados, que são normalmente utilizados no ensino superior, como “Química geral”, do autor Jonh Blair Russell, “Química orgânica, dos autores

Graham Solomons, Craig Barton Fryhle e Scott A. Snyder; “Princípios da química, dos autores Peter Atkins e Loretta Jones e outros livros.

Além de todos os recursos mencionados anteriormente, o sistema de ensino traz para o professor um material de apoio intitulado “manual do professor”, que orienta o professor na execução do material, desde o tempo que ele deve destinar para cada capítulo trabalhado até sugerindo recursos estratégicos, como multimídia, textos, filmes entre outros, que podem ser utilizados para melhorar a abordagem daquele conteúdo.

Os conteúdos programáticos do ensino médio finalizam na segunda série do ensino médio, sendo o livro da terceira série do ensino médio um material revisional, já que o foco dessa série é, nas escolas da rede privada, a preparação para os vestibulares.

Destacando os pontos negativos desses materiais, podemos elencar alguns fatores que estão relacionados a ferramentas que auxiliariam na aprendizagem significativa. Um deles é a pequena quantidade de materiais que se relacionam com o cotidiano dos discentes, sendo muitas das vezes que aparecem, abordados de forma muito rasa, sem uma profundidade adequada e problematização dos conceitos adequada para a prática de cidadania.

Uma outra questão observada como falha no conteúdo programático, é o fato de que os conteúdos de química orgânica do ensino médio contemplar, sequencialmente falando, até isomeria e propriedades dos compostos orgânicos, deixando de fora do conteúdo base, que vão até a segunda série do ensino médio, reações orgânicas, polímeros e bioquímica, conteúdos presentes nos mais diversos vestibulares do país. No livro 4 das terceiras séries do ensino médio, material revisional, esses conteúdos aparecem como se tivessem sido trabalhados durante os conteúdos de química orgânica trabalhados na segunda série do ensino médio.

Nos livros das primeiras séries do ensino médio, não contempla o diagrama de Linus Pauling, para distribuição eletrônica, o que pode dificultar no entendimento de alguns conteúdos da química, como por exemplo ligações químicas.

### 4.3 O Tema Plásticos no Ensino de Química

Um tema ligado ao cotidiano dos estudantes pode ser utilizado como estratégia no quesito ensino contextualizado, afim de trazer significado e inseri-los dentro do seu contexto aprendizagem. Isso pode aguçar a curiosidade dos mesmos afim de entender e resolver problemas ligados a esse tema, em seu cotidiano. Sendo assim, o tema plástico surge como uma estratégia de contextualização que pode trazer diversos entendimentos sobre a preparação, uso, importância, durabilidade e até mesmo descarte desses materiais. Além disso, como esse material pode estar ligado a diversas disciplinas e áreas do conhecimento, aumentando o campo de conhecimento e potencializando a capacidade desse estudante entender e resolver situações problemas ligadas de forma direta e indireta a esse tema (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Um levantamento de dados foi realizado para perceber a recorrência desse tema, no Google acadêmico, com o intuito de mensurar a importância que se deu a esse tema nos últimos 5 anos, do ano de 2018 até o ano de 2022. Para direcionar melhor a pesquisa, dois fatores foram levados em consideração, que são os plásticos no ensino de química e plásticos, educação química.

Foram encontrados no total 2439 artigos relacionados a “plásticos, ensino de química” e 45880 artigos relacionados a “plásticos, educação química”, o que mostra que esse tema é bastante recorrente nesses 5 anos analisados pelo Google acadêmico.

A tabela a seguir mostra o número de publicações acerca do tema, com as palavras chave “plástico, ensino de química” e “plástico, ensino de química”.

**Tabela 1 – Pesquisa sobre plásticos no Google acadêmico**

PESQUISA SOBRE PLÁSTICOS NO GOOGLE ACADÊMICO							
Palavra chave	Número de publicações a cada ano					Total de publicações	Média de publicações por ano
	2018	2019	2020	2021	2022		
Plásticos, ensino de Química	454	561	471	488	465	2439	487,8/ano
Plásticos, educação química	10300	10600	8530	9440	7010	45880	9176/ano

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

De cada palavra chave pesquisada, foram analisados dois arquivos destacados como sendo de maior relevância, segundo o algoritmo do Google acadêmico.

O título das duas publicações de maior relevância que aparecem quando a palavra-chave é “plásticos, ensino de química”, são:

- “Lixo plástico doméstico: Um estudo de polímeros para o ensino de química na perspectiva da politécnica”. (Miguel, 2021)
- “O antropoceno, a educação ambiente e o ensino de química”. (Mirando; Silva; Almeida; Gerpe, 2018)

A primeira publicação utiliza a politécnica como método para tratar do tema lixo plástico, utilizando oficinas com o intuito de contribuir numa melhor compreensão dos estudantes a respeito da redução do consumo de plásticos e destino desses resíduos. Para isso, foram utilizadas oficinas temáticas com o objetivo de alinhar conceito e prática da ciência envolvida na produção, uso e descarte desses materiais.

O segundo artigo destaca um termo chamado de antropoceno ou idade dos humanos, para se referir a uma nova época geológica que é marcada pelo impacto do homem no meio ambiente. Uma parte dessa publicação se refere aos plásticos e o ensino de química, sabendo que os plásticos são obviamente um causador significativo nesses impactos que o homem causa ao meio ambiente, contribuindo significativamente para essa nova era geológica. Nessa publicação fica claro que a química ambiental tem capacidade de auxiliar numa aprendizagem significativa, formando cidadão críticos e reflexivos em relação ao seu contexto social.

Com palavra chave “plásticos, educação química”, as duas publicações de maior relevância que aparecem são:

- “O ensino de polímeros por meio da estratégia dos três momentos pedagógicos” (Ferreira; Pereira, 2018);
- “Química dos plásticos: Uma proposta para o ensino de química orgânica com enfoque em ciências, tecnologia, sociedade e ambiente – CTSA” (Scapin; Silveira, 2016).

A primeira publicação trata da potencialidade do estudo de polímeros para contextualização e experimentação como ferramentas no processo de ensino-aprendizagem. Para isso utiliza-se dos três momentos pedagógicos (3 MP) para auxiliar nessa abordagem e na concretização dessa aprendizagem. Os 3 MP, que são a problematização inicial (PI), a organização do conhecimento (OC) e a aplicação do conhecimento (AC), podem contribuir com o processo de aprendizagem significativa.

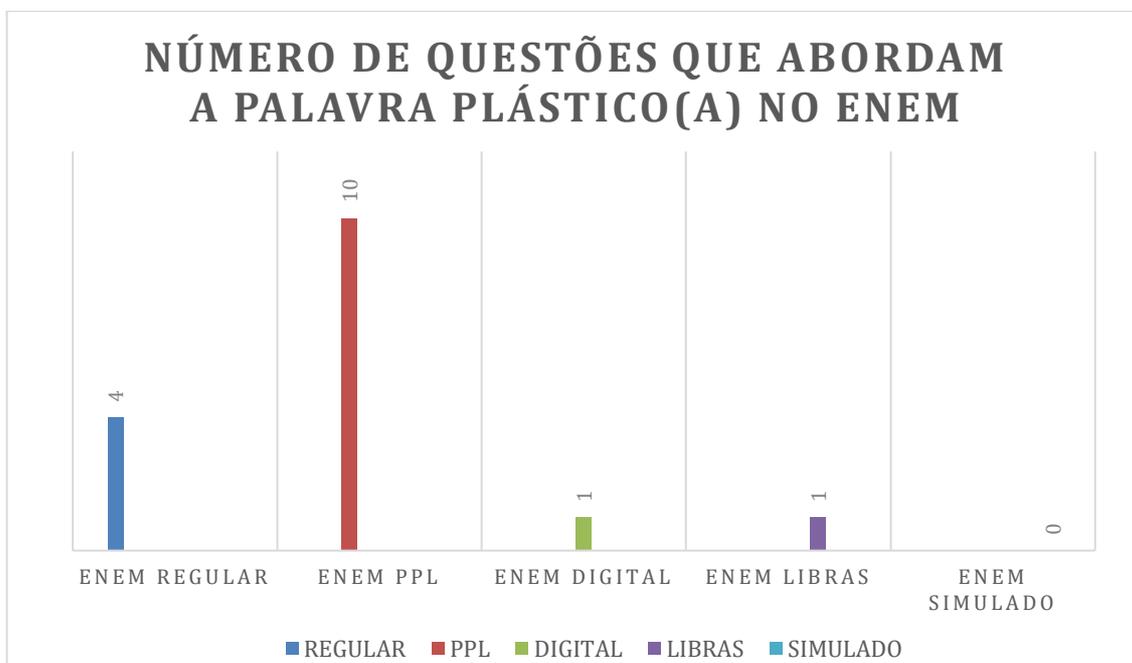
Já na segunda publicação o tema “plásticos” trata de uma abordagem do tema plástico que envolve estratégia CTSA, afim de diversificar o conhecimento que engloba essa temática. A abordagem CTSA no ensino de ciências contribui também significativamente na formação de um estudante capaz de exercer cidadania, contribuindo com aspectos de aprendizagem crítica e reflexiva.

As quatro publicações mencionadas demonstram que o tema plástico é importante diante de uma sociedade que se preocupa com seu futuro, levando-se em conta o que já foi feito no passado, afim de criar alternativas que entrelacem o que foi aprendido na escola com aquilo que deve ser colocado, em forma de contribuição, em prática no contexto social.

Desde a criação do sistema de seleção unificado (SISU), a partir de 2010, o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) passou a ser o principal processo seletivo, a nível de vestibular, do país. Desde então, o tema “plásticos” sempre esteve presente nas questões do Enem, temática abordada diferentes formas que passam por diferentes áreas da química, como a química geral, físico-química, química orgânica e também química ambiental.

Foi feito um levantamento dessas questões nos últimos 10 anos de aplicação e constatou a presença de 14 questões no total, nas diversas modalidades do Enem, como o Enem regular, digital, para Pessoas Privadas de Liberdade (PPL), libras e Enem simulado.

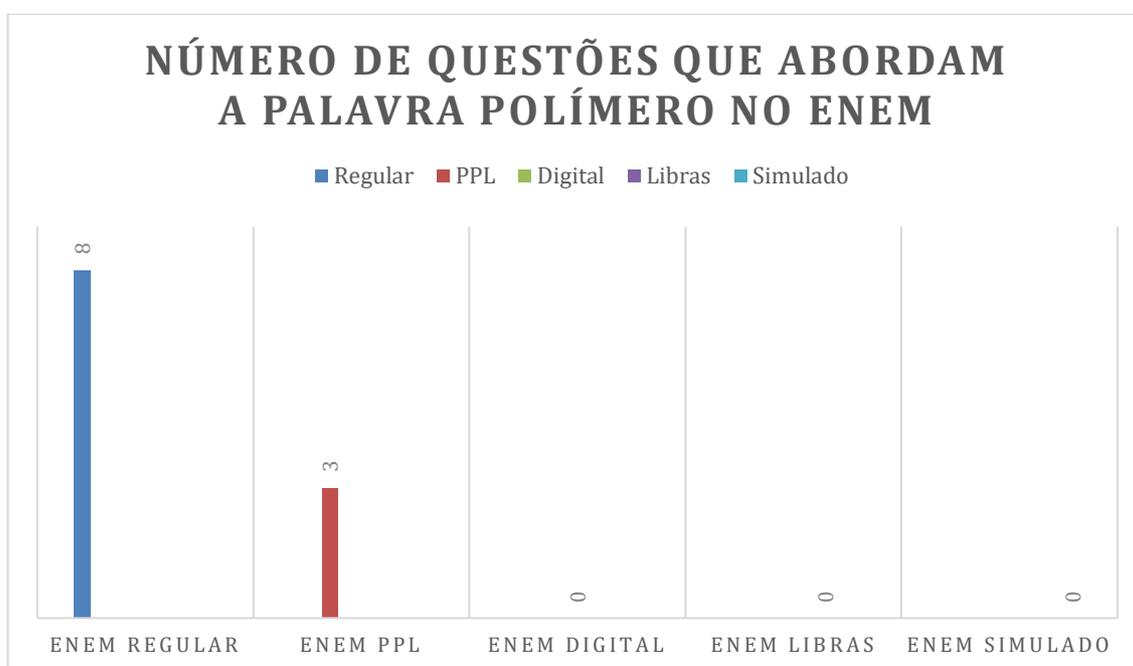
O intuito desse levantamento é verificar a recorrência, mas também a importância que tem esse tema em relação aos conhecimentos adquiridos na escola, que podem abordar essa temática.

**Gráfico 1 – Número de questões que abordam a palavra plástico no Enem**

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

A análise do gráfico mostra que o tema “plásticos” aparece mais em questões do Enem PPL, do que até mesmo no Enem regular, que recebe uma quantidade de participantes muito maior que o Enem PPL. Mostra também que essa temática está presente no Enem digital e Enem libras, com uma questão cada. Já no Enem simulado não são encontradas questões que contemplam esse tema.

Mudando a palavra plásticos por polímeros, já que as substâncias plásticas estão inseridas nesse contexto, foi realizada nova pesquisa e encontrase 11 novas questões que abordam essa palavra. Importante destacar que foram analisadas apenas as questões que tratam de polímeros plásticos, já que polímeros naturais como celulose e amido, não entram nessa classificação.

**Gráfico 2 – Número de questões que abordam a palavra polímero no Enem**

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Nesse caso, as questões que mais abordam a palavra polímero estão no Enem regular, o que se conclui que essa temática, enraizada nos conceitos científicos que o tema está inserido, ocorre com maior frequência para a maioria dos inscritos nesse processo seletivo, explicitando que a abordagem desse tema de forma que o conteúdo ainda é de extrema importância, para os estudantes que estão dispostos a participar desse certame. No Enem digital, libras e simulado não apareceram questões diferentes das coletadas anteriormente com essa palavra.

Em uma análise breve do que aparece nas questões do Enem referente a temática plásticos, destaca-se a grande variedade abordagens do tema que vão desde a simples menção de um “frasco plástico”, como esteve presente na prova PPL de 2019, questões que se preocupam com a origem e destino desses materiais, como esteve presente no Enem libras de 2017 e até mesmo a respeito de desenvolvimento tecnológico, como a produção de plásticos que são condutores de eletricidade, o que leva a quebra do “senso comum” de que plásticos não são condutores de eletricidade, em diversos exemplos que ocorrem no cotidiano, e isso apareceu em uma questão do Enem regular de 2013.

Esse levantamento mostra como esse tema já foi abordado de diferentes formas, que vão desde as questões conceituais até interpretações que levam ao entendimento e possibilidade de resolução de questões problemas presentes no cotidiano dos estudantes, o que prova que a diversificação de recursos que levam ao conhecimento e contextualização dos conceitos, são importantes ferramentas no desenvolvimento de competências e habilidades, que são características desenvolvidas por um indivíduo, que vão além do que está posto, com relação aos conceitos e fórmulas químicas, presentes na matriz de referência do Enem.

## **5 PERCURSO METODOLÓGICO**

Aqui estão dispostas as estratégias metodológicas afim de nortear e organizar a pesquisa, destacando o tipo de abordagem da pesquisa, o lócus da pesquisa, coleta de dados e procedimento de análise.

### **5.1 Tipo e abordagem da pesquisa**

Esse trabalho utiliza pesquisa mista, ou seja, parte quantitativa e a outra parte qualitativa. A pesquisa quantitativa se apropria de estatística e matemática, analisando dados numéricos, coletando dados precisos e confiáveis afim de verificar a recorrência de um determinado tema, em um determinado objeto de pesquisa, por exemplo. Já a pesquisa qualitativa tem como finalidade analisar dados de forma interpretativa e discursiva, afim de entender como o fenômeno estudado pode estar relacionado, de maneiras diversificadas, e em diversos momentos no objeto de pesquisa. Esse tipo de pesquisa se baseia na análise e compreensão do fenômeno, para elaborar estratégias de resolução do problema (CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D., 2021).

A pesquisa quantitativa, nesse trabalho, aparece nos dados numéricos do objeto da pesquisa, que são os módulos do sistema de ensino Bernoulli em comparação com livros didáticos, trazendo a quantidade de vezes, por exemplo, que o tema plástico é abordado em cada um desses materiais. Já o método qualitativo, está presente na análise do texto que traz a palavra plástico inserida, para verificar qual o nível de contextualização, analisando a profundidade do tema, presente nesse material (sistema Bernoulli) e nos livros didáticos.

### **5.2 Locus da pesquisa**

A pesquisa foi realizada avaliando os módulos do sistema de ensino Bernoulli, material utilizado em diversas escolas privadas do Brasil, que possui a sua sede na cidade de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais, e 4 livros didáticos, de autores distintos e renomados na área de química, edições de anos distintos, onde alguns livros já foram adotados pelo programa de livros didáticos, como os livro de química da editora moderna, de Ricardo feltre e o atual livro

mais adotado pelo PNLD, da SM educação, o “Ser protagonista”, dos autores, Ana Fukui, Ana Luiza P. Nery, Elisa Garcia Carvalho, João Batista Aguilari, Rodrigo Marchiori Liegel, Vera Lucia Mitiko Aoki, livro este de ciências da natureza.

Os módulos do sistema Bernoulli analisados são indicados ao ensino médio, intitulados como “coleção movimento”, trabalhados nas primeiras e segundas séries e os módulos da coleção 4 volumes (4V), adotado pelas terceiras séries do ensino médio, livros este com uma característica de apostilas para pré-vestibulares.

Na tabela 2 está uma organização dos módulos analisados nesse trabalho, afim de padronizar a organização do que foi o objeto de estudo.

**Tabela 2 – Módulos Bernoulli analisados**

<b>CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>MÓDULO POR SÉRIE</b>
<b>M1</b>	MÓDULO 1 (1º ANOS)
<b>M2</b>	MÓDULO 2 (1º ANOS)
<b>M3</b>	MÓDULO 3 (1º ANOS)
<b>M4</b>	MÓDULO 4 (1º ANOS)
<b>M5</b>	MÓDULO 1 (2º ANOS)
<b>M6</b>	MÓDULO 2 (2º ANOS)
<b>M7</b>	MÓDULO 3 (2º ANOS)
<b>M8</b>	MÓDULO 4 (2º ANOS)
<b>M9</b>	MÓDULO 1 (3º ANOS)
<b>M10</b>	MÓDULO 2 (3º ANOS)
<b>M11</b>	MÓDULO 3 (3º ANOS)
<b>M12</b>	MÓDULO 4 (3º ANOS)

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

A Tabela 3 a seguir, apresenta os livros didáticos analisados, que foram comparados com os módulos do sistema Bernoulli, nesse trabalho:

Tabela 3 – Livros didáticos analisados

<b>CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>VOLUME</b>	<b>LIVRO DIDÁTICO</b>
<b>LD1</b>	<b>ÚNICO</b>	Livro: Química – volume único – Usberco e Salvador – Editora Saraiva (2002)
<b>LD2.1</b>	<b>VOLUME 1</b>	Livro: Química – volumes 1, 2 e 3 – Ricardo Feltre – Editora Moderna (2006)
<b>LD2.2</b>	<b>VOLUME 2</b>	
<b>LD2.3</b>	<b>VOLUME 3</b>	
<b>LD3.1</b>	<b>VOLUME 1</b>	Livro: Química 1, 2, e 3 – Martha Reis – Editora ática (2013)
<b>LD3.2</b>	<b>VOLUME 2</b>	
<b>LD3.3</b>	<b>VOLUME 3</b>	
<b>LD4.1</b>	<b>VOLUME 1</b>	Livro: Ser protagonista; Ciências da natureza – Ana Fukui, Ana Luiza P. Nery, Elisa Garcia Carvalho, João Batista Aguilar, Rodrigo Marchiori Liegel, Vera Lucia Mitiko Aoki – Volumes 1, 2, 3, 4, 5, 6 e projetos integradores – SM educação (2019)
<b>LD4.2</b>	<b>VOLUME 2</b>	
<b>LD4.3</b>	<b>VOLUME 3</b>	
<b>LD4.4</b>	<b>VOLUME 4</b>	
<b>LD4.5</b>	<b>VOLUME 5</b>	
<b>LD4.6</b>	<b>VOLUME 6</b>	
<b>LD4PI</b>	<b>PROJETOS INTEGRADORES</b>	

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Os objetos de pesquisa desse trabalho foram organizados dessa forma para uma melhor divisão e conseqüentemente visualização dos itens mencionados que estarão apresentados ao longo dos textos que seguem.

### 5.3 Coleta de dados e procedimentos de análise

A coleta de dados foi feita analisando os módulos Bernoulli das três séries de ensino médio, 1º, 2º e 3º anos. Foram analisadas 1448 páginas, sendo divididos em 4 módulos (livros) por série, totalizando 12 módulos, contendo texto do conteúdo, questões, experimentos propostos, recursos adicionais e averiguando a frequência do tema plásticos.

A tabela a seguir apresenta o quantitativo de páginas analisadas em cada módulo do sistema Bernoulli, e o total de páginas analisadas por série, afim de indicar do total de páginas analisadas, que foi 1448, quantas são para cada módulo e para cada série:

**Tabela 4 – Quantidade de páginas analisadas nos módulos Bernoulli**

<b>CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS ANALISADAS POR MÓDULO</b>	<b>TOTAL DE PÁGINAS ANALISADAS POR SÉRIE</b>
<b>M1</b>	130	478
<b>M2</b>	108	
<b>M3</b>	118	
<b>M4</b>	122	
<b>M5</b>	122	508
<b>M6</b>	112	
<b>M7</b>	140	
<b>M8</b>	134	
<b>M9</b>	106	462
<b>M10</b>	102	
<b>M11</b>	118	
<b>M12</b>	136	

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

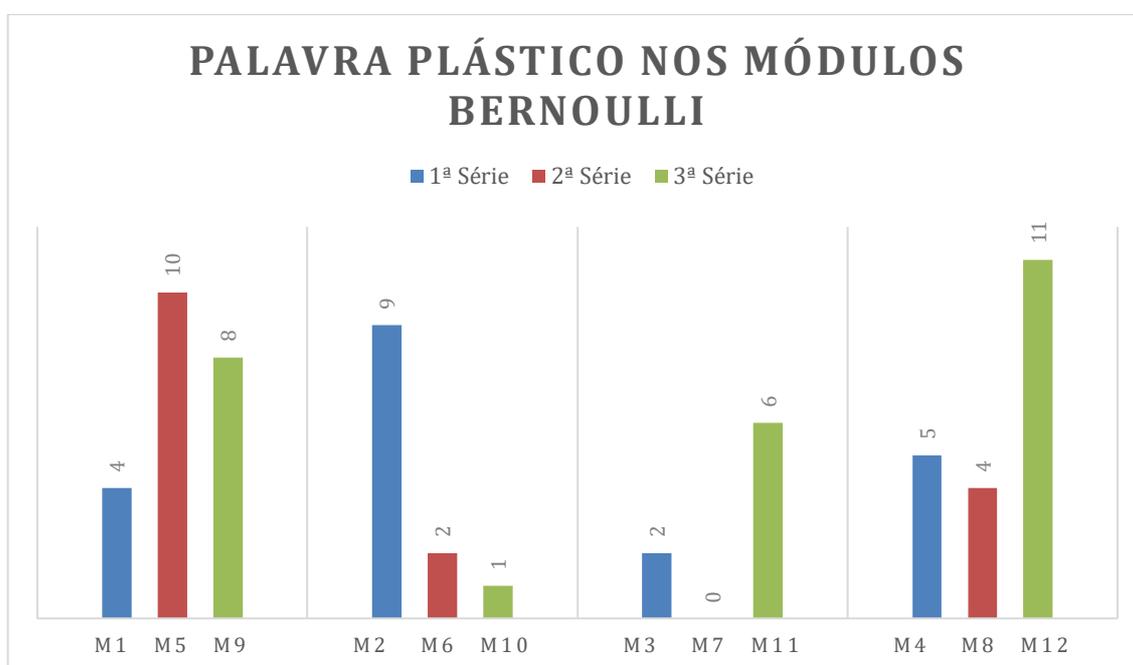
Inicialmente, a análise é feita apenas de forma quantitativa, verificando em quantas vezes a palavra plástico aparece nesses materiais. A seguir, analisando ainda quantitativamente, verifica-se em quantas vezes a palavra

plástico aparece em conteúdo teórico, textos complementares, questões ou experimentos.

Após isso, se inicia a análise qualitativa, afim de verificar se existe um mero contexto em que a palavra foi inserida, ou se existe de fato uma contextualização que auxilie na construção de uma aprendizagem significativa.

No gráfico 3 a seguir, numa abordagem quantitativa, estão os dados sobre quantas vezes aparece a palavra plásticos nos módulos do sistema Bernoulli, separados por série:

**Gráfico 3 – Palavra plástico nos módulos Bernoulli**



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Após análise do gráfico, observa-se que os módulos M1, M2, M3 e M4, destacados na cor azul, são da primeira série do ensino médio, e aparece a palavra plásticos: 4, 9, 2 e 5 vezes, respectivamente nesses materiais, totalizando 20 palavras plástico nos módulos da primeira série do ensino médio. Já os módulos da segunda série, identificados como M5, M6, M7 e M8, a palavra plástico aparece 10, 2, 0 e 4 vezes, respectivamente, destacados no gráfico com a cor vermelha, sendo 16 palavras plásticos nas quatro apostilas da segunda série. No gráfico aparece, destacado na cor verde, respectivamente, 8, 1, 6 e 11

palavras plástico, nos módulos da terceira série do ensino médio, totalizando 26 palavras plástico ao longo do material.

Seguindo a mesma lógica utilizada na organização do quantitativo de páginas foram analisadas, a tabela a seguir mostra a quantidade de palavras plásticas em cada LD, e o total de páginas analisadas na coleção, somando o número de páginas analisadas no total:

**Tabela 5 – Quantidade de páginas analisadas nos livros didáticos**

<b>CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>VOLUME</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS POR VOLUME</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS POR COLEÇÃO</b>
<b>LD1</b>	ÚNICO	672	672
<b>LD2.1</b>	VOLUME 1	400	1280
<b>LD2.2</b>	VOLUME 2	432	
<b>LD2.3</b>	VOLUME 3	448	
<b>LD3.1</b>	VOLUME 1	428	1284
<b>LD3.2</b>	VOLUME 2	428	
<b>LD3.3</b>	VOLUME 3	428	
<b>LD4.1</b>	VOLUME 1	260	1812
<b>LD4.2</b>	VOLUME 2	252	
<b>LD4.3</b>	VOLUME 3	268	
<b>LD4.4</b>	VOLUME 4	236	
<b>LD4.5</b>	VOLUME 5	260	
<b>LD4.6</b>	VOLUME 6	252	
<b>LD4PI</b>	PROJETOS INTEGRADORES	284	

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Nos livros didáticos, a palavra “plástico” normalmente aparece mais vezes que nos módulos do sistema Bernoulli, em livros que inclusive possui um total de páginas inferior ao total de páginas analisadas nas apostilas do Bernoulli. Só um

livro didático o número de vezes que a palavra aparece menos que nos módulos analisados.

Esse livro didático é identificado pelo código LD1, edição de 2002, onde a palavra “plástico” aparece apenas 27 vezes, tendo em vista que nos módulos Bernoulli, edição de 2022, ela aparece 62 vezes. O LD1 é um material que possui 672 páginas analisadas, onde os módulos Bernoulli possui um total de páginas analisadas igual a 1448. Esse fator pode ser determinante para que o livro didático LD1, material de volume único, tenha um quantitativo de palavras plásticas inferior aos módulos analisados, lembrando que foram 12 módulos analisados no sistema Bernoulli e o fato de que 4 dessas apostilas são da terceira série do ensino médio, material de revisão.

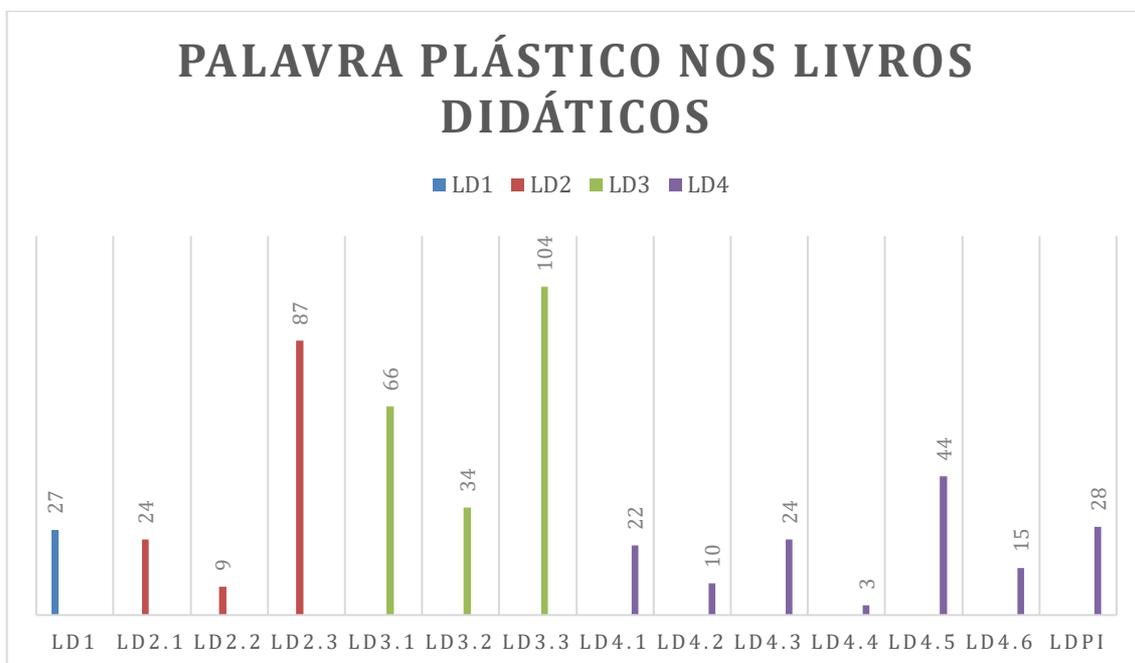
Já os outros livros didáticos, analisada toda sua coleção, o quantitativo de palavras plástico é sempre superior ao encontrado nos módulos. Os livros LD2 e LD3 possuem, cada coleção, um número de páginas inferior ao total de páginas analisadas em toda coleção dos módulos Bernoulli, porém o número de palavras plásticas é maior.

Já nos livros didáticos LD4, o número de páginas analisadas foi maior, num total de 1812, comparando com 1448 páginas do sistema de ensino, além de apresentar um total de volumes analisados maior que todos os outros livros didáticos, 7 no total sendo um deles identificado como LDPI, direcionado ao estudo de projetos integradores.

Deve-se destacar também que se trata de um livro de ciências da natureza, que contempla os componentes curriculares de química, mas também biologia e física, o que automaticamente se entende que a quantidade de conteúdo presente nesses materiais deve ser naturalmente maior que os encontrados nos módulos Bernoulli que envolvem essencialmente apenas a química.

A quantidade de palavras plástico, presente em cada livro didático analisado, está exposta no gráfico a seguir:

Gráfico 4 – Palavra plástico nos livros didáticos



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Observa-se então que o quantitativo de palavras plásticas em alguns livros didáticos, como por exemplo os livros LD2 e LD3 superam sozinhos a quantidade encontrada ao todo, coleção de ensino médio inteira, nos módulos Bernoulli, o que mostra que além recorrência maior, o desejo do contato do estudante com esse tema seja algo frequente, o que interpreta que isso tem sua importância.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Aqui estão os resultados e as discussões a respeito de como, de forma mais detalhada, são as abordagens dessa temática plástico em cada módulo do sistema Bernoulli, direcionando a quantidade de palavras em nichos específicos, como conteúdo, experimentos e questões, afim de discutir se a abordagem feita do tema, contempla aspectos que contribuem com a estratégia de contextualização de ensino, que leva o discente ao desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, e não uma que indica meramente a palavra plástico dentro de um contexto. De forma comparativa com os módulos Bernoulli, foram analisados os livros didáticos, utilizando basicamente os mesmos nichos de pesquisa anteriormente abordados, o quantitativo de palavras plásticos, a fim de verificar qual material, qualitativamente, dá mais importância a essa temática. Nos livros didáticos, foi criado um nicho de pesquisa a mais, denominado sugestão de leitura, por perceber que essa prática apareceu em livros didáticos de autores distintos, sendo então classificado como mais uma ferramenta para abordagem e conhecimento sobre o tema.

### **6.1 Levantamento da temática plásticos nos Módulos Bernoulli**

Para organização e orientação das análises qualitativas, que estarão presentes a partir dessa seção, esse trabalho propõe que sejam avaliadas as palavras plásticos nos módulos afim de verificar se estão presentes em conteúdo, experimento ou questões, afim de definir se a apresentação da palavra em cada caso reflete aspectos ligados a aprendizagem significativa. Em seguida, a mesma análise será feita nos livros didáticos com o objetivo de verificar quem está, módulo ou LD, abordando de maneira diversificada, profunda e significativa o tema.

Para nortear essa discussão, está a seguir apresentada uma tabela que mostra o quantitativo de cada palavra plástico, presentes nos livros do sistema Bernoulli, em conteúdo, experimentos e questões:

Tabela 6 – Quantidade de palavras plásticas nos módulos Bernoulli

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO	CONTEÚDO	EXPERIMENTO	QUESTÕES	TOTAL DE PALAVRAS
M1	0	0	4	20
M2	2	0	7	
M3	2	0	0	
M4	2	0	3	
M5	8	0	2	16
M6	1	0	1	
M7	0	0	0	
M8	1	0	3	
M9	1	0	7	26
M10	0	0	1	
M11	0	0	6	
M12	5	0	6	

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Em uma primeira análise, observa-se que a palavra plástico não aparece em nenhum experimento proposto pelo sistema de ensino Bernoulli, sendo a experimentação uma excelente ferramenta em uma proposta de ensino-aprendizagem significativa.

Esse mesmo levantamento, a respeito de quantas vezes aparece a palavra plástico, também foi feito nos livros didáticos, e devido a questões organizacionais que pode ser de cada tipo de material, foi necessário acrescentar mais um nicho de pesquisa, denominado sugestão de leitura abordando plásticos, encontrado em alguns livros didáticos. A quantidade encontrada em cada livro, seguindo a mesma linha de pesquisa utilizada nos módulos do sistema Bernoulli, acrescentando sugestão de leitura como um novo nicho, está indicada na tabela a seguir:

**Tabela 7 – Quantidade de palavras plásticas nos livros didáticos**

<b>CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>CONTEÚDO</b>	<b>EXPERIMENTO</b>	<b>QUESTÃO</b>	<b>SUGESTÃO DE LEITURA</b>	<b>TOTAL DE PALAVRAS PLÁSTICO</b>
<b>LD1</b>	19	0	9	0	28
<b>LD2.1</b>	7	9	7	1	119
<b>LD2.2</b>	7	1	1	0	
<b>LD2.3</b>	75	1	8	2	
<b>LD3.1</b>	41	10	6	0	163
<b>LD3.2</b>	16	10	3	0	
<b>LD3.3</b>	51	6	19	1	
<b>LD4.1</b>	0	8	3	0	93
<b>LD4.2</b>	3	1	1	0	
<b>LD4.3</b>	2	12	0	0	
<b>LD4.4</b>	0	0	3	0	
<b>LD4.5</b>	13	10	8	0	
<b>LD4.6</b>	6	3	1	0	
<b>LD4PI</b>	12	3	3	1	

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Nos livros didáticos, fica notório que cada coleção, exceto o LD1, tem uma preocupação maior em fazer o estudante presenciar a palavra plásticos bem maior que os módulos do sistema Bernoulli. Isso leva a crer que a importância da palavra, em diversos aspectos e conteúdos, é de extrema importância, principalmente pelo fato de que são substâncias muito presentes em nosso cotidiano, muito importantes, porém com cuidados acerca dos problemas que elas podem causar no meio ambiente.

Para uma análise de maneira sequencial, que segue a proposta do que está posto como percurso metodológico adotado pelo sistema de ensino, as discussões seguirão ao longo dos módulos, do M1 até o M12, sucessivamente.

A partir desse levantamento, constata-se que foram ao todo 62 palavras plástico encontradas.

Analisando o M1, a palavra aparece nesse material 4 vezes, todas em questões (duas no total) de múltipla escolha onde uma palavra aparece numa questão do processo de avaliação seriada da Universidade de Brasília (PAS-Unb), presente na página 118 do material, e as outras 3 palavras em uma mesma questão do exame nacional do ensino médio (Enem), presente na página 126. Nessas questões, o conteúdo programado de química abordado nas questões é sobre propriedades da matéria, presente no capítulo tem o título de “sistemas químicos: O que compõe a natureza?”, e aborda aspectos sobre matéria, estado da matéria, propriedades e transformações da matéria, energia, sistemas químicos, substância pura e mistura. Sobre as questões que a palavra plástico aparece, a Unb trata, em seu item, das propriedades da matéria densidade e ponto de fusão do polímero puro de três materiais plásticos distintos, que são sacolas, espumas e garrafas, ponto positivo que trata da diversificação, mostrando alguns exemplos, de plásticos do cotidiano. Um ponto na questão que chama atenção, é uma parte da tabela inserida na questão que traz o principal polímero constituinte desse material, como demonstra na figura a seguir:

**Figura 30 – Questão do Processo de Avaliação Seriada da Universidade de Brasília (PAS-Unb)**

(PAS / UnB-DF) Sacolas de supermercado, garrafas de refrigerantes e espumas são os principais plásticos encontrados no mar. Esses materiais, misturas de polímeros, apresentam as características mostradas na tabela a seguir:

Material	Principal polímero constituinte	Densidade do polímero puro	Ponto de fusão do polímero puro
Sacolas	Polietileno de baixa densidade (PEB D)	0,92 g/cm <sup>3</sup>	110 °C
Espumas	Poliestireno (PS)	1,05 g/cm <sup>3</sup>	220 °C
Garrafas	Politereftalato de etileno (PET)	1,38 g/cm <sup>3</sup>	260 °C

Fonte: Bernoulli (2022)

Isso pode ser um complicador no processo de discussão da questão, já que os estudantes da primeira série do ensino médio podem ter dificuldade de compreensão dos termos expostos nessa coluna, já que são próprios do estudo

de polímeros, assunto que possivelmente ainda não tenha sido trabalhado com esses estudantes até esse período de sua vida escolar. Trabalhar a propriedade dos materiais plásticos pode sim ser algo importante nesse momento, que é a primeira série do ensino médio, mas trabalhar termos que são específicos de uma determinada parte do estudo de química orgânica, pode ser algo complicado de entender, por parte dos alunos, e explicar, por parte do professor.

Já na questão do Enem, deste mesmo módulo (M1), a abordagem da palavra plástico fala do impacto que pode ser causado pelo acúmulo de plásticos no ambiente terrestre e aquático, problemas ambientais recorrentes no cotidiano de vários estudantes. Fala também que a reciclagem seria uma estratégia afim de minimizar esse problema. A questão também fala em separação de mistura, e cita um procedimento para a separação proposto na forma de itens, como demonstra a figura a seguir:

### Figura 31 – Questão do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)

(Enem) O acúmulo de plásticos na natureza pode levar a impactos ambientais negativos, tanto em ambientes terrestres quanto aquáticos. Uma das formas de minimizar esse problema é a reciclagem, para a qual é necessária a separação dos diferentes tipos de plásticos. Em um processo de separação foi proposto o seguinte procedimento:

- I. Coloque a mistura de plásticos picados em um tanque e acrescente água até a metade da sua capacidade.
- II. Mantenha essa mistura em repouso por cerca de 10 minutos.
- III. Retire os pedaços que flutuaram e transfira-os para outro tanque com uma solução de álcool.
- IV. Coloque os pedaços sedimentados em outro tanque com solução de sal e agite bem.

Qual propriedade da matéria possibilita a utilização do procedimento descrito?

- A. Massa.
- B. Volume.
- C. Densidade.
- D. Porosidade.
- E. Maleabilidade.

Fonte: Bernoulli (2022)

Esse item contempla bem aspectos que relacionam ciência, com fatos ligados ao cotidiano do estudante, o que podem contribuir na construção da aprendizagem significativa.

Analisando inteiramente o M1, fica a impressão de que poderia relacionar mais a palavra plásticos no material, diante dos assuntos que complementam o restante do objeto, que são modelos atômicos e tabela periódica, que não abordam em nenhum momento os plásticos, além de sistemas químicos, com pouca abordagem, como já anteriormente analisado.

No segundo módulo da primeira série do ensino médio, identificado como M2, a palavra plástico aparece 9 vezes, sendo 4 vezes em conteúdo ou texto, estando elas em capítulos diferentes. Duas palavras no capítulo que trata de ligações químicas e as outras duas no capítulo que trata de separação de misturas.

Na página 37 do material, aparecem as duas palavras que estão presentes na introdução ao estudo das ligações químicas. A primeira palavra falando sobre a consistência física de terminados materiais, aí o plástico é citado como material de garrafa plástica, que pode ser moldado com as mãos, querendo relacionar esse fato com as propriedades do material. Isso pode ser que requer bastante cuidado no desenvolvimento do entendimento, porque se a ideia que o estudante tem de que o material plástico mole for uma visão substancialista, pode ficar uma má interpretação de que as moléculas que constituem esse material também podem ser moles e assim que materiais plásticos de uma garrafa plástica ou sacola plásticas, sendo esta última muito mole, erroneamente achar que são frágeis e de fácil decomposição, podem não ser um problema para a natureza. Essa discussão em sala de aula então precisa estar muito bem alinhada para não cometer equívocos e desconstruir o aprendizado que deve ser levado essencialmente para a vida desse estudante.

Positivo dessa abordagem plástico, além de mero contexto desses materiais com a ligação química que seus átomos realizam, poderia estar presente no fato de mostrar aos estudantes que os elementos constituintes do plástico, como o carbono, realiza ligações diversificadas, possibilitando a criação de várias estruturas distintas, que são verdadeiras engenharias que podem estar presentes na natureza e até mesmo sintetizado pelo homem, trazendo o aspecto tecnológico ligado ao desenvolvimento e diversificação das sínteses. Ligado a isso também, o fato de que as propriedades podem ser consequência dessas relações.

Ainda no M2, as outras duas palavras plásticos presentes em conteúdo estão no conteúdo sobre separação de misturas, ambas na página 72. Nesse caso, a primeira palavra plástico aparece simplesmente na ideia de separação de mistura por catação, relacionando com a coleta manual do lixo, no processo de reciclagem.

A outra palavra aparece numa seção do livro chamada de “Dá o que pensar”, com o tema: “Dá para transformar o lixo em energia?”, indagação essa que pode ajudar na compreensão de aspectos que contribuem no processo de aprendizagem significativa, já que além do aspecto energético como estratégia de reciclagem, o texto aborda a importância da separação do lixo para a coleta seletiva, ligando esses fatos a contribuições pertinentes no processo de desenvolvimento sustentável.

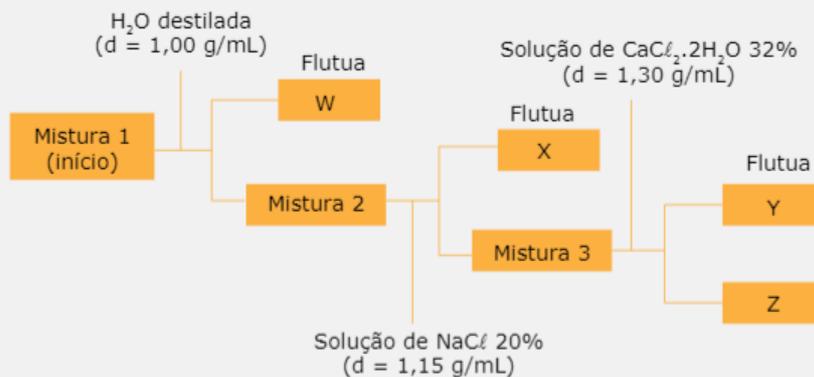
Essa seção do módulo é estruturada com uma pergunta inicial, seguida de um texto ancorado em uma referência, embasando a temática. Existe também nessa seção, a menção de políticas internacionais que visam alinhar essas práticas numa escala internacional (globalizada), através da organização das nações unidas (ONU). A seção finaliza com uma pergunta que leva a reflexão e insere o leitor na realidade acerca do tema, como duas perguntas. A primeira pergunta é: “Você trata seu lixo?”; e a segunda pergunta é: “Você já se perguntou sobre o que você pode fazer, individualmente e coletivamente, para contribuir com esse objetivo em sua casa, na sua escola e no seu município?”. Esse conjunto de estratégias abordadas nessa seção podem contribuir na formação de um cidadão crítico e reflexivo, capaz de compreender e ser atuante no meio que vive.

A palavra “plástico” presente na página 103, é em uma questão da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS-SP), e aborda 4 vezes a palavra na mesma questão. Nesse caso, tem-se uma questão discursiva, que pergunta sobre o método de separação empregado para separar plásticos de diferentes densidades, além do tipo de mistura em questão, e quais são os plásticos estão representados nas incógnitas W, X, Y e Z, que podem ser vistas na figura que segue:

### Figura 32 – Questão da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS-SP)

(USCS-SP) Em uma cooperativa de reciclagem foi triturada uma mistura dos plásticos polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidade (PEAD), policloreto de vinila (PVC) e poliestireno (PS), cujas densidades são 1,38 g/mL, 0,96 g/mL, 1,25 g/mL e 1,06 g/mL, respectivamente.

A separação dos grânulos plásticos obtidos após a trituração foi feita colocando-se a mistura em soluções apropriadas, conforme o esquema a seguir:



- A. Cite o nome da técnica empregada na separação dos diferentes tipos de plástico. Para qual tipo de misturas tal técnica pode ser utilizada?
- B. Quais são os plásticos correspondentes às letras W, X, Y e Z, respectivamente?

Fonte: Bernoulli (2022)

Já a questão do Enem que aborda a última palavra plástico do M2, presente na página 105, trata da utilização de materiais plásticos biodegradáveis, como o LCC, obtido a partir da castanha de caju podendo auxiliar na remoção de petróleo da água, e os métodos de separação de misturas utilizados no contexto. Essa questão, que pode ser vista na figura que segue, traz um contexto de materiais biodegradáveis e tecnologia na síntese de novos materiais.

### Figura 33 – Questão do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)

Um grupo de pesquisadores desenvolveu um método simples, barato e eficaz de remoção de petróleo contaminante na água, que utiliza um plástico produzido a partir do líquido da castanha de caju (LCC). A composição química do LCC é muito parecida com a do petróleo e suas moléculas, por suas características, interagem formando agregados com o petróleo. Para retirar os agregados da água, os pesquisadores misturam ao LCC nanopartículas magnéticas.

KIFFER, D. *Novo método para remoção de petróleo usa óleo de mamona e castanha de caju*. Disponível em: [www.faperj.br/Acessoem](http://www.faperj.br/Acessoem): 31 jul. 2012 (adaptado).

Essa técnica considera dois processos de separação de misturas, sendo eles, respectivamente,

- flotação e decantação.
- decomposição e centrifugação.
- floculação e separação magnética.
- destilação fracionada e peneiração.
- dissolução fracionada e magnetização.

Fonte: Bernoulli (2022)

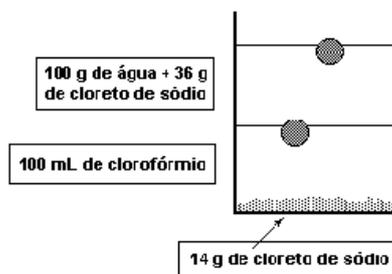
O M3 apresenta a palavra plástico apenas 2 vezes, em conteúdo, nas páginas 20 e 24 do material, respectivamente tratando sobre a palavra em dois contextos distintos. Seguindo a ordem das páginas citadas no início desse parágrafo, a primeira palavra fala do desenvolvimento de um aderente plástico, semelhante a um adesivo, criado a partir de Bio-inspiração, ou seja, inspirado em algo que existe no meio biótico, como nesse caso as lagartixas que grudam na parede, isto tudo numa seção do M3 denominada “está no mundo”. Já a outra palavra que aparece na página 24, o contexto da palavra plástico fala da preocupação com as fraldas descartáveis, tendo em vista que elas têm grande potencial poluidor por possuir vários tipos de plásticos podendo durar aproximadamente 450 anos para se decompor. O conteúdo químico que está relacionado com essas abordagens é o de forças intermoleculares.

No M4, a palavra “plástico” aparece no total 5 vezes, sendo duas em conteúdo, nas páginas 101 e 103, que indicam apenas que os ácidos sulfúrico e nítrico podem estar envolvidos nas reações de polimerização (plásticos). As outras 3 vezes ocorre em uma mesma questão, que quer saber entre os fatores, dissolução, filtração, mudança de fase e reação química, quem favorece o processo de degradação dos plásticos, sendo o conteúdo químico abordado no momento, reações químicas.

No M5, primeiro módulo da segunda série, a palavra aparece na página 53, dizendo apenas que os plásticos são os materiais que embalam Slime para ser vendido como brinquedo. Outra aparece em uma questão da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), nos exercícios propostos, mencionando apenas o fato de utilizar duas bolinhas plásticas, com densidades distintas, como referenciais para avaliar as densidades de outras 3 substâncias, onde uma era uma solução saturada de cloreto de sódio e água, outra substância o clorofórmio e a outra uma quantidade de cloreto de sódio em excesso, conforme a figura a seguir:

### Figura 34 – Questão da Pontifícia Universidade de São Paulo (PUC-SP)

Em um béquer de 250 mL foram adicionados 100 mL de água, 100 mL de clorofórmio, 50 g de cloreto de sódio e duas bolinhas de plástico, uma de densidade  $1,10 \text{ g/cm}^3$  e outra com densidade  $1,40 \text{ g/cm}^3$ . Após agitação vigorosa, o sistema foi deixado em repouso. O esquema a seguir ilustra o sistema em equilíbrio obtido a  $20^\circ\text{C}$ .



Fonte: Bernoulli (2022)

O início do estudo de química orgânica no ensino médio também acontece no M5, logo entende-se que o aumento de palavras plásticas encontradas no material aumenta. São 8 palavras plásticas presentes no primeiro capítulo destinado a química orgânica.

A primeira palavra aparece na página 83, mencionando o petróleo como recurso natural e principal fonte de energia utilizada no mundo. Em seguida, diz que existem frações do petróleo que servem também para outras coisas, como por exemplo, a fabricação de polímeros plásticos.

Novamente a palavra aparece na página 85 falando sobre a versatilidade de ligações que o carbono tem, ligando isso ao fato dele estar presente em materiais tecnológicos, como os plásticos.

Já na página 92, a palavra aparece 3 vezes, onde uma delas relaciona o ciclopenteno é utilizado na indústria química para a síntese de plásticos. Nessa mesma página, as outras duas palavras plástico aparecem simplesmente para mencionar que as sacolas utilizadas para embalar uma banana é plástica, com o intuito de fazê-las amadurecer mais rápido, impedindo que o etileno vá para o ambiente já que ele favorece o amadurecimento do fruto, como mostra a figura a seguir:

**Figura 35 – Produção de etileno pelas frutas**



Fonte: Bernoulli (2022)

O material perde nesse momento a oportunidade de abordar que o etileno é também matéria prima para obtenção de polímeros plásticos muito utilizados no cotidiano, sendo essa mais uma crítica a forma que a palavra plástico deixa de ser abordada no material

Quando o M5 volta a abordar petróleo de uma forma mais detalhada, na página 106, se torna redundante em mencionar o fato dele também ser fonte de matéria prima para produção de plásticos, assim como foi feito na página 83.

A ligação do plástico com o eteno, que pode ser produzido por craqueamento, como exemplo, é feita de forma muito superficial na página 107, nem sequer mencionando o fato de que o eteno é o etileno produzido pelo amadurecimento dos frutos, faltando assim uma contextualização mais bem amarrada desse composto.

Para finalizar a análise do M5, a última palavra plástico desse material aparece agora em uma questão que mais uma vez relaciona o fato do petróleo ser matéria prima para a fabricação dos plásticos. Essa é uma questão da Universidade Estadual de Maringá (UEM-PR), como mostra a figura a seguir:

**Figura 36 – Questão da Universidade Estadual de Maringá (UEM-PR)**

(UEM-PR) O grande dilema da utilização indiscriminada de petróleo hoje em dia como fonte de energia é que ele também é fonte primordial de matérias-primas industriais, ou seja, reagentes que, submetidos a diferentes reações químicas, geram milhares de novas substâncias importantíssimas para a sociedade. A esse respeito, assinale com V as afirmativas verdadeiras e com F as falsas.

- ( ) O craqueamento do petróleo visa a transformar moléculas gasosas de pequena massa molar em compostos mais complexos a serem utilizados nas indústrias químicas.
- ( ) A destilação fracionada do petróleo separa grupos de compostos em faixas de temperatura de ebulição diferentes.
- ( ) A gasolina é o nome dado à substância n-octano, obtida na destilação fracionada do petróleo.
- ( ) O resíduo do processo de destilação fracionada do petróleo apresenta-se como um material altamente viscoso usado como piche e asfalto.
- ( ) Grande parte dos plásticos utilizados hoje em dia tem como matéria-prima o petróleo.

Fonte: Bernoulli (2022)

Já no livro M6, a palavra plástico não aparece de forma que traga grandes contribuições ao conhecimento dos estudantes, onde na página 54 fala apenas de um recipiente plástico que serve para armazenar um determinada substância, questão da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), e na página 97, em conteúdo, menciona o fato de que existem aldeídos que são matéria prima na produção de plásticos, perdendo de novo a oportunidade de ligar o fato do metanal, conhecido também como formaldeído, ser reagente na formação do baquelite, um plástico muito importante na história dessa substância. No M6 está presente o conteúdo químico da termoquímica, perdendo mais uma grande oportunidade de discutir a capacidade energética que os plásticos possuem, quando são submetidos a reciclagem que levam os mesmos a incineração.

O livro M7, por incrível que possa parecer, a palavra plástico não aparece nenhuma vez. Nesse livro os conteúdos químicos presentes são, cinética química, equilíbrio químico, até pH e pOH, e na orgânica outras funções orgânicas como ácidos carboxílicos e seus sais, ésteres, aminas e amidas e outras funções orgânicas. Aí fica a pergunta de como não aparece a palavra plástico em uma parte do assunto que pode trazer aspectos de alfabetização científica, já que classificamos alguns polímeros plásticos como poliésteres, muito presentes nas etiquetas de confecções, e poliamidas, sendo polímeros plásticos muito presentes no cotidiano. As funções orgânicas se “totalizam” com o estudo dos materiais M6 e M7 completamente.

Entrando na análise do M8, último livro da segunda série do ensino médio, a palavra “plástico” agora aparece 4 vezes e nenhuma das vezes em conteúdos programáticos de química orgânica. Na página 79 a palavra aparece uma vez em conteúdo, num capítulo que trata de química ambiental, o que é complexo sabendo que hoje os plásticos são uma das maiores preocupações no ponto de vista de problemas ambientais. Essa palavra aparece apenas quando se menciona o fato de que nem todo papel ou plástico é reciclável, voltando a ideia da importância da reciclagem, a fim de evitar a quantidade de resíduos sólidos destinadas a aterros sanitários.

Impressionante é o fato de que na finalização de química orgânica nos conteúdos de ensino médio da segunda série, proposta do sistema de ensino em relação a sua organização, não acontece. O M8 tem como “final” os conteúdos de isomeria e propriedades físicas dos compostos orgânicos, não contemplando assuntos importantes de química como reações orgânicas, polímeros e bioquímica.

Essa falta pode ser também criticada e servir de justificativa do porquê o quantitativo de palavras plástico é tão baixo nesse sistema de ensino, sendo o assunto polímeros, grupo de compostos orgânicos aos quais os plásticos pertencem, não estar presente até o material de finalização dos conteúdos do ensino médio, deixando essa temática de ser apresentada de forma mais abrangente e contextualizada. Porém esses conteúdos faltantes surgem no material das terceiras séries do ensino médio, que é apenas um material revisional, de caráter pré-vestibular, tendo os estudantes a possibilidade de ter a ideia dos plásticos em contextos que os relacionem como polímeros, trazendo aspectos resumidos e de pouca contextualização desse tema que é tão importante e presente na vida dos estudantes.

Como o material da terceira série do ensino médio é um material de revisão, de certa forma se entende o porquê de um total de 26 palavras plásticos que estejam presentes nos módulos M9 até o M12, 20 estão presentes em questões e apenas 6 em conteúdo. finalizando o material de ensino médio do sistema Bernoulli e finalizando também o objeto de pesquisa desse trabalho,

No M9, a palavra plástico aparece numa mesma questão, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS), na página 40. A questão

(figura 28) é interessante, pois trata de tipos de reciclagem e suas relações com fenômenos físicos ou químicos.

### Figura 37 – Questão da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS)

O plástico, material flexível, desempenha importante papel em nossas vidas. É muito utilizado em embalagens, mas também bastante encontrado em bens duráveis, como móveis, e não duráveis, como fraldas e copos. Devido ao tempo que leva para se decompor no meio ambiente, a sua reciclagem, quando possível, é imprescindível e pode envolver até quatro etapas.

Numere os parênteses, associando a etapa de reciclagem dos plásticos ao tipo de fenômeno observado.

1ª Coluna	2ª Coluna
1. Fenômeno químico.	( ) Reciclagem primária – trituração de plásticos.
	( ) Reciclagem secundária – separação dos plásticos pela densidade.
2. Fenômeno físico.	( ) Reciclagem terciária – pirólise dos plásticos.
	( ) Reciclagem quaternária – incineração dos plásticos.

A sequência correta é

- a) 2 – 2 – 1 – 1.
- b) 1 – 1 – 2 – 2.
- c) 1 – 2 – 1 – 2.
- d) 1 – 2 – 2 – 1.
- e) 2 – 1 – 2 – 1.

Fonte: Bernoulli (2022)

Na página 93, a palavra aparece mais uma vez com a ligação entre hidrocarbonetos, petróleo e plásticos, em uma questão da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Já na página 101, a palavra aparece mais uma vez mencionando o fato de que aldeídos podem ser matéria prima para a produção de plásticos. Em ambas as situações, tratam dos fatos de maneira generalizada sem abordar exemplos dessas funções nas respectivas contextualizações, se remetendo apenas a mera menção.

No módulo 2 das terceiras séries do ensino médio, identificado pelo código M10, a palavra plástico só aparece uma vez, na página 32, em uma questão do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSUL-RS), onde trata apenas do fato que o ácido fluorídrico deve ser armazenado em recipiente plástico porque tem a capacidade de corroer vidro.

Com o código de identificação M11, o terceiro módulo da terceira série apresenta 6 vezes a palavra plástico, todas em questões. Na página 6 a palavra “plástico” está presente em uma questão que menciona a amônia pode ser utilizada na produção de plásticos, questão do instituto federal sul de minas

(IFSMG), e em outra questão que o ácido clorídrico também pode produzir plástico, questão essa da Faculdade de Medicina de Petrópolis (FMP-MG).

Na página 15 ela aparece em uma questão da universidade federal de Santa Maria (UFSM-RS), de separação de misturas, perguntando qual o método de separação pode ser aplicado a uma mistura de ar com poeira gerada pela trituração de plásticos. E na página 18 reutiliza a questão do Enem que trata da utilização de materiais plásticos biodegradáveis, como o LCC, mencionada no M2.

Ainda no M11, a palavra aparece uma vez na página 100 e mais uma vez na página 106. Numa questão da Universidade Federal de Uberlândia (UFU-MG), a palavra aparece num contexto que indica que o propeno pode produzir plásticos, e na página 106 a palavra aparece numa questão da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS-RS), que trata da produção do “plástico verde”, produzido a partir do etileno que tem como origem o etanol, um combustível renovável (biocombustível), questão essa vista na figura a seguir:

### Figura 38 – Questão do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)

Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do enunciado abaixo.

O polietileno é obtido através da reação de polimerização do etileno, que, por sua vez, é proveniente do petróleo. Recentemente, foi inaugurada, no Polo Petroquímico do RS, uma planta para a produção de “plástico verde”. Nesse caso, o etileno usado na reação de polimerização é obtido a partir de etanol, uma fonte natural renovável, e não do petróleo. A reação de transformação do etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) em etileno ( $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ) é uma reação de \_\_\_\_\_.

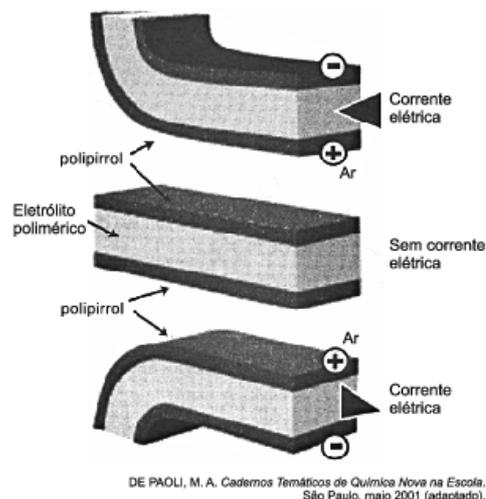
- a) substituição.
- b) adição.
- c) hidrólise
- d) eliminação
- e) oxidação

Fonte: Bernoulli (2022)

O M12 é o último módulo do ensino médio do sistema Bernoulli de ensino, e ele traz a palavra plástico no total de 11 vezes. Na página 24, uma questão do Enem trata do termo “plásticos inteligentes”, que estão presentes em músculos artificiais que se movimentam mecanicamente com a passagem de corrente elétrica por eles, como pode ser visto na figura a seguir:

### Figura 39 – Questão do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)

Músculos artificiais são dispositivos feitos com plásticos inteligentes que respondem a uma corrente elétrica com um movimento mecânico. A oxidação e redução de um polímero condutor criam cargas positivas e/ou negativas no material, que são compensadas com a inserção ou expulsão de cátions ou ânions. Por exemplo, na figura os filmes escuros são de polipirrol e o filme branco é de um eletrólito polimérico contendo um sal inorgânico. Quando o polipirrol sofre oxidação, há a inserção de ânions para compensar a carga positiva no polímero e o filme se expande. Na outra face do dispositivo o filme de polipirrol sofre redução, expulsando ânions, e o filme se contraí. Pela montagem, em sanduiche, o sistema todo se movimenta de forma harmônica, conforme mostrado na figura.



Fonte: Bernoulli (2022)

Essa contextualização pode ser um algo motivador, visto que aspectos tecnológicos podem ser contribuintes importantes na ideia de despertar a curiosidade dos estudantes a respeito das possibilidades que a ciência pode ter para o desenvolvimento de novos materiais e a importância dos plásticos, por exemplo, na sociedade, não somente pensando neles como meramente objetos descartáveis e causadores de problemas com o meio ambiente e a saúde.

Ainda nesse módulo, a palavra aparece 8 vezes no capítulo sobre polímeros, sendo 5 vezes em conteúdo e 3 vezes em questões. No conteúdo ele aparece 2 vezes na página 95, explicando o termo termoplásticos, que são plásticos que não perdem suas propriedades ao amolecerem devido a aquecimento. Nas páginas 96 e 97 ele fala dos plásticos PVC e BUNA, respectivamente, falando do tubo de plástico que o PVC pode fabricar, utilizado em rede elétrica e de esgoto, e o Buna-S ou SBR, material plástico de alta elasticidade denominado elastômero. Já na página 98, ele sugere um vídeo de formação de termoplásticos presentes na sua plataforma denominada Bernoulli Play, bem como suas aplicações e propriedades físicas. O acesso a esse vídeo

pode ser feito através de um hiperlink, pelo e-book, como mostra a figura a seguir:

**Figura 40 – Hiperlink que acessa o vídeo “formação de polímeros”**



Fonte: Bernoulli (2022)

As outras 3 palavras que aparecem nesse capítulo, estão cada uma em questão distinta, sendo uma na página 99, uma questão da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM-MG), que aborda que os plásticos ou polímeros são materiais do cotidiano, outra na página 101, questão da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp-SP), que trata da relação dos plásticos com questões ambientais como algo antigo e sugere, como antes já visto na coleção de livros do ensino médio desse sistema de ensino, como proposta para resolver esse problema a reciclagem energética. Já na página 102, a palavra aparece numa questão da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), abordando mais uma vez o termo termoplástico, com uma parte da fórmula do polímero acrilonitrila butadieno estireno (ABS), agora em uma questão, como mostra a figura a seguir:

### Figura 41 – Questão da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

10. (UFSC) O ABS (fórmula estrutural a seguir) é um termoplástico formado por três monômeros: acrilonitrila (A), but-1,3-dieno (B) e estireno (S: *styrene*). A combinação dos três componentes confere ao ABS propriedades como elevada resistência térmica, elétrica e mecânica. Dentre as aplicações, podem ser citadas a utilização em painéis de automóveis, em aparelhos de telefone e em teclados de computador.

$$\left( \text{CH}_2 - \underset{\text{CN}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} - \text{CH}_2 \right)_n$$

Fórmula estrutural do ABS

De acordo com as informações anteriores, assinale a(s) proposição(ões) correta(s).

01. O monômero estireno é obtido a partir do vinilbenzeno.  
 02. No monômero B há dois átomos de carbono com hibridização  $sp^3$ .  
 04. A acrilonitrila presente no ABS resulta da reação entre etino e cianeto de hidrogênio.  
 08. Na obtenção do ABS ocorre eliminação de cianeto de hidrogênio.  
 16. O ABS pode ser fundido por aquecimento e moldado após resfriamento.  
 32. Na obtenção do ABS são empregadas matérias-primas biodegradáveis.

Soma ( )

Fonte: Bernoulli (2022)

As últimas duas palavras encontradas no M12, estão em uma mesma questão, no último capítulo do módulo que trata de Química ambiental. Essa questão, na página 134, é do Enem, e aborda novamente o termo “plástico verde”, aqui já antes mencionado, e pergunta qual a vantagem de ele ser utilizado. Essa questão pode ser analisada na figura a seguir:

### Figura 42 – Questão do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)

(Enem-2017) O polietileno é formado pela polimerização do eteno, sendo usualmente obtido pelo craqueamento da nafta, uma fração do petróleo. O “plástico verde” é um polímero produzido a partir da cana-de-açúcar, da qual se obtém o etanol, que é desidratado a eteno, e este é empregado para a produção do polietileno. A degradação do polietileno produz gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), cujo aumento da concentração na atmosfera contribui para o efeito estufa.

Qual é a vantagem de se utilizar eteno da cana-de-açúcar para produzir plástico?

- A) As fontes utilizadas são renováveis.
- B) Os produtos gerados são biodegradáveis.
- C) Os produtos gerados são de melhor qualidade.
- D) Os gases gerados na decomposição estão em menor quantidade.
- E) Os gases gerados na decomposição são menos agressivos ao ambiente.

Fonte: Bernoulli (2022)

Uma observação importante acerca da quantidade de palavra plásticos na coleção de ensino médio do sistema Bernoulli, é que ela aparece 38 vezes em questões, do total de 62 palavras, ou seja, maioria das vezes. Isso também é considerando como algo negativo, visto que o sistema de ensino tem uma política de troca de questões dos seus módulos, visando atualização, mas que

na verdade essa troca ocorre a fim de mudar o material ano após ano, já que é considerado um material consumível e com isso evita a compra de material usado por seus consumidores. Essa troca de questões também deixa em aberto a possibilidade do mesmo estudante poder ter mais ou menos palavras plásticas em seu material ao longo do seu trajeto no ensino médio.

Vale destacar que se não fosse o contexto abordado em questões que foram aqui discutidas, destacando as questões do Enem como exemplo, o material seria ainda mais pobre na abordagem desse tema e no quesito de desenvolvimentos de competências e habilidades propostas como objetivos nas novas metodologias de ensino.

Importante salientar que não se encontra a definição de plásticos em nenhum momento durante toda a coleção do ensino médio do sistema Bernoulli. Nem tão pouco se preocupa em discutir o tema a fim de trazer profundidade sobre esse conhecimento, como aspectos relacionados a tecnologia, meio ambiente, sociedade e ciência.

Trata do tema de forma superficial, como se fosse algo que a palavra não necessita de significado nem explicação mais detalhada e diversificada, batendo apenas na boa e velha tecla da presença dele no lixo e a necessidade de coleta seletiva e reciclagem, aspectos que mais se encontra a palavra plástico nesse material. Não que isso seja ruim, mas diante de tantas necessidades acerca do tema, mesmo diante do fato de ser uma substância muito presente no cotidiano das pessoas, tanto para o bem quanto para o mal, ser tratado como mais uma abordagem em poucas e repetidas vezes, do ponto de vista do contexto que ela poderia estar presente, pelo sistema.

Outra questão é o fato de que o material tem, como estratégia de ensino, grande potencial no que ele de fato é proposto a fazer, que é preparar seus estudantes para diversos tipos de vestibulares, mas no quesito aprendizagem significativa, ideia de aprendizagem vista como importante e proposta por esse trabalho, ele fica devendo em vários aspectos na busca dessa aprendizagem.

Importante também enfatizar a importância da análise, preparação e construção do planejamento do professor, que mesmo diante de um material que traz tantos recursos tecnológicos, além de orientar em como deve ser a

ministrada toda a sequência de assuntos de acordo com o que está exposto nos manuais do professor disponibilizados pelo sistema Bernoulli, tem a capacidade de perceber que os conceitos e fórmulas da química vão além de mera reprodução e que são extremamente importantes para a vida dos estudantes.

## **7 PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)**

A proposta da sequência didática tem como finalidade planejar a aula com o tema plásticos, a fim de tornar mais eficiente o processo de ensino-aprendizagem diversificado, ampliando e aprofundando os conhecimentos acerca do tema. Tem como finalidade também criar uma trilha onde os discentes terão a possibilidade de construir e fortalecer o conhecimento ao longo do percurso.

### **7.1 Justificando a proposta: dos plásticos como tema no Ensino de Química**

A proposta tem como justificativa o planejamento de aula, na forma de Sequência Didática (SD), como produto educacional, que agregue recursos com o propósito de sequenciar o tema plásticos de maneira construtiva a aprendizagem, e colabore na formação de um cidadão crítico, reflexivo e atuante na sociedade na qual ele está inserido, tomando atitudes e executando ações que lhe tragam benefício e contribuição no seu meio social.

Esse produto educacional tem como tema: “Plásticos: um tema que liga a Química ao cotidiano”, trazendo conteúdos químicos dentro de uma dentro de uma organização que junta recursos tecnológicos, textos científicos, atividade de pesquisa, resolução de questionários e debates acerca do tema.

### **7.2 SD: atividades de contextualização e problematização na temática plásticos**

A sequência didática consiste em uma proposta metodológica que auxilia os professores da área de ciências da natureza, em particular na disciplina de Química, em preparar um plano de aula que consiste agregar instrumentos e ações que o auxiliem em uma aprendizagem significativa, colocando o aluno no centro do processo ensino-aprendizagem. Apesar de ser voltada a Química, a proposta abre possibilidades para ser trabalhada em conjunto com as outras disciplinas de ciências da natureza (Biologia e Física) e também em outras áreas do conhecimento, como linguagens (interpretação textual e redação), ciências

humanas (História, Geografia, Filosofia e Sociologia) e também na matemática (BERTON et al., 2020).

**Quadro 1 – Sequência Didática**

<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b>	
<b>ASSUNTO – PLÁSTICOS COMO TEMA NO ENSINO MÉDIO</b>	
<b>INFORMAÇÕES DA TURMA</b>	
<b>Nível de Ensino</b>	ENSINO MÉDIO
<b>Série/Turma</b>	2º ANOS
<b>DESCRIÇÃO DA AULA</b>	
<b>Assunto</b>	PLÁSTICOS UM TEMA QUE LIGA A QUÍMICA AO COTIDIANO
<b>Objetivos</b>	<p><b>OBJETIVO GERAL</b></p> <p>Utilizar o tema plástico para uma aprendizagem significativo que relacione o cotidiano dos discentes e o letramento científico necessário para seu entendimento.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Entender onde essas substâncias estão inseridas no cotidiano;</li> <li>● Mostrar a importância desse conteúdo onde sua abordagem pode englobar ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA);</li> <li>● Mostrar como historicamente existe a necessidade da utilização desses materiais, para a não degradação da natureza e desenvolvimento de novos materiais tecnológicos e biodegradáveis;</li> <li>● Conscientizar sobre o uso e descarte correto desse tipo de material;</li> <li>● Entender a necessidade do estudo das polimerizações, no que diz respeito a produção de materiais que não sejam prejudiciais a sociedade e meio ambiente;</li> <li>● Reconhecer as estruturas de diversos tipos de polímeros naturais e artificiais;</li> <li>● Utilizar experimentos com caráter investigativo a fim de entender melhor a utilização e composição desses materiais;</li> <li>● Obter competências e habilidades que ajudam identificar e caracterizar esses materiais por diferentes tipos de leituras (nomenclaturas, estruturas, reações etc).</li> </ul>

<b>Conteúdos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● POLÍMEROS;</li> <li>● FUNÇÕES ORGÂNICAS;</li> <li>● FORÇAS INTERMOLECULARES;</li> <li>● NOMENCLATURAS;</li> <li>● REAÇÕES ORGÂNICAS;</li> <li>● QUÍMICA E MEIO AMBIENTE.</li> </ul>
<b>Duração</b>	150 minutos (3 aulas)
<b>Procedimentos metodológicos</b>	<p>Aula expositiva e dialogadas, com utilização recursos diversos como artigos científicos, recursos tecnológicos, desenvolvimento de trabalhos e atividades.</p> <p><b>DESENVOLVIMENTO</b></p> <p><b>AULA 1:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>1º MOMENTO:</b> Aplicação de questionário que trata de conhecimentos prévios sobre o tema plásticos.</li> </ul> <p><b>QUESTIONÁRIO - CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE O TEMA</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Na sua rotina diária você faz uso de plásticos? Cite alguns exemplos.</li> <li>2. Você consegue distinguir materiais usuais no seu dia-a-dia que são feitos de plástico?</li> <li>3. Qual o benefício de seu uso?</li> <li>4. E qual o problema que pode causar?</li> <li>5. Numa escala de 0 a 10, quanto de plástico existe no resíduo sólido da sua residência?</li> <li>6. Você utiliza a coleta seletiva para os resíduos sólidos gerados na sua residência?</li> <li>7. Você consegue compreender a importância da separação e coleta seletiva do resíduo sólido (lixo)?</li> <li>8. Você consegue distinguir diferença nos tipos de plástico que se encontram em seu cotidiano?</li> <li>9. Você consegue distinguir diferenças nas propriedades de diferentes tipos de plásticos?</li> <li>10. Cite três possíveis diferenças acerca das propriedades físicas dos plásticos?</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>2º MOMENTO:</b> Assistir o vídeo “processo de reciclagem do plástico – o vilão do meio ambiente”, disponível no Youtube. Após assistir o vídeo, revisar o questionário aplicado anteriormente, a fim de corrigir possíveis respostas erradas ou</li> </ul>

complementar respostas que na opinião dos alunos estão incompletas.

O vídeo pode ser acessado pelo link ou código QR disponível a seguir:



<https://youtu.be/hwxIoW3cj4U>

- **3º MOMENTO:** Para atividade de casa, a leitura prévia de um texto científico com o tema “Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos”, que será utilizado na aula 2.

O artigo em pdf pode ser acessado pelo link ou código QR disponível a seguir:



<http://qnesc.sbj.org.br/online/qnesc22/a03.pdf>

## AULA 2:

- **1º MOMENTO:** Discussão sobre o texto que foi indicado como atividade para casa, na forma de leitura prévia, com o intuito de direcionar o estudo mais específico dos tipos de plásticos, suas estruturas e evolução sintética. Discutir também com os estudantes a diferença entre degradação e Biodegradação dos plásticos e quais as vantagens da Biodegradação.
- **2º MOMENTO:** Realizar uma pesquisa em sala de aula, pelos smartphones dos alunos, ou no laboratório de informática da escola, se existir, sobre estruturas de polímeros. Além da estrutura encontrada no texto científico trabalhado, para aumentar o repertório de conhecimentos de outras estruturas de plásticos. Para nortear essa pesquisa, serão utilizadas as seguintes perguntas, não podendo coletar nenhuma estrutura repetida:
  1. Estrutura de um plástico importante na história da humanidade;
  2. Estrutura de um plástico utilizado na construção civil;
  3. Estrutura de um plástico utilizado para a fabricação de roupas;
  4. Estrutura de um plástico leve e resistente;
  5. Estrutura de um plástico que suporte grandes temperaturas;



**AULA 3:**

- **1º MOMENTO:** Com todos os conhecimentos desenvolvidos durante o percurso trilhado por essa sequência didática, resolver, na forma de atividade para a sala, 5 questões do exame nacional do ensino médio (Enem) que tratam do tema plásticos. As questões foram selecionadas de 3 modalidades distintas do Enem.

**LISTA DE EXERCÍCIOS – ENEM**

1. (Enem (Libras) 2017) O polietileno é formado pela polimerização do eteno, sendo usualmente obtido pelo craqueamento da nafta, uma fração do petróleo. O “plástico verde” é um polímero produzido a partir da cana-de-açúcar, da qual se obtém o etanol, que é desidratado a eteno, e este é empregado para a produção do polietileno. A degradação do polietileno produz gás carbônico (CO<sub>2</sub>), cujo aumento da concentração na atmosfera contribui para o efeito estufa.

Qual a vantagem de se utilizar eteno da cana-de-açúcar para produzir plástico?

- a) As fontes utilizadas são renováveis.
- b) Os produtos gerados são biodegradáveis.
- c) Os produtos gerados são de melhor qualidade.
- d) Os gases gerados na decomposição estão em menor quantidade.
- e) Os gases gerados na decomposição são menos agressivos ao ambiente.

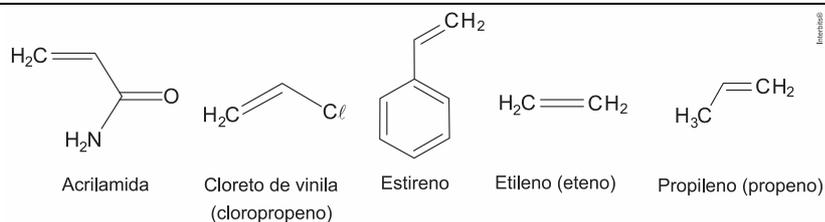
2. (Enem PPL 2013) Garrafas PET (politereftalato de etileno) têm sido utilizadas em mangues, onde as larvas de ostras e de mariscos, geradas na reprodução dessas espécies, aderem ao plástico. As garrafas são retiradas do manguê, limpas daquilo que não interessa e colocadas nas “fazendas” de criação, no mar.

GALEMBECK, F. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 47, n. 280, abr. 2011 (adaptado).

Nessa aplicação, o uso do PET é vantajoso, pois

- a) diminui o consumo de garrafas plásticas.
- b) possui resistência mecânica e alta densidade.
- c) decompõe-se para formar petróleo a longo prazo.
- d) é resistente ao sol, à água salobra, a fungos e bactérias.
- e) é biodegradável e poroso, auxiliando na aderência de larvas e mariscos.

3. (Enem PPL 2017) Os polímeros são materiais amplamente utilizadas na sociedade moderna, alguns deles na fabricação de embalagens e filmes plásticos, por exemplo. Na figura estão relacionadas as estruturas de alguns monômeros usados na produção de polímeros de adição comuns.



Dentre os homopolímeros formados a partir dos monômeros da figura, aquele que apresenta solubilidade em água é

- polietileno.
- poliestireno.
- polipropileno.
- poliacrilamida.
- policloreto de vinila.

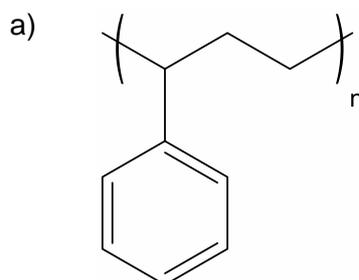
4. (Enem 2014) Alguns materiais poliméricos não podem ser utilizados para a produção de certos artefatos, seja por limitações das propriedades mecânicas, seja pela facilidade com que sofrem degradação, gerando subprodutos indesejáveis para aquela aplicação. Torna-se importante, então, a fiscalização, para determinar a natureza do polímero utilizado na fabricação do artefato. Um dos métodos possíveis baseia-se na decomposição do polímero para a geração dos monômeros que lhe deram origem.

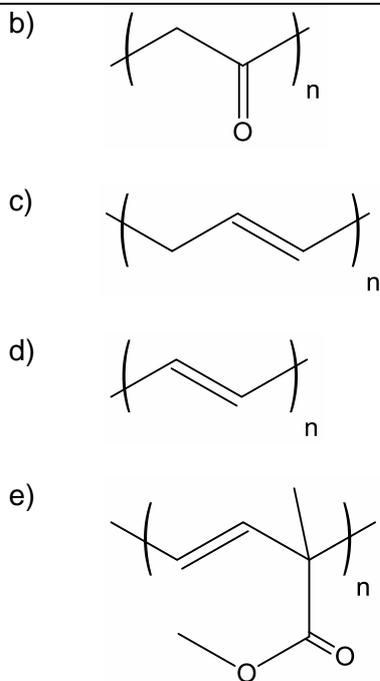
A decomposição controlada de um artefato gerou a diamina  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$  e o diácido  $\text{HO}_2\text{C}(\text{CH}_2)_4\text{CO}_2\text{H}$ . Logo, o artefato era feito de

- poliéster.
- poliamida.
- polietileno.
- poliacrilato.
- polipropileno.

5. (Enem 2021) O Prêmio Nobel de Química de 2000 deveu-se à descoberta e ao desenvolvimento de polímeros condutores. Esses materiais têm ampla aplicação em novos dispositivos eletroluminescentes (LEDs), células fotovoltaicas etc. Uma propriedade-chave de um polímero condutor é a presença de ligações duplas conjugadas ao longo da cadeia principal do polímero.

ROCHA FILHO, R C. Polímeros condutores: descoberta e aplicações. *Química Nova na Escola*. n. 12, 2000 (adaptado). Um exemplo desse polímero é representado pela estrutura





- **2º MOMENTO:** Elaboração de um mapa conceitual, em caráter avaliativo, sobre o que aprenderam em relação a temática plásticos durante o período.
- **3º MOMENTO:** Como trabalho avaliativo para casa, recomenda-se a criação de um produto que seja disponibilizado nas mídias digitais, como vídeo informativo disponibilizado pelo youtube, instagram ou tiktok com um caráter educativo e informativo sobre a importância dessa temática. Para estruturar esse trabalho, o arquivo de mídia deve conter os seguintes elementos em seu conteúdo:
  - O que são os plásticos e quais os principais tipos no cotidiano?
  - Plásticos na sociedade: problema ou solução?;
  - Importância da coleta seletiva do lixo;
  - Símbolos de reciclagem dos diferentes tipos de plásticos;
  - Diferença entre degradação e Biodegradação;
  - Ilustração de um problema ambiental do meio social dos estudantes;
  - Ilustração de um benefício do uso dos plásticos no meio social dos estudantes;
  - Criatividade e organização

**Recursos didáticos**

- Quadro branco e pincel;
- Computador/notebook;
- Smartphones;
- Projetor multimídia;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Papel quadriculado A4.</li> </ul>
<b>Avaliação</b>	<p>Lista de exercícios, construção de um mapa mental, desenvolvimento de material para mídias digitais (Instagram, Tiktok, Youtube etc.)</p>
<b>Bibliografia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Livro: Química 3 - Martha Reis – editora ática.</li> <li>● Livro: Química volume 3 – Química orgânica – Ricardo Feltre – editora moderna</li> <li>● Artigo: plásticos sintéticos</li> <li>● Artigo: plásticos inteligentes</li> <li>● Artigo: plásticos – molde você mesmo</li> <li>● Artigo: A importância das propriedades físicas dos polímeros na reciclagem</li> <li>● Artigo: plásticos biodegradáveis – uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos</li> <li>● Artigo: Reconhecendo o PET</li> <li>● Artigo: O tênis nosso de cada dia.</li> <li>● Site: <a href="https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2022/04/25/mais-de-80-kg-de-lixo-sao-retirados-da-praia-de-cruz-das-almas-em-maceio-em-24-horas.ghtml">https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2022/04/25/mais-de-80-kg-de-lixo-sao-retirados-da-praia-de-cruz-das-almas-em-maceio-em-24-horas.ghtml</a></li> <li>● Site: <a href="https://maceio.al.gov.br/noticias/seminfra/infraestrutura-retira-25-toneladas-de-residuos-solidos-em-bocas-de-lobo-na-av-fernandes-lima">https://maceio.al.gov.br/noticias/seminfra/infraestrutura-retira-25-toneladas-de-residuos-solidos-em-bocas-de-lobo-na-av-fernandes-lima</a></li> <li>● Site: <a href="https://www.tnh1.com.br/noticia/nid/prefeitura-retira-120-toneladas-de-residuos-do-canal-do-papodromo/">https://www.tnh1.com.br/noticia/nid/prefeitura-retira-120-toneladas-de-residuos-do-canal-do-papodromo/</a></li> <li>● Site: <a href="https://www.tnh1.com.br/noticia/nid/prefeitura-retira-120-toneladas-de-residuos-do-canal-do-papodromo/">https://www.tnh1.com.br/noticia/nid/prefeitura-retira-120-toneladas-de-residuos-do-canal-do-papodromo/</a></li> <li>● Site: <a href="https://bluevisionbraskem.com/inteligencia/os-novos-tipos-de-plastico-que-podem-revolucionar-a-industria/">https://bluevisionbraskem.com/inteligencia/os-novos-tipos-de-plastico-que-podem-revolucionar-a-industria/</a></li> <li>● Site: <a href="https://epocanegocios.globo.com/Sustentabilidade/noticia/2020/09/empresa-cria-tecnologia-capaz-de-reciclar-plasticos-ate-entao-irreciclavéis.html">https://epocanegocios.globo.com/Sustentabilidade/noticia/2020/09/empresa-cria-tecnologia-capaz-de-reciclar-plasticos-ate-entao-irreciclavéis.html</a></li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, com este trabalho de pesquisa foi possível chegar à conclusão de que a utilização dos plásticos é importante, visto que o desenvolvimento tecnológico depende da utilização e desenvolvimento desses materiais, porém lembrando da importância do uso consciente dos mesmos com relação ao uso e descarte correto, por isso a necessidade de estratégias de educação como a política dos 5 R's.

Importante também destacar o papel do ensino de química na construção de um cidadão crítico e reflexivo, a fim dele ser participativo nas questões acerca de situações cotidianas que relacionem os plásticos, tanto do ponto de vista de entendimento como também capaz de solucionar problemas.

A contextualização é uma estratégia de abordagem importante diante das várias possibilidades que o tema pode ser abordado, e com tudo, possibilidade de integrar conhecimentos distintos e efetivos, contribuindo para aspectos que desenvolvem uma aprendizagem significativa.

Os recursos presentes nos módulos do sistema Bernoulli tem potencialidade construtiva para abordagem dessa temática, já que são diversos os mecanismos que o sistema utiliza como recursos de aprendizagem, mesmo verificando que a recorrência do tema ao longo do material analisado não seja satisfatória, tendo em vista que os estudantes precisam ser preparados para a vida, além de preparados para o vestibular.

Por fim, a importância do planejamento do professor com uma proposta didática, que com uma boa escolha dos recursos disponibilizados para a construção da aprendizagem, possa levar os estudantes a ter a capacidade de praticar cidadania com conhecimentos químicos, ou até mesmo possa dar aos estudantes a possibilidade de com esses conhecimentos trilhar caminhos que no futuro possam leva-lo ao mercado de trabalho.

## REFERÊNCIAS

- AOKI, V. L. M. et al. **Ser Protagonista Ciências da Natureza e suas Tecnologias**: composição e estrutura dos corpos. São Paulo: SM Educação, 2020.
- BERNOULLI. **Sistema Bernoulli de Ensino**. Meu Bernoulli. 2022. Disponível em: <https://meu.bernoulli.com.br/unidadesAprendizagem/listar/12>. Acesso em: 21 nov. 2022.
- BERTON, S. B. R. et al. Sequência didática para a promoção de estudo prático e multidisciplinar com materiais acessíveis. **Química Nova**, São Paulo, v. 43, n. 5, p. 649-655, maio 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/historico/>. Acesso em: 15 jan. 2022.
- BRITTO, T. F. de. **O livro didático, o mercado editorial e os sistemas apostilados**. [S. l.: s. n.], 2011. (Textos para Discussão, 92).
- BUGATTI, C. et al. Microplásticos e Nanoplásticos e sua consagração na saúde humana: uma revisão da literatura. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 1-11, 2023.
- BULGRAEN, V. L. O papel do professor e sua mediação nos processos de elaboração do conhecimento. **Revista Conteúdo**, [S. l.], Capivari, v.1, n.4, ago./dez. 2010.
- CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M. dos; CLARO NETO, S. Biodegradação: uma alternativa para minimizar os efeitos causados pelos resíduos plásticos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, p. 17-21, 2005.
- CANTO, E. L. do; PERUZZO, T. M. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006. (v. 1).
- COSTA, S. R. S.; DUQUEVIZ, B. C.; PEDROZA, R. L. S. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 603-610, set./dez. 2015.
- CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.
- FELTRE, R. **Química Orgânica**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. (v. 3).
- FRANÇA, D. et al. As faces do plástico: uma proposta de aula sobre sustentabilidade. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 277-286, ago. 2022.

FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros biodegradáveis: uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. **Química Nova**, [S. l.], v. 29, n. 4, p. 811-816, 2006.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

MARCONDES, R.; SILVA, D. V. da. O Livro Didático de Química, as LDB's e o PND: quais suas relações?. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 4-38, 2022.

MONTEIRO, B. de S. et al. Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 17., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SBIE, 2006.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortês; Brasília: Unesco, 2000.

PAIVA, M. M. P. C.; FONSECA, A. M. da; COLARES, R. P. Estratégias didáticas potencializadoras no ensino e aprendizagem de química. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade**, [S. l.], v. 3, n. 7, p. 1-25, jan./mar. 2022.

PARRIÃO, G. B. L. Possibilidades e perspectivas do uso das mídias sociais digitais nos processos de ensino-aprendizagem. **Periódico Científico Projeção e Docência**, [S. l.], v. 6, n. 2, 2015.

PEREIRA, R. C. C., MACHADO, A. H; SILVA, G. G., (Re) Conhecendo o pet. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 15, p. 3-5, 2002.

REIS, M. **Química: ensino médio**. São Paulo: Ática, 2013. (v. 3).

SANTOS, A. S.; SILVA, G. G. O Tênis Nosso de Cada Dia. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 67-75, maio 2009.

SANTOS, W. L. P. dos et. al. Química e sociedade: Uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 20, p. 11 – 14, nov. 2004.

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, dez. 2002.

SILVA, C. G. da. A Importância do Uso das TICs Na Educação. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [S. l.], ano 3, ed. 8, v. 16, p. 49-59, ago. 2018.

SOUZA, A. B. de et al. Plástico no Mar: polímeros à deriva!. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 320-329, ago. 2022.

SPINACÉ, M. A. da S.; DE PAOLI, M. A. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Química Nova**, [S. l.], v. 28, n. 1, p 65-72, 2005.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **QUÍMICA**: volume único. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

WAN, E., GALEMBECK, E.; GALEMBECK, F. Polímeros sintéticos. **Química Nova na Escola**, Edição Especial, São Paulo, p. 5-8, maio 2001.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. da; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 84-91, maio 2013.

WARTHA, E.J.; FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de química através do livro didático. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, p.42-47, nov. 2005.