

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

ADRIANA MARMELO ARRUDA

**ELABORAÇÃO DE UM MATERIAL PARADIDÁTICO PARA
DISCUTIR O CONTEÚDO DE POLÍMEROS NO ENSINO MÉDIO:
EM FOCO A INTERDISCIPLINARIDADE E A CONTEXTUALIZAÇÃO
NO ENSINO DE QUÍMICA**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

ADRIANA MARMELO ARRUDA

**ELABORAÇÃO DE UM MATERIAL PARADIDÁTICO PARA
DISCUTIR O CONTEÚDO DE POLÍMEROS NO ENSINO MÉDIO:
EM FOCO A INTERDISCIPLINARIDADE E A CONTEXTUALIZAÇÃO
NO ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Deusanilde de Jesus Silva

Coorientador: Vinícius Catão de Assis Souza

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

A779e
2020
Arruda, Adriana Marmelo, 1987-
Elaboração de um material paradidático para discutir o
conteúdo de polímeros no Ensino Médio : em foco a
interdisciplinaridade e a contextualização no Ensino de Química
/ Adriana Marmelo Arruda. – Viçosa, MG, 2020.
106 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Deusanilde de Jesus Silva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Polímeros - Estudo e ensino. 2. Ensino - Meios
auxiliares. 3. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na
educação. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Química. Programa de Pós-Graduação em Química. II. Título.

CDD 22. ed. 547.7


ADRIANA MARMELO ARRUDA

ELABORAÇÃO DE UM MATERIAL PARADIDÁTICO PARA
DISCUTIR O CONTEÚDO DE POLÍMEROS NO ENSINO MÉDIO:
EM FOCO A INTERDISCIPLINARIDADE E A CONTEXTUALIZAÇÃO
NO ENSINO DE QUÍMICA

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Viçosa como parte das exigências do
Programa de Mestrado Profissional em Química
em Rede Nacional (PROFQUI), para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.


APROVADA: 22 de agosto de 2020.

Assentimento:



Adriana Marmelo Arruda

Autora



Deusanilde de Jesus Silva

Orientadora

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me dado força e perseverança durante toda a minha vida, iluminando meus caminhos e providenciando pessoas que sempre estiveram dispostas a me ajudar.

Ao meu esposo, Wesley, que sempre me apoiou, sendo compreensivo e paciente em todos os momentos desta pesquisa.

Agradeço à minha família, em especial meus pais, Salvador e Célia Regina, meu irmão Vitor e meu primo Juliano, que me deram suporte e carinho nos momentos difíceis desta caminhada.

A minha orientadora, professora Deusanilde Silva, e o meu coorientador, professor Vinícius Catão. Saibam que minha admiração pelos senhores é imensa. Não tenho palavras para agradecê-los por tudo que fizeram por mim. O meu sonho só foi possível de ser concretizado pelo empenho, dedicação, carinho e solicitude que sempre demonstraram a mim. Saibam que sempre serão lembrados e, com certeza, compartilharei com meus alunos todos os ensinamentos adquiridos nesta etapa acadêmica.

Aos professores do PROFQUI-UFV, que se dispuseram a estar conosco aos sábados compartilhando seus conhecimentos sempre com muito empenho e dedicação, sendo grande fonte de inspiração.

Agradeço, de forma especial, ao professor e ex-coordenador do PROFQUI-UFV Efraim Lázaro Reis, pelo profissionalismo, zelo e carinho com que tratava a todos do curso.

Aos meus amigos do PROFQUI, em especial Lelise e Sabrina, por todo apoio e companheirismo. Esta jornada só foi possível pela parceria incondicional de vocês.

Agradeço à UFV, pela disponibilização e manutenção deste Programa de Pós-graduação. Meus agradecimentos também à professora e coordenadora Regina Simplício Carvalho, por toda dedicação ao Curso.

Agradeço também à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa concedida que viabilizou meus estudos, tornando possível a realização deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que a realização do Mestrado fosse uma experiência enriquecedora e valiosa para a minha vida, em especial aos meus amigos Jocilaine, Laudilane e Tadeu, pelas palavras de motivação e incentivo constantes.

"Vamos lutar pelo impossível. Lembrem-se de que as grandes conquistas ao longo da história tem sido aquelas que pareciam impossíveis."

Charles Chaplin (1942, tradução nossa)

RESUMO

ARRUDA, Adriana Marmelo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2020. **Elaboração de um material paradidático para discutir o conteúdo de Polímeros no Ensino Médio: em foco a interdisciplinaridade e a contextualização no Ensino de Química.** Orientadora: Deusanilde de Jesus Silva. Coorientador: Vinícius Catão de Assis Souza.

A Química é uma Ciência que estuda a matéria e suas transformações, possibilitando obter novos materiais que contribuem para o desenvolvimento da sociedade. O estudo dessa Ciência é marcado pela abstração conceitual e, para a sua melhor compreensão, é necessário entender os três níveis representacionais associados a ela: o macroscópico, o submicroscópico e o simbólico. A articulação pelo professor do conhecimento entre esses três níveis pode contribuir para que os alunos atribuam sentido à Química. Assim, este trabalho objetivou elaborar um material paradidático que buscou discutir os Polímeros, contextualizando o assunto com questões relacionadas à Química Ambiental, de modo a considerar os três níveis representacionais. Isso foi feito por meio de uma pesquisa com abordagem qualitativa e classificada, quanto aos procedimentos, como bibliográfica. A produção do material atendeu as demandas presentes nos documentos oficiais que norteiam a Educação, destacando a importância de um ensino contextual e que se contrapõe à relação de transmissão-recepção de informações. O material foi dividido em seis capítulos, de modo a evidenciar as principais características químicas dos Polímeros e suas aplicações na sociedade. Outros pontos que respaldaram a sua elaboração foi a importância da Alfabetização Científica, das discussões sobre formação cidadã e da Interdisciplinaridade, sendo possível fomentar um efetivo diálogo entre as disciplinas e permitindo maior interação com as diferentes culturas e as distintas experiências socioculturais que perpassam a Escola. Tudo isso pode favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico em relação ao mundo que nos cerca e o maior interesse dos alunos pela Ciência. Por fim, é importante destacar que a partir da aplicação deste material paradidático na Escola, será possível avaliar a sua proposta formativa e implementar os devidos ajustes nela, de modo a aprimorá-la ainda mais. Esta etapa não foi realizada neste trabalho, mas entendemos que se faz necessária com uma pesquisa futura para verificar junto aos alunos os pontos que necessitam ser aprimorados no material.

Palavras-chave: Material paradidático. Polímeros. Interdisciplinaridade. Contextualização.

ABSTRACT

ARRUDA, Adriana Marmelo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2020. **Production of a supplementary teaching material to discuss the Polymers issue in High School: highlighting the interdisciplinarity and contextualization approach in Chemistry Education.** Adviser: Deusanilde de Jesus Silva. Co-adviser: Vinícius Catão de Assis Souza.

Chemistry is a Science that study the matter and its transformations, making it possible to obtain new materials that contribute to the society development. The conceptual Chemistry is based in abstraction relations. For its better conceptual comprehension, it is necessary to understand the three representational levels associated to the Chemistry: macroscopic, submicroscopic and symbolic. The knowledge articulation by teacher considering these three levels can contribute to Chemistry meaning making in the classroom. Thus, this research aimed to elaborate a supplementary teaching text that sought to discuss Polymers, contextualizing the subject with issues related to Environmental Chemistry, in order to consider the three representational levels. This was done through with a qualitative research, classified as a bibliographic approach. The production of the supplementary teaching text met the demands present in the Brazilian documents that guide Education, highlighting the importance of the contextual education and which opposes the relationship of knowledge transmission-reception. The supplementary teaching text was divided into six chapters, in order to highlight the main chemical characteristics of Polymers and their applications in the society. Other points that supported its elaboration were the importance of Scientific Literacy, discussions about citizen development and Interdisciplinarity, making it possible to foster an effective dialogue among disciplines and allowing greater interaction with different socio-cultural experiences present in the School. All of this can favor the development of critical thinking in relation to our life and the greater interest of students in Science. Finally, it is important to highlight that, from the application of this supplementary teaching text in the High School, it will be possible to evaluate its formative proposal and implement the necessary adjustments in it, in order to further improve it. This step was not carried out in this academic production, but we understand that it is necessary with future research to verify in the classroom interactions the points that need to be improved in the supplementary text about Polymers.

Keywords: Supplementary teaching text. Polymers. Interdisciplinarity. Contextualization.

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

CECIERJ: Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro

CEDERJ: Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro

CTS: Ciência, Tecnologia e Sociedade

DCNEM: Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio

ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Caminhos percorridos para construção do objeto de pesquisa	9
1.2 Delineando o contexto do trabalho: temática de estudo e questão de pesquisa	11
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Um breve olhar sobre o Ensino de Ciências/Química no Brasil desde 1950 até a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	16
3.2 Alfabetização Científica no Ensino de Ciências	19
3.3 Utilização da abordagem CTS no ensino de Polímeros com ênfase na formação cidadã.....	20
3.4 Importância da interdisciplinaridade para a integração do currículo escolar .	22
3.5 Recursos instrucionais usados no ensino de Ciências: em foco os livros (para)didáticos	25
4 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA E DISCUSSÃO DO MATERIAL PRODUZIDO	28
4.1 Caracterização da pesquisa	28
4.2 Apontamentos sobre o material produzido: breve apresentação da proposta de ensino	28
5 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DO TRABALHO PARA O ENSINO DE QUÍMICA	31
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL	38

1 INTRODUÇÃO

1.1 Caminhos percorridos para construção do objeto de pesquisa

Minha trajetória escolar sempre foi direcionada para a profissão que exerço hoje: professora. Não foi por falta de opção, mas por convicção, que a escolhi, desde que estudava no Ensino Fundamental I do Colégio Estadual Deputado Salim Simão, no município de Santo Antônio de Pádua - RJ. Nesta Escola eu cursei da Educação Infantil até a 3ª Série (hoje 2º Ano) do Ensino Fundamental. Depois, após ganhar uma bolsa de estudos, segui para o Instituto de Educação Santo Antônio (IESA), onde concluí o Ensino Fundamental I e II, uma vez que na época, a Escola não tinha o Ensino Médio. Assim, ao finalizar esta etapa me matriculei no Curso Normal¹. Nunca me preocupei com qual matéria iria lecionar. Gostava de todas. O importante era ser professora. Dessa maneira, estudei durante quatro anos no Ciep² Brizolão 469 Anaíde Panaro Caldas. Nesse período, o Curso tinha a duração de quatro anos. Atualmente, tem modalidade integral e conclusão em três anos. Antes de concluir o Ensino Médio, minha antiga escola (IESA) convidou-me para retornar como professora no Ensino Fundamental.

Durante o período que estudei, as disciplinas de Ciências (Química, Física e Biologia) só faziam parte do currículo no primeiro ano. Nos demais três anos, outras compunham a grade curricular, priorizando aquelas voltadas à formação pedagógica. Assim, apesar de gostar bastante de Ciências, quando fui me inscrever pleiteando uma vaga pelo Enem, optei por escolher a Área de Humanas (História), visto que era mais afim ao que eu estudava no Curso. Consegui ganhar a bolsa de estudos, porém naquele ano de 2006 a Fundação Cecierj (Consórcio Cederj), em parceria com a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) abriu o curso de Licenciatura em Química semipresencial em uma cidade próxima a minha (São Fidélis/RJ). Meu primo Juliano insistiu para que eu fizesse o vestibular com ele. Fizemos a prova e passamos. Assim, deixei de lado a História e enfrentei com coragem a Licenciatura em Química.

A escolha pela Química aconteceu por eu gostar bastante de Ciências, pela carência de bons professores formados na disciplina e ainda pelo motivo de eu não ter tantas despesas com os meus estudos, pois eu precisava trabalhar para custear a minha formação.

¹ Curso com ênfase na formação de professores da Educação Infantil e Ensino Fundamental I da Educação Básica.

² Centros Integrados de Educação Pública, conhecidos como “Brizolões”, foram um projeto baseado nas concepções do antropólogo Darcy Ribeiro e implantado no Estado do Rio de Janeiro por Leonel Brizola na década de 1980, buscando oferecer um ensino em período integral e de qualidade aos alunos da Rede Estadual.

Além disso, foram muitas as dificuldades enfrentadas durante a graduação em Química, pois eu não tinha a base necessária para estar ali. Faltavam muitos conteúdos essenciais que eu não havia estudado no Ensino Médio e para suprir essa falta, eu procurava verificar a grade da disciplina e estudar todo o conteúdo do nível médio primeiro, para depois chegar até aqueles do Ensino Superior. Foram muitas noites sem dormir e quase cinco anos sem saber o que era um sábado ou domingo de descanso, pois as tutorias do Cederj eram nos fins de semana, sextas e sábados e como eu precisava trabalhar, tinha que preparar as aulas da escola durante os domingos para sobrar tempo no meio de semana para estudar.

É importante ressaltar que o aluno que estuda de forma semipresencial precisa ter uma autonomia, uma dedicação e planejamento muito grande. No Consórcio Cederj, as aulas não são presenciais e, por conta disso, precisávamos estudar sozinhos. Líamos vários autores e fazíamos grupos de estudos quando nos encontrávamos nos fins de semana. Se não tivéssemos compreendido algo, era a hora de recorrer aos canais de suporte oferecidos pela instituição - tutoria presencial, tutoria pelo telefone ou fazer perguntas pela plataforma para o tutor a distância. Essa nova forma de estudar foi um marco na minha vida, porque até então eu era dependente do professor.

Então, no último semestre da graduação em 2013, fiz um concurso para professor da Rede Estadual do Rio de Janeiro e consegui a aprovação em primeiro lugar para a minha cidade. No ano seguinte, fiz outro concurso, sendo a única aprovada em toda a região Noroeste Fluminense, efetivando assim minha segunda matrícula. Isso significou uma mudança extrema na minha vida, porque foi o prêmio de todo esforço e dedicação em cinco anos de estudos. Ao longo de toda a minha formação semipresencial, muitos desvalorizavam o meu curso por ser a distância. A partir desta trajetória, continuei a trabalhar na Escola que, me abriu as portas: o IESA. Agora, como professora de Química. Na rede pública do Estado do Rio de Janeiro iniciei minhas atividades em 2014.

A minha vida acadêmica também está sendo praticamente ligada aos cursos semipresenciais. Fiz a pós-graduação *Lato sensu* e, agora, a *Scripto sensu* (PROFQUI) nesta modalidade. Talvez esta seja a realidade de muitos. Sendo assim, observo que a disponibilização de materiais acessíveis e com bons conteúdos é essencial para a complementação dos estudos.

A experiência na sala de aula levou-me a notar que o conteúdo de Polímeros, apesar de ser muito importante na sociedade, é pouco trabalhado nas escolas. Nos colégios estaduais do Rio de Janeiro, esse conteúdo é visto no final do último semestre da 3ª Série do Ensino Médio.

Polímeros representa um grande desafio para o professor, visto que esse período escolar é marcado por formaturas, provas finais, vestibulares e os alunos já estão no ritmo de férias.

Para que a aprendizagem seja efetiva, ou seja, para que não tenhamos apenas alunos passivos frente o conhecimento, é importante que o professor promova atividades contextualizadas e interdisciplinares, permitindo aos alunos interagirem com relevantes conhecimentos discutidos na sala e que se associam ao cotidiano. Nesse sentido, a temática Polímeros está relacionada a compostos naturais e sintéticos que revolucionaram o mundo e nos permite ter atualmente uma melhor qualidade de vida.

O ensino voltado para o cotidiano dos estudantes possibilita romper com o mito de que a disciplina de Química é uma coisa chata e sem sentido, abrindo espaço para que os novos alunos entendam a importância da utilização dos conceitos químicos no dia a dia.

Nesse sentido, tendo por base a minha formação em um ensino semipresencial, acredito que a proposta da pesquisa em utilizar um livro paradidático com abordagem contextualizada e interdisciplinar auxiliará muitos professores e alunos nos estudos de Polímeros. Espera-se ainda que este trabalho contribua para a formação crítica e cidadã dos estudantes, permitindo a eles refletirem criticamente sobre a sua relação com o mundo. Para isso, o material elaborado aborda os conceitos na perspectiva do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e da interdisciplinaridade, dialogando com a temática ambiental.

O livro paradidático corresponde a um material cujas questões ambientais proporcionarão um diálogo interdisciplinar, que busque construir conhecimento menos fragmentado junto aos estudantes e que os permitam propor questionamentos e reflexões sobre a temática em estudo. Isso para que, por meio de trocas de experiências, eles busquem respostas para às diversas questões socioambientais relacionadas à interação do homem com a natureza, desafiando-os a se posicionarem de maneira crítica e construtiva.

Sendo assim, a presente pesquisa investigará a importância de se desenvolver uma proposta de ensino contextualizada e interdisciplinar, por meio da elaboração de um material paradidático para ensinar Polímeros em uma perspectiva socioambiental. Almeja-se que essa proposta contribua ainda para que estudantes e professores superem a diversidade e dificuldades na aplicação deste conteúdo, ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

1.2 Delineando o contexto do trabalho: temática de estudo e questão de pesquisa

A Química é a Ciência que estuda a matéria e suas transformações, possibilitando avanços na obtenção de novos materiais que possam contribuir para o desenvolvimento da nossa

sociedade. Assim, mesmo estando presente no dia a dia, pesquisas indicam que grande parte dos estudantes ainda possuem dificuldades em compreendê-la, apresentando um rendimento insatisfatório em sua aprendizagem (WARTHA; MOTA; GUZZI FILHO, 2012; REIS; CALEFI; ALIOTO, 2017). Isso pode se relacionar ao modo como o Ensino de Ciência na Educação Básica, em muitos casos, vem sendo tratado, tendo uma abordagem bastante abstrata e pouco contextual, o que não favorece uma formação sociocientífica. Isso também prejudica os alunos a desenvolverem um pensamento crítico e reflexivo frente a sociedade que o cerca (MAIA; SILVA; WARTHA, 2008).

Nessa perspectiva, Locatelli e Arroio (2017) consideram que para uma melhor compreensão dos conhecimentos químicos é necessário existir uma transição entre os três níveis representacionais, que são o macroscópico, o submicroscópico e o simbólico. O primeiro refere-se à parte observável da Química, ou seja, os processos envolvidos em uma dimensão visível. Já o segundo, diz respeito ao rearranjo de átomos e moléculas no âmbito submicroscópico. O último nível, o simbólico, busca representar as substâncias utilizando a linguagem científica. A conexão entre esses três níveis contribui para uma aprendizagem mais efetiva dos aspectos conceituais da Química, porém apresenta-se como um desafio para os professores. Isso porque a formação docente ainda assume uma perspectiva disciplinar, pautada, sobretudo, na transmissão-recepção do conhecimento, ou seja, na reprodução de conhecimentos prontos, assumindo uma relação denominada por Paulo Freire como “Educação Bancária”, em que o professor expõe os conteúdos e o aluno, de uma maneira passiva, os recebe e os reproduz na prova (LINS, 2011).

Ademais, os professores se sentem, em muitos casos, despreparados diante de diferentes metodologias que apontam a importância de associar a prática docente à contextualização dos temas, ao uso de modelos concretos, como também a diálogos com outros conteúdos de forma interdisciplinar. Essa associação de novas metodologias, novos olhares, novos rumos em relação ao ensino da Química sensibiliza o aluno quanto ao valor desta disciplina no seu dia a dia.

Sendo assim, aliado aos níveis representacionais supracitados, estudos comprovam que o contexto escolar pode potencializar os processos de ensino e aprendizagem das Ciências com diálogos entre o saber científico e o dia a dia, possibilitando o alcance de uma visão crítica de mundo e a capacidade dos estudantes buscarem e/ou lutarem por mudanças na sociedade (CHASSOT, 2018; SANTOS; SCHNETZLER, 2015; MORIN, 2013). Dessa forma, é preciso que o contexto social seja abordado e se faça presente durante as aulas. Levar os alunos a

identificarem na História o “onde foi que erramos” e a partir daí buscar soluções, consiste em um dos principais objetivos do estudo da Química: fazer com que os alunos tenham um olhar crítico sobre o mundo a sua volta. Nesse sentido, Morin (2013) aponta que:

A atitude de contextualizar e globalizar é uma qualidade fundamental do espírito humano que o ensino parcelado atrofia e que, ao contrário disso, deve ser sempre desenvolvida. O conhecimento torna-se pertinente quando é capaz de situar toda a informação em seu contexto e, se possível, no conjunto global no qual se insere. Pode-se dizer ainda que o conhecimento progride, principalmente, não por sofisticação, formalização e abstração, mas pela capacidade de conceitualizar e globalizar. O conhecimento deve mobilizar não apenas uma cultura diversificada, mas também a atitude geral do espírito humano para propor e resolver problemas. (MORIN, 2013, p. 21).

Considerando isso, é importante ressaltar que o conteúdo não deve ser abordado de forma isolada e fragmentada, mas de modo interdisciplinar e contextualizado, a fim de proporcionar um aprendizado integrado que leve à compreensão dos processos químicos e científicos baseados em aplicações sociais, ambientais, econômicas, tecnológicas e políticas (BRASIL, 2018a). As propostas trazidas na Base Nacional Curricular Comum (BNCC) dialogam com os pressupostos do movimento que busca integrar Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) ao ensino. Além disso, estabelece relação com as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2012) que foram atualizadas pela Resolução nº 3 de 21 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018b). Isso considerando que elas priorizam o desenvolvimento integral dos estudantes, fomentando novos questionamentos sobre problemáticas atuais, o que pode gerar mudanças de atitudes e valores em relação às formas de interação com o mundo a sua volta.

No mundo digital e globalizado no qual vivemos, as informações chegam aos estudantes de forma rápida e, muitas vezes, desconexas. É essencial que eles consigam selecionar esses dados e interpretá-los de uma forma consciente e crítica, a fim de contribuir para as intervenções na sociedade. Acreditamos que esse comportamento dos alunos poderá ser desenvolvido a partir do momento em que houver um efetivo trabalho cooperativo e interdisciplinar. Esse diálogo resultará em trocas de informações que possibilitaria a conexão entre os fatos pelos alunos, resultando em melhores relações sociais dos conteúdos estudados com as experiências do dia a dia (HARTMANN; ZIMMERMANN, 2007).

Assim, de acordo com as DCNEM (BRASIL, 2018b, p. 11) “a contextualização e a interdisciplinaridade devem assegurar a articulação entre diferentes áreas do conhecimento, propiciando a interlocução dos saberes para a solução de problemas complexos”. Sob esse aspecto, é importante que nas propostas pedagógicas articulem-se assuntos contemporâneos

para evidenciar a conexão entre os conhecimentos, proporcionando um trabalho articulado (BRASIL, 2018a).

Diante do exposto, definiu-se como tema do trabalho o estudo dos “Plásticos e o Meio Ambiente”, com o objetivo de responder à seguinte questão de pesquisa: Como articular o conhecimento químico relacionado aos Polímeros com as demandas formativas atuais para o Ensino Médio?

Por consequência, verificou-se a importância de elaborar uma proposta de ensino interdisciplinar e contextualizada que evidenciasse o ensino de Polímeros sob um olhar ambiental. Para tanto, foi elaborado um material paradidático relacionado ao conteúdo de Polímeros, levando em consideração as questões éticas, valores e comportamentos que poderão melhorar a formação dos alunos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaboração de um material paradidático que busca dialogar com as demandas formativas atuais para o ensino de Ciências/Química, destacando as competências apresentadas na BNCC como norteadoras desta proposta.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver um produto educacional constituído por um material paradidático, que permita aos alunos compreenderem o conteúdo Polímeros e suas aplicações no dia a dia, trazendo uma abordagem contextual e interdisciplinar para a proposta de ensino;
- Identificar os Polímeros presentes no dia a dia, reconhecendo sua importância para a sociedade;
- Promover questionamentos e reflexões sobre o sentido do conhecimento científico em nossas vidas, visando estimular nos estudantes e professores um pensamento crítico relacionado à contextualização socioambiental;
- Despertar nos estudantes reflexões e atitudes que os levem a preservar o meio ambiente, com destaque para a reutilização de materiais plásticos, o descarte correto e a utilização consciente desse tipo de material;
- Propor experimentos contextuais relacionados ao estudo dos Polímeros, dando ênfase na utilização de técnicas simples e de fácil manipulação, a fim de contribuir para uma melhor compreensão dos conteúdos discutidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Um breve olhar sobre o Ensino de Ciências/Química no Brasil desde 1950 até a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Para que o desenvolvimento do homem pudesse transcorrer ao longo da história, uma importante relação entre ele e a natureza fez-se necessária. Compreender situações do cotidiano, interpretá-las e buscar melhorá-las consiste em uma das bases para o avanço da sociedade. Sob esse aspecto, o Ensino de Ciências mostra-se relevante, porque busca instrumentalizar o ser social, de modo que possa compreender os diversos fenômenos ao seu redor e, assim, viver melhor em sociedade (MAGALHÃES-JUNIOR; PIETROCOLA; ORTÊNCIO-FILHO, 2011).

É importante salientar que as questões educacionais estão intimamente ligadas ao contexto político, tecnológico, sociocultural e econômico presentes na sociedade, influenciando diretamente o currículo escolar e as políticas públicas para a educação. No Brasil, a consolidação das unidades escolares se deu a partir do século XX, tendo o Estado como normalizador das diretrizes para a educação (QUEIROZ, HOUSOME, 2018).

Taglieber (1984) afirma que a Segunda Guerra Mundial representou um marco para os currículos em relação ao Ensino de Ciências. Antes dessa guerra, os conteúdos científicos, altamente factuais, estavam presentes apenas nos nossos livros técnicos. Após a guerra, buscou-se uma educação que pudesse instrumentalizar as pessoas e os países para o avanço científico e tecnológico, marcado sobretudo pela polarização vivida durante o período da Guerra Fria.

Sendo assim, podemos definir como início de análise para os currículos do Ensino de Ciências a década de 1950. Desse período, é possível verificar que os rumos da educação se voltaram para os avanços científicos e tecnológicos. Isso se justifica pelo início da Guerra Fria (1947-1991), que se deu nesse período e visava “marcar a disputa por hegemonia mundial entre as duas superpotências.” (LOMBARDI, 2014, p. 28).

Krasilchik (2000) afirma que as disputas entre as duas maiores potências da época, Estados Unidos e União Soviética, pela corrida espacial e bélica, proporcionaram um investimento muito grande em relação aos projetos relacionados às Ciências que visavam o descobrimento de jovens talentos para a carreira científica. Dessa forma, o Ensino de Ciências foi se destacando e se mostrando importante para o novo mundo que surgia (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Conseqüentemente, o Brasil, depois da Segunda Guerra, começou a se estabilizar economicamente, substituindo as importações ao desenvolver o próprio setor manufatureiro. Isso foi possível a partir de investimentos na preparação dos estudantes que impulsionou o

progresso das ciências, superando assim a dependência das grandes potências e ampliando o processo de industrialização (KRASILCHIK, 2000; LOMBARDI, 2014).

Nesse período, as leis educacionais no Brasil eram firmadas por portarias e circulares que, de forma fragmentada, adaptavam de acordo com a estrutura sociocultural local, privilegiando uma parcela de elite da população (BRAGHINI, 2005). Em 1961, período que o Brasil passava por um processo de redemocratização, após a queda do Estado Novo, foi sancionada a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Nº 4.024/1961), prevendo uma ampliação da carga horária de Ciências no currículo escolar.

A LDB/1961 é considerada a mais importante dentre as impactantes reformas do sistema educacional brasileiro ocorridas ao longo do século XX. Isso se deve, principalmente, pelo fato de pela primeira vez no país uma única lei tratar de todos os níveis e ramos do ensino. Além disso, esse documento traz o diferencial de ter descentralizado alguns princípios de organização do currículo escolar, concedendo aos Estados da federação e suas escolas uma moderada, porém importante, flexibilidade para definir currículos mais ajustados às peculiaridades regionais. (QUEIROZ; HOUSOME, 2018, p. 5).

O Artigo 1º da LDB/1961 previa a inserção do conhecimento científico para uma melhor compreensão do contexto social, acrescentando como finalidade da educação nacional: “o preparo do indivíduo e da sociedade para o domínio dos recursos científicos e tecnológicos que lhes permitam utilizar as possibilidades e vencer as dificuldades do meio” (BRASIL, 1961).

Entretanto, com o passar dos anos e as transformações políticas ocorridas em 1964, verificou-se que o Ensino de Ciências se voltou quase que exclusivamente para assumir um caráter científico. De acordo com Krasilchik (2000) “o papel da escola modificou-se, deixando de enfatizar a cidadania para buscar a formação do trabalhador, considerado agora peça importante para o desenvolvimento econômico do país.”. Nesse sentido, foi sancionada a segunda Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei Nº 5.692, de 1971) instituindo o Ensino Médio profissionalizante e fazendo com que o Ensino de Ciências tivesse o caráter exclusivamente técnico e científico (LIMA, 2013). Apesar dessas características, as escolas privadas continuaram a preparar, de forma conteudista e descontextualizada, os alunos para o Ensino Superior (KRASILCHIK, 2000).

Em contraposição à educação científicista, ou seja, uma educação alheia aos problemas sociais, surgiu nas décadas de 1960 e 1970 o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que buscava “reconhecer as limitações, responsabilidades e cumplicidades dos cientistas, enfocando a ciência e a tecnologia (C&T) como processos sociais” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 96). Segundo os autores, a Ciência não pode ser considerada neutra e

exclusiva dos cientistas, uma vez que traz implicações para a sociedade e influencia a população nas tomadas de decisões.

Sob essa perspectiva, em 1996 a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN (Lei nº 9.394, de 1996) foi aprovada consistindo em uma versão bem mais completa que as anteriores e ampliando os direitos à educação de todos os brasileiros. Seu Art. 2º diz que a “Educação é dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1996).

De acordo com Cerqueira et al. (2009), a LDBEN possui um caráter inovador e ampliou os debates para uma melhora na educação, contribuindo para o desenvolvimento de projetos importantes na Educação Básica e para o acesso ao Ensino Superior, tais como: Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (FUNDEF), Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e Programa Universidade Para Todos (PROUNI). Outro ponto relevante da LDBEN de 1996 refere-se aos currículos escolares, destacado no seu artigo 26, estabelecendo que:

Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. (BRASIL, 1996).

Nesse sentido, a Constituição de 1988, em seu artigo 210, também, corrobora com a implementação de um currículo básico comum na educação brasileira, destacando que “serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais” (BRASIL, 1988).

Assim, com base nas leis anteriormente citadas e sob uma perspectiva de importantes mudanças para a educação, foram realizados debates e pesquisas que culminaram, em 2014, no desenvolvimento do Plano Nacional da Educação (PNE) que, segundo Araújo et al. (2016, documento não paginado), “PNE tem a finalidade de traçar metas para a Educação na tentativa de suprir barreiras, como o acesso e a permanência de todos, desigualdade social, formação para o trabalho, exercício da cidadania”. Assim, os autores enfatizam que não basta ter o acesso à educação, mas é necessário que essa tenha qualidade e possibilite mudanças relevantes na vida dos estudantes.

Em meio a essas modificações, surgiu a Base Nacional Curricular Comum – BNCC (BRASIL, 2018a), um documento que busca o desenvolvimento integral dos alunos e que contou com a colaboração ativa da sociedade, por meio de seminários e consultas públicas. A

BNCC da Educação Infantil e do Ensino Fundamental foi aprovada em 2017 e a do Ensino Médio em 2018. É importante destacar que a BNCC está de acordo com as legislações anteriormente citadas, como a LDBEN, a Constituição Federal e o PNE, e tem como objetivo proporcionar uma equidade na aprendizagem, ou seja, fazer com que estudantes de uma mesma série tenham os mesmos conteúdos básicos, respeitando sempre as particularidades regionais e socioculturais presentes em todo o território nacional (BRASIL, 2018a).

Ademais, para Durli, Costa e Sanches (2015), a BNCC busca proporcionar uma igualdade de oportunidades, homogeneizando e garantindo o acesso comum aos conhecimentos, tornando o ensino mais igualitário durante a Educação Básica. Para tanto, esse documento prevê o desenvolvimento de competências que assegurem a aprendizagem e proporcionem uma formação integral, democrática e inclusiva, a fim de estimular o desenvolvimento de uma consciência crítica e reflexiva frente o conhecimento, transformando, assim, a realidade em que vivem.

3.2 Alfabetização Científica no Ensino de Ciências

Para Chassot (2003), a Ciência é uma forma de linguagem que busca explicações para fenômenos do nosso dia a dia, facilitando a compreensão das transformações no ambiente, a fim de que possamos conduzir e prever as mudanças que possibilitem uma melhora na qualidade de vida. Ou seja, “propiciar o entendimento ou a leitura dessa linguagem é fazer a alfabetização científica” (CHASSOT, 2003, p. 93). Nesse sentido, a alfabetização científica promove uma leitura diferenciada de mundo, contribuindo para que os conhecimentos químicos sirvam de base para o exercício da cidadania e a inclusão social.

Nessa perspectiva, Souza e Sasseron (2012, p. 595) destacaram que “a resolução de problemas, o pensar científico, o uso das múltiplas linguagens, da argumentação como habilidade científica”, pode promover uma educação para além do cientificismo e uma valorização do saber para a aplicação e reflexão das situações cotidianas. É importante considerar que o estudante não é um analfabeto científico, tendo em vista todos os conhecimentos adquiridos ao longo de sua vida, o que reflete no seu posicionamento sobre as questões discutidas em sala de aula. Souza e Sasseron (2012) ainda acreditam que o alfabetizado cientificamente não precisa dominar tudo sobre Ciências, mas é desejável possuir uma variada gama de conhecimentos científicos, a fim de compreender a influência e as implicações dos mesmos em sua vida, na sociedade e no ambiente como um todo.

Sasseron (2018) afirma que a alfabetização científica pode ser potencializada por meio de um ensino por investigação e destaca cinco pontos relevantes para essa abordagem didática:

O papel intelectual e ativo dos estudantes; a aprendizagem para além dos conteúdos conceituais; o ensino por meio da apresentação de novas culturas aos estudantes; a construção de relações entre práticas cotidianas e práticas para o ensino; a aprendizagem para a mudança social. (SASSERON, 2018, p. 1069).

Nesse sentido, verifica-se que ao transitar por temas comuns ao cotidiano dos estudantes, novos olhares são firmados para os problemas propostos, trazendo uma ressignificação de conceitos e consolidando o conhecimento científico, o que pode proporcionar uma formação dos estudantes para a vida na sociedade. Nessa perspectiva, Santos (2007) e Milaré e Richelli (2008) evidenciaram a importância da inclusão de temas sociocientíficos no contexto escolar, a fim de mostrar a efetiva aplicação dos conteúdos, muitas vezes abstratos, de modo a auxiliar os estudantes na tomada de decisões.

Sob esse aspecto, Sasseron (2015) ressalta que processo de alfabetização científica é contínuo, estando sempre em construção e se adaptando de acordo com as situações vivenciadas no cotidiano. Os conhecimentos em ciências oportunizam transformações que refletem diretamente na sociedade, gerando subsídios para uma percepção de mundo e seus impactos nas nossas vidas.

Assim, um ensino pautado nas premissas da alfabetização científica proporciona uma contextualização dos conceitos científicos, de modo a evidenciar e potencializar a prática social e a construção de valores pelos estudantes. Isso pode contribuir para um processo de ensino e aprendizagem pleno de significado e centrado na formação para a vida em sociedade (SANTOS, 2007).

3.3 Utilização da abordagem CTS no ensino de Polímeros com ênfase na formação cidadã

De acordo com Latini et al. (2013), a inclusão de temas contextuais nos conteúdos escolares contribui para a formação de cidadãos comprometidos e responsáveis com o ambiente em que vivem, tornando o ensino de Química mais significativo e inserido na realidade do estudante. A utilização de problemáticas sociais possibilita uma contextualização dos conteúdos e uma relação com o conceito de CTS, trazendo profundas reflexões a fim de aguçar nos alunos um pensamento crítico e um melhor convívio em sociedade. Atualmente, tem-se usado bastante o termo CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), porém na presente pesquisa será utilizado o termo CTS, pela compreensão de que o ambiente já se encontra associado à tríade e

essa abordagem já possuir um forte caráter de educação ambiental (SANTOS; SCHNETZLER, 2015).

Segundo Chassot (2016), o ensino de Ciências deve ter como responsabilidade a formação de alunos em agentes transformadores, que multipliquem de forma crítica e ética a aprendizagem adquirida em sala de aula. Sendo assim, trazer questões sociocientíficas - meio ambiente, cultura, política, economia – com enfoque na abordagem CTS poderá, contribuir para o desenvolvimento da valorização do saber do aluno, sobretudo porque “além de serem inerentes à atividade científica, visam à formação para a cidadania” (AZEVEDO et al., 2013, p. 92).

No dia a dia escolar é possível, de acordo com Bernardelli (2004), observar que muitos jovens possuem uma certa resistência à disciplina de Química. Mas isso se evidencia, muitas vezes, por terem tido contato com a matéria de forma isolada, fragmentada e com repetidas técnicas de memorização. Para mudar esse pensamento, é preciso promover na sala de aula reflexões a respeito de problemáticas atuais, de modo a permitir que compreendam a Química como uma aliada nas transformações de nossa sociedade.

Diante dessas considerações, Santos (2011) e Santos e Schnetzler (2015) afirmam que as inter-relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade contribuem para uma reflexão e uma tomada de decisão, uma vez que estão integradas. Nessa dimensão, é possível notar que para haver um ensino voltado à formação cidadã, faz-se necessário que as escolas adotem uma postura mais globalizada, que possibilitará um caráter mais participativo e integrado nas situações cotidianas da realidade dos alunos.

Com base no exposto, a utilização da problemática Plástico foi escolhida no presente trabalho como um meio de abordar o conteúdo Polímeros, pois a partir dessas discussões é possível obter importantes relações entre o conhecimento químico, a prática ambiental e suas implicações na sociedade, tais como: propriedades físico-químicas dos materiais, estruturas poliméricas com obtenção de novos materiais, o consumo exagerado de materiais poliméricos, destino dos resíduos e os danos para a natureza e o homem. Nesse sentido, Latini et al. (2013, p.12) afirmaram que esses questionamentos “servem de estratégia metodológica para a abordagem destes conteúdos permitindo o estabelecimento de relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência ambiental.”.

Cabe ressaltar que os Polímeros, por serem materiais versáteis, possibilitaram grandes benefícios e avanços em diversos setores da sociedade. Na saúde, por exemplo, ao trocar as seringas de vidro por plástico, colaboraram para prevenção de doenças que poderiam ser

transmitidas em procedimentos hospitalares (OLIVATTO et al., 2018). Porém o tema nos leva a uma reflexão a respeito de seu consumo irresponsável e desenfreado que vem trazendo grandes preocupações ambientais, visto que seu descarte é feito de maneira irregular e indiscriminada. Grande parte desses materiais não é reciclada e causa problemas não só para o solo, mas atinge regiões costeiras contaminando a vida marinha e aves da região (CAIXETA; CAIXETA; MENEZES FILHO, 2018).

Assim, como forma de amenizar tal fato, o professor pode conduzir sua aula de maneira que o estudante consiga associar os assuntos químicos estudados aos fatos observados no seu cotidiano. Essa prática pode atribuir sentido ao tema discutido, sobretudo por fazer uma associação dos assuntos abordados com as situações vivenciadas. Como exemplo, podemos considerar o lixo e a crescente degradação ambiental, divulgada pelos meios de comunicação (MACHADO; MORTIMER, 2007).

Segundo Santos (2011), para que ocorra uma educação comprometida com a cidadania, os cidadãos precisam compreender que os avanços da Química devem incentivar investimentos na educação para transmitir conhecimentos sobre o desenvolvimento tecnológico alcançado. Além disso, precisam desenvolver uma visão crítica e buscar meios para fazer com que as desigualdades diminuam. Nesse sentido, Ferraz e Sasseron (2017) apontaram a importância da interação no espaço educativo e de favorecer o surgimento e o desenvolvimento da argumentação em sala de aula, sendo esta:

[...] uma estratégia que permite que os alunos participem ativamente e, ao mesmo tempo, os aproxima das práticas da cultura científica. É nesse processo que eles encontram espaço para propor e testar hipóteses, construir e relacionar justificativas, aderindo a diferentes opiniões e compartilhando conceitos e pontos de vista. Não se trata, ressaltamos, de um processo de recriação da ciência em sala de aula, mas sim uma forma para desenvolver habilidades cognitivas de maneira responsiva e, portanto, ativa, que, além de favorecer compreensões sobre conteúdos científicos, podem ser extrapoladas e generalizadas para situações cotidianas. (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 6).

Dessa forma, é importante salientar que, ao desenvolver uma argumentação em torno de conceitos voltados a assuntos sociais ligados à Química, espera-se que os alunos procedam de uma forma interativa e comprometida com questões éticas, humanas e sociais, na busca por soluções de situações problemas que demandam conhecimentos químicos para a sua resolução (SANTOS, 2011).

3.4 Importância da interdisciplinaridade para a integração do currículo escolar

Para uma formação integral dos estudantes, é relevante que o processo de ensino e aprendizagem aconteça de forma articulada entre as disciplinas. O entendimento do mundo

complexo não se dá por utilizar de conhecimentos fragmentados e, sim, pela junção, articulação e aplicação das disciplinas, de forma a obter um contexto para que possa ser entendido o problema e possibilitar a formação de um estudante crítico e participativo na sociedade. Nessa perspectiva, “cresce a responsabilidade dos educadores em promover um ensino organicamente integrado, para que os estudantes adquiram as habilidades de investigar, compreender, comunicar e, principalmente, relacionar o que aprendem a partir do seu contexto social e cultural” (HARTMANN; ZIMMERMANN, 2007, documento não paginado). Assim, compreende-se que a interdisciplinaridade possui um papel importante para articular e nortear as atividades na Educação Básica.

A partir desse movimento interdisciplinar, cujos estudos iniciaram em meados da década de 1960, na França, começaram a surgir novas propostas para uma educação que visasse o conhecimento integrado e não multipartido. Um dos pesquisadores pioneiros nessa área foi Georges Gusdorf, que propôs em 1961 à Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) um projeto interdisciplinar para as ciências humanas (FAZENDA, 2003).

Ainda de acordo com Fazenda (2003), as discussões sobre interdisciplinaridade chegaram ao Brasil no final da década de 1960 trazendo muitas distorções do conteúdo original. Tal fato se justifica pelo modismo à época e, também, por ser um assunto novo, sem muitas reflexões até aquele momento. Os trabalhos relacionados à interdisciplinaridade passaram a ganhar notoriedade a partir da década de 1970 com os professores Hilton Japiassú e Ivani Fazenda, ambos influenciados pelos pensamentos de Gusdorf. Japiassú, em 1976, produziu uma obra sobre o tema enfatizando o estudo da interdisciplinaridade entre as ciências humanas, semelhante a Georges Gusdorf. Já Ivani Fazenda desenvolveu sua dissertação de mestrado voltada à investigação sobre interdisciplinaridade, entre os anos de 1976 e 1978.

Segundo Thiesen (2008, p. 547), a interdisciplinaridade “passou de uma fase filosófica (humanista), de definição e explicitação terminológica, na década de 1970, para uma segunda fase (mais científica), de discussão do seu lugar nas ciências humanas e na educação a partir da década de 1980”.

Apesar de todo o estudo sobre interdisciplinaridade, o conceito sobre o tema ainda está em construção. De acordo com Leis (2005, p. 5), “a tarefa de procurar definições finais para a interdisciplinaridade não seria algo propriamente interdisciplinar, senão disciplinar”. Ainda segundo Leis (2005), interdisciplinaridade não possui um conhecimento paradigmático, ao contrário do disciplinar que delimita um domínio de competências. Assim, a

[...] história da interdisciplinaridade se confunde, portanto, com a dinâmica viva do conhecimento. O mesmo não pode ser dito da história das disciplinas, as quais congelam de forma paradigmática o conhecimento alcançado em determinado momento histórico, defendendo-se numa guerra de trincheiras de qualquer abordagem alternativa. Num sentido profundo, a interdisciplinaridade é sempre uma reação alternativa à abordagem disciplinar normalizada (seja no ensino ou na pesquisa) dos diversos objetos de estudo. Existem sempre, portanto, várias reações interdisciplinares possíveis para um mesmo desafio do conhecimento. (LEIS, 2005, p. 5).

As escolas vêm adotando a organização dos conteúdos em disciplinas desde o século XIX, traçando assim uma “fronteira disciplinar, com sua linguagem e com os conceitos que lhe são próprios” (MORIN, 2013, p. 40). Com isso, verifica-se a formação de um conhecimento vago, fragmentado, alheio aos problemas do seu entorno. Nessa perspectiva, é preciso mudar o pensamento e “aprender a contextualizar e melhor que isso, a globalizar, isto é, a saber situar um conhecimento num conjunto organizado” (MORIN, 2013, p. 59).

Diante disso, Thiense (2008) afirma que a escola representa um lugar de aprendizagem onde a construção e reconstrução dos conhecimentos acompanham as transformações do mundo atual, influenciando todos os setores da sociedade e buscando uma desfragmentação das informações. Assim, “a interdisciplinaridade é um movimento importante de articulação entre o ensinar e o aprender” (THIENSE, 2008, p. 553), possibilitando uma ressignificação dos trabalhos pedagógicos e potencializando a aprendizagem.

Nesse sentido, entende-se que a interdisciplinaridade precisa ser acompanhada pela contextualização e interação entre os currículos para que, a partir desta união, consiga-se propiciar uma formação mais completa aos estudantes, capacitando-os e incentivando-os a construir um conhecimento mais sólido e integrado para que possam compreender melhor a complexa sociedade em que vivem e, dessa maneira, poderem agir como agentes transformadores do seu meio (BRASIL, 2018a).

Hartmann e Zimmermann (2007) afirmaram que para um projeto interdisciplinar ter sucesso, é importante a mobilização e o empenho da comunidade escolar. Além disso, os professores precisam superar as dificuldades inerentes a uma formação fragmentada e buscar um espírito de integração e complementação entre as disciplinas. É importante esclarecer que não há uma intenção de fundir disciplinas, mas sim de estreitar as relações entre elas, de modo que possam produzir atividades articuladas, a fim de construir um saber conectado ao mundo como um todo. A interdisciplinaridade consiste em um meio de intervenção na realidade do aluno, porém “não cabe ao aluno realizar sozinho o esforço de ligar os objetos de estudo, mas que também é tarefa dos professores procurar pontos de contato, construir pontes e estabelecer trânsito entre as disciplinas” (CARLOS; ZIRMMERMANN, 2007, não paginado).

Ao trabalhar de forma interdisciplinar, o professor estabelece uma aproximação entre as disciplinas e para que isso ocorra, recorre ao diálogo, em meio a situações cotidianas, de modo a favorecer um processo dinâmico, articulando técnicas e recursos pedagógicos disponíveis, de modo a possibilitar conexões entre as diferentes disciplinas. Assim, a interdisciplinaridade constitui uma importante ação na Educação em Ciências, pois contribui para a formação de um conhecimento coletivo, a fim de diminuir os problemas encontrados fragmentação dos conteúdos (FAZENDA, 2003).

3.5 Recursos instrucionais usados no ensino de Ciências: em foco os livros (para)didáticos

Para Freitag (2017), a escolha dos recursos didáticos constitui uma etapa de grande relevância no processo de ensino e aprendizagem, pois constituem em ferramentas que facilitarão e enriquecerão as aulas, tornando-as mais estimulantes para os estudantes. Souza (2007, p. 111) afirmou que “recurso didático é todo material utilizado como auxílio no ensino-aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado pelo professor a seus alunos”. A diversificação desses materiais contribui para que o estudante não caia na rotina e, assim, desenvolva melhor suas habilidades refletindo no seu conhecimento.

Nesse sentido, Trivelato e Oliveira (2006, p. 2) apontaram que “a utilização de recursos didáticos pedagógicos diferentes dos utilizados pela maioria dos professores (quadro e giz), deixam os educandos mais interessados em aprender”, pois proporcionam uma maior interação e troca de vivências no ambiente escolar, impulsionando a formação de um aluno mais crítico e questionador, características imprescindíveis no nosso mundo atual. A BNCC (BRASIL, 2018a) também enfatiza a importância da diversificação dos recursos didáticos e o seu reflexo nos estudantes quando destaca que

[...] para o desenvolvimento do protagonismo juvenil e para a construção de uma atitude ética pelos jovens, é fundamental mobilizar recursos didáticos em diferentes linguagens (textuais, imagéticas, artísticas, gestuais, digitais, tecnológicas, gráficas, cartográficas etc.), selecionar formas de registros, valorizar os trabalhos de campo (entrevistas, observações, consultas a acervos históricos etc.) e estimular práticas voltadas para a cooperação. Os materiais e os meios utilizados podem ser variados, mas o objetivo central, o eixo da reflexão, deve concentrar-se no conhecimento do Eu e no reconhecimento do Outro, nas formas de enfrentamento das tensões e conflitos, na possibilidade de conciliação e na formulação de propostas de soluções. (BRASIL, 2018a, p. 549).

Assim, diante do exposto, considera-se importante um bom planejamento das aulas por parte dos professores ao realizar a sua prática pedagógica, aquele que leva sempre em consideração a realidade e o contexto em que se encontram. Os melhores meios e recursos são aqueles que, de forma simples, atinjam os objetivos propostos para um determinado conteúdo.

É com base nesses objetivos e nas situações do cotidiano escolar que se deve verificar quais os melhores recursos e meios didáticos para o que se propõe (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2014).

Corroborando com a afirmação anterior, Francisco e Silva (2011) acreditaram que os professores representam o ponto central para a utilização do recurso didático, pois embora a escolha possa ser discutida com os estudantes, são eles quem tomam a iniciativa de escolher determinados recursos a serem trabalhados na sala de aula, sendo importante que este professor tenha “clareza das razões pelas quais está utilizando tais recursos, e de sua relação com o ensino – aprendizagem” (SOUZA, 2007, p. 111).

Nesse contexto, apesar de os avanços tecnológicos possibilitarem a criação de novos instrumentos para a educação, verifica-se que os livros (para)didáticos ainda representam o principal material utilizado na Educação Básica brasileira, sendo, muitas vezes, o único apoio pedagógico encontrado por professores e estudantes. Nessa perspectiva, Frison et al. (2009) afirmaram que os livros didáticos impressos representam em muitas escolas públicas da rede básica de ensino a principal, senão a única, fonte de recurso para o aluno e o professor.

De acordo com Carneiro, Santos e Mól (2005), os professores se deparam com diferentes práticas burocráticas no seu dia a dia, acarretando pouco tempo para a preparação, organização e articulação de suas aulas. Assim, sendo o livro didático um material de fácil acesso e com estratégias prontas, facilita o desenvolvimento dos roteiros didáticos, tornando-se um alicerce para os professores e direcionando-os em suas práticas escolares. Nesse sentido, Choppin (2004) considerou que a complexidade dos livros didáticos ocorre pela variedade de suas funções, o grupo heterogêneo o qual se envolve e a coexistência de outros recursos didáticos disponíveis. Além disso, relatou que os livros didáticos se modificam de acordo com a época, o ambiente sociocultural e o tipo de ensino ao qual é utilizado, de modo a contemplar as novas demandas para a Educação Básica.

Ainda segundo Choppin (2004), no universo escolar coexistem outros recursos que complementam os usos e funções do livro didático. Os livros paradidáticos representam um deles e, de acordo com Munaka (1997, p. 101), “esses livros não precisam obedecer a todos os requisitos exigidos para os didáticos porque, do ponto de vista do sistema de ensino e de órgãos que o regulamenta, essa categoria de livro inexistente.” Esses livros, como afirmaram Campello e Silva (2018), possuem como principais características as informações corretas e a capacidade de incentivar a aprendizagem por meio de um conteúdo interessante, sem necessariamente se

apegar aos aspectos didáticos-conceituais. Assim, buscando determinar o que é um livro paradidático, Munaka (1997) afirmou que

[...] o que define os livros paradidáticos é o seu uso como material que complementa (ou mesmo substitui) os livros didáticos. Tal complementação (ou substituição) passa a ser considerada como desejável, na medida em que se imagina que os livros didáticos por si sejam insuficientes ou até mesmo nocivos. (MUNAKA, 1997, p.103).

Nesse sentido, é possível inferir que os paradidáticos constituem um importante instrumento para dinamizar e contextualizar as aulas, de modo a criar um ambiente que oportunize debates e reflexões a respeito do contexto sociocultural em que os alunos se inserem.

Para tanto, Campello e Silva (2018) relataram que se o livro paradidático for utilizado como complemento de um livro didático, ele assumirá uma perspectiva apenas informativa e não formativa. Isso não seria adequado, pois ao contrário dos livros didáticos, nos paradidáticos “os temas costumam ser apresentados de forma menos fragmentada, possibilitando a relação com outras áreas do conhecimento e o uso de acordo com o perfil das turmas com as quais este material será trabalhado” (CAMPELLO; SILVA, 2018, p. 74).

Diante dessas considerações, verifica-se que o livro paradidático possibilita ampliar discussões e dialogar com temáticas da realidade do aluno, a fim de obter uma integração dos conteúdos, tendo o professor como mediador desse processo formativo.

4 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA E DISCUSSÃO DO MATERIAL PRODUZIDO

4.1 Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa tem uma abordagem qualitativa com ênfase na análise bibliográfica, em que foi feito um levantamento de dados para a produção de um material didático alinhado às demandas dos atuais documentos oficiais que norteiam à Educação. Procurou-se dar destaque no material a importância de um ensino que se afasta da relação de transmissão-recepção de informações, buscando trazer aspectos da contextualização por meio de um efetivo diálogo das Ciências com o dia a dia dos estudantes.

Além disso, procurou-se articular práticas interdisciplinares, de modo a integrar as diferentes áreas, dando um maior sentido ao conhecimento científico abordado. Sob essa perspectiva, esse trabalho foi norteado em pesquisas que abordam a alfabetização científica, como citado por Souza e Sasseron (2012), Santos e Schnetzler (2015) e Chassot (2018). Assim, pensando nessas discussões foi escolhido o tema Polímeros, por ser atual, presente no cotidiano e muito evidenciado quanto aos seus benefícios e malefícios (impactos ambientais) na sociedade.

Em decorrência disso, foi proposto o presente material a fim de auxiliar os professores de Ciências/Química a trabalharem essa temática, que pode ser feito de forma interdisciplinar, possibilitando trocas de experiências entre as disciplinas, o que favorece uma formação mais integrada e efetiva em relação aos conteúdos estudados.

Considerando a suspensão das aulas presenciais devido à situação de emergência em saúde pública declarada pela Organização Mundial da Saúde em decorrência da infecção pela Covid-19 (30/01/2020), a qual foi acolhida pelo Ministério da Saúde do Brasil (Portaria nº 188, de 03/02/2020), e pela falta de tempo hábil, não foi possível a aplicação do produto educacional na Escola Estadual Pedro Baptista de Souza, localizada no município de Santo Antônio de Pádua no estado do Rio de Janeiro.

4.2 Apontamentos sobre o material produzido: breve apresentação da proposta de ensino

O paradidático “POLÍMEROS: MATERIAIS QUE TRANSFORMARAM O MUNDO” tem como objetivo despertar nos educandos o interesse sobre os aspectos químicos dos Polímeros e sua relação com o cotidiano, evidenciando a aplicabilidade e à relação destes com as questões ambientais. Além disso, o tema abordado tem sido muito recorrente nos

vestibulares e ENEM, trazendo possibilidades de discussões/reflexões sobre o papel do homem na natureza, assunto muito debatido a nível mundial.

O material paradidático proposto (ver apêndice) está dividido em seis capítulos mais a introdução e o suplemento de trabalho, sendo descritos a seguir:

- **Introdução:** evidenciou-se a relação contextual entre o homem e os materiais que o cercam desde os primórdios da civilização até os dias de hoje, mostrando apontamentos que levam à reflexão do desenvolvimento humano à medida que houve o domínio e aperfeiçoamento dos materiais, buscando possibilitar um aumento do bem-estar social e minimizar seus impactos na natureza.

- **Capítulo 1 – Polímeros: compostos orgânicos:** este capítulo procurou situar os estudantes sobre conceitos fundamentais da Química Orgânica e o que seria necessário para uma melhor compreensão dos Polímeros e de suas propriedades químicas. Desse modo, os assuntos discutidos privilegiaram as competências do conhecimento científico e argumentativo propostas na BNCC, a fim de que a partir dos conhecimentos adquiridos, seja possível intervir em situações cotidianas promovendo um pensamento crítico em defesa de ideias que levem a uma consciência ambiental.

- **Capítulo 2 – Polímeros no nosso dia a dia:** nessa parte, buscou-se abordar a presença dos Polímeros no cotidiano e a importância desses materiais para o desenvolvimento da sociedade como um todo. Assim, destacou-se a evolução dos Polímeros, mostrando que as grandes mudanças tecnológicas vistas hoje começaram a ser alcançadas a partir do século XX, quando novos materiais foram descobertos e difundidos na sociedade, caracterizando a versatilidade e aplicabilidade desses materiais.

- **Capítulo 3 – Polímeros e suas características:** nessa parte apresentam-se as estruturas, reações, classificações e propriedades dos Polímeros, enfatizando importantes conceitos fundamentais para a compreensão de uma ampla variedade de compostos poliméricos existentes. Nessa perspectiva, ressaltaram-se questões sobre a reciclagem, permitindo que os estudantes pensem no descarte dos diferentes materiais poliméricos, de acordo com as legislações vigentes, fortalecendo, assim, o aspecto de tomada de decisão tão evidenciado nos atuais documentos oficiais da educação, como a BNCC.

- **Capítulo 4 – Plásticos:** nessa unidade foram abordados a importância, utilização, formas de descarte e os impactos ambientais trazidos pelos plásticos para a sociedade. Assim, procurou-se associar os conteúdos de Polímeros previstos no currículo escolar com as competências cognitivas e socioemocionais da BNCC. Nessa perspectiva, objetiva-se

proporcionar aos estudantes um olhar mais integrado e reflexivo sobre o dia a dia, possibilitando a tomada de decisões que sejam sustentáveis, éticas e responsáveis, de modo a acarretar a preservação do Planeta.

- **Capítulo 5 – Consumo consciente:** ao longo desse capítulo, procurou-se desenvolver competências relacionadas à autonomia, empatia e cooperação entre os estudantes para que, a partir dos conhecimentos adquiridos ao longo de sua formação e vivência, possam valorizar e promover uma consciência e respeito ambiental que refletirá na sociedade.

- **Capítulo 6 – Práticas com materiais poliméricos:** no presente capítulo foram propostas práticas experimentais no intuito de aguçar a curiosidade e estimular a busca de soluções para questões cotidianas. Assim, fundamentados nas competências gerais da BNCC, esses experimentos relacionados aos Polímeros procuraram desenvolver um pensamento científico voltado à valorização de uma consciência crítica que reflita em um ensino de Ciências voltado à formação da cidadania.

- **Suplemento de trabalho:** nesta parte final, buscou-se consolidar os conceitos de Polímeros relacionando-os com os conhecimentos adquiridos ao longo do material paradidático e com o dia a dia dos estudantes. Dessa forma, foram propostas questões de caráter sociocientífico para proporcionar um melhor entendimento do mundo e, assim, poder intervir de forma crítica e sustentável na sociedade.

5 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DO TRABALHO PARA O ENSINO DE QUÍMICA

O ensino de Ciências/Química relacionado com a contextualização dos conhecimentos possibilita ao estudante ter subsídios para se posicionar criticamente na sociedade, exercendo o seu direito à cidadania de forma ética e responsável. Essas foram as bases para a elaboração do presente trabalho. Assim, embasados em diversos autores que corroboram com o pensamento mencionado, como Chassot, Santos e Schnetzler, foi proposto o material paradidático “Polímeros: materiais que transformaram o mundo”, resultado de uma pesquisa do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, a fim de auxiliar professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem.

Por ser um material paradidático, espera-se que o presente produto educacional seja para os professores um recurso complementar aos já utilizados em sala, trazendo subsídios para proporcionar uma reflexão sobre situações cotidianas que permitam gerar relevantes discussões sobre o tema Polímeros e seus impactos na sociedade. Nesse sentido, buscou-se trazer no material uma abordagem CTS e interdisciplinar, possibilitando trocas de informações entre os conteúdos presentes no currículo e estimulando a participação ativa dos alunos na busca pelo conhecimento, aspecto esse muito evidenciado nas competências discutidas na BNCC.

Espera-se com este trabalho que os professores e os alunos articulem uma sólida relação com o conhecimento científico por meio da problematização e contextualização fomentada por questões sociocientíficas relacionadas ao tema Polímeros. Nessa perspectiva, buscou-se evidenciar a interação entre os diferentes conhecimentos, destacando que a Química não é uma ciência isolada e presente apenas nos laboratórios. Ela se encontra em diferentes objetos que impactam a vida das pessoas. Sob essa perspectiva, almeja-se favorecer a alfabetização científica junto aos alunos, para que possam compreender e intervir no mundo em que vivem.

Por fim, acredita-se que à medida que os professores usarem o material, será possível fazer as devidas adaptações, tal como introduzir mais discussões sociocientíficas atuais e relacionadas ao contexto sociocultural dos diferentes espaços educativos, planejar seminários temáticos, realizar feiras do conhecimento na Escola, tendo sempre a finalidade de conscientizar a comunidade como um todo. Outra sugestão seria estimular os estudantes a confeccionarem os canudos biodegradáveis de papel que estão no produto educacional, a fim de desenvolver o empreendedorismo e estimular a sustentabilidade ambiental. Destaca-se ainda a necessidade de pesquisas futuras para avaliar a implementação do material em sala de aula, buscando realizar eventuais ajustes que se façam necessários ao aprimoramento do material. A partir dessas pesquisas, seria possível investigar também a influência das diferentes questões sociocientíficas

na construção do conhecimento, além da argumentação em sala de aula, dos processos de elaboração e uso de modelos, relações de mediação do conhecimento, ensino de Ciências por investigação, dentre outras possibilidades não menos importantes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Maria Luiza Barbosa; RODRIGUES, Antonia Railene de Sousa; SOBREIRA, Alana Cecília de Menezes; SERAFIM, Viviane Silva; MARTINS, Maria Márcia Melo de Castro. Desenvolvimento da Educação à luz das LDB, PNE e BNCC. In: **Congresso Nacional de Educação**, 3., 2016, Natal. **Anais... III Conedu**, 2016. V. 1.
- AZEVEDO, Rosa Oliveira Marins; GHEDIN, Evandro; FORSBURG, Maria Clara da Silva; GONZAGA, Amarildo Menezes. O enfoque CTS na formação de professores de Ciências e a abordagem de questões sociocientíficas. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 9. **Atas...** 2013, Águas de Lindóia, SP. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0325-1.pdf>>. Acesso em: 16 de maio 2020.
- BERNADELLI, Marlize Spagolla. Encantar para ensinar – um procedimento alternativo para o ensino de química. In: **Convenção Brasil Latino América, Congresso Brasileiro e Encontro Paranaense de Psicoterapias Corporais**. 1., 4., 9., Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Centro Reichiano, 2004. CD-ROM. [ISBN-85-87691-12-0]
- BRAGHINI, Katya Mitsuko Zuquim. **O ensino secundário brasileiro nos anos 1950 e a questão da qualidade do ensino**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Pós-Graduação História, Política, Sociedade, São Paulo, 2005.
- BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. LDB – Lei nº 4024 de 20 de dezembro de 1961. Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: MEC, 1961. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 13 maio 2020.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 13 maio 2020.
- BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. LDB – Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília, DF: MEC, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 15 out. 2019.
- BRASIL, Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio / Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Resolução CNE/CEB nº 2/2012. Disponível em: <http://educacaointegral.mec.gov.br/images/pdf/res_ceb_2_30012012.pdf>. Acesso em 10 maio 2020.
- BRASIL, Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio / Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Resolução CNE/CEB nº 3 de 21 de novembro de 2018b. Disponível em: <<http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/dcnem.pdf>>. Acesso em 10 maio 2020.
- BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília, DF: MEC, 2018a. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 13 maio 2020.

- CAIXETA, Danila Soares; CAIXETA, Frederico César; MENEZES FILHO, Frederico Carlos Martins. Nano e Microplástico nos Ecossistemas: Impactos Ambientais e Efeitos sobre os Organismos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 19–34, 2018.
- CAMPELLO, Bernadete Santos; SILVA, Eduardo Valadares. Subsídios para esclarecimento do conceito de livro paradidático. **Biblioteca Escolar em Revista**, v. 6, n. 1, p. 64-80, 5 out. 2018.
- CARLOS, Jairo Gonçalves; ZIMMERMANN, Erika. A análise da concepção de interdisciplinaridade nos documentos oficiais. In: **Simpósio Nacional de Física**, 17., 2007, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2007. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0014-2.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2020.
- CARNEIRO, Maria Helena da Silva; SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MÓL, Gerson de Souza. Livro didático inovador e professores: Uma tensão a ser vencida. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 1-13, dez 2005.
- CERQUEIRA, Aliana Georgia Carvalho; CERQUEIRA, Aline Carvalho; SOUZA, Thiago Cavalcante de; MENDES, Patrícia Adorno. A trajetória da LDB: um olhar crítico frente à realidade brasileira. *Ciclo de Estudos Históricos da Universidade Estadual de Santa Cruz*, 2009.
- CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 26, p.89-100, 2003.
- CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 7.ed. Ijuí:Unijuí, 2016
- CHASSOT, Attico. **Para Que(m) é Útil o Ensino?** 4.ed. Ijuí:Unijuí, 2018.
- CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 549-566, 1 dez. 2004.
- DURLI, Zenilde; COSTA, Vanessa do Socorro Silva; SANCHES, Ana Lucia. Um olhar sobre o momento atual da educação brasileira: entrevista com Carlos Roberto Jamil Cury. **Revista e-Curriculum**, v. 13, n. 4, p. 908-922, 2015.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa**. 11. Ed. Campinas, SP: Papirus, 2003.
- FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Espaço Interativo de Argumentação Colaborativa: Condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Revista Ensaio**, v. 19, p. 1-25, 2017.
- FRANCISCO, Welington; SILVA, Camila Silveira da. O papel mediador dos recursos didáticos: uma revisão pautada no ensino de Química Orgânica. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa**. Campinas, SP, 2011.
- FREITAG, Isabela Hrecek. A importância dos recursos didáticos para o processo ensino-aprendizagem. **Arquivos do Mudi**, v. 21, n. 2, p. 20-31, 23 nov. 2017.
- FRISON, Marli Dallagnol; VIANNA, Jaqueline; CHAVES, Jéssica Mello; BERNARDI, Fernanda Naimann. Livro didático como instrumento de apoio para construção de

- propostas de ensino de ciências naturais. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 7., 2009, Florianópolis, SC. **Anais... VII Enpec**, 2009. Disponível em: <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/425.pdf>>. Acesso em 25 maio 2020.
- HAGE, Elias. Aspectos históricos sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia de polímeros. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. São Paulo, v. 8. N. 2. P. 6-9, abr./jun., 1998.
- HARTMANN, Ângela Maria; ZIMMERMANN, Érika. O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: A reaproximação das “Duas Culturas”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, vol. 7, n.2, 2007.
- KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.
- LATINI, Rose Mary; SANTOS, Maria Bernadete Pinto dos; CANESIN, Fátima de Paiva; COTELO, Patrícia. A Abordagem Ciência- Tecnologia-Sociedade no Ensino de Química. **Revista Práxis**, n. 10, p. 11-19, dez. 2013.
- LEIS, Héctor Ricardo. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. **Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas**, Florianópolis, n. 73, ago. 2005.
- LIMA, José Ossian Gadelha de. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, n. 140, p. 71-79, 2013.
- LINS, Maria Judite Sucupira da Costa. Educação bancária: uma questão filosófica de aprendizagem. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 8, n. 16, 2011. Disponível em: <<http://revistaadmmade.estacio.br/index.php/reeduc/article/viewFile/168/141>>. Acesso em 13 de jul. de 2020.
- LOCATELLI, Solange Wagner; ARROIO, Agnaldo. Dificuldades na transição entre os níveis simbólico e submicro – repensar o macro pode auxiliar a compreender reações químicas? **Enseñanza de las Ciencias**, n. extraordinário, p. 4239-4244, set. 2017.
- LOMBARDI, José Claudinei. Educação e nacional-desenvolvimento (1946-1964). **Revista HISTEDBR On-line**. Campinas, nº 56, p. 26-45, maio 2014.
- MACHADO, Andréa Horta; MORTIMER, Eduardo Fleury. Química para o ensino médio: Fundamentos, Pressupostos e o Fazer Cotidiano. In. ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Orgs.) **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007. P.21-41.
- MAGALHÃES JUNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; PIETROCOLA, Maurício; ORTÊNCIO FILHO, Henrique. História e características da disciplina de ciências no currículo das escolas brasileiras. **EDUCERE – Revista da Educação**, Umuarama, v. 11, n. 2, p. 197-224, jul./dez., 2011.
- MAIA, Juliana de Oliveira; SILVA, Aparecida de Fátima Andrade da; WARTHA, Edson José. Um retrato do Ensino de Química nas escolas de Ilheus e Itabuna. In: **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)**, Curitiba, 2008. Disponível em:

<<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0400-2.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2020.

MENEGOLLA, Maximiliano; SANT'ANNA, Ilza Martins. **Por que planejar, como planejar?: currículo-área-aula**. 22. Ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

MILARÉ, Tathiane; RICHETTI, Graziela Piccoli. Alfabetização científica no ensino de química: um olhar sobre os temas sociais. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química**, 14., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0717-2.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2020.

MORIN, Edgar. **Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios**. 6. Ed. São Paulo: Cortez, 2013.

MUNAKATA, Kazumi. **Produzindo livros didáticos e paradidáticos**. 1997. 223 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1997.

NASCIMENTO, Fabrício do; FERNANDES, Hylio Laganá; MENDONÇA, Viviane Melo de. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista História, Sociedade e Educação no Brasil**, Campinas, n. 39, p. 225-249, 2010.

NUNES, Edilene de Cássia Dutra; LOPES, Fábio Renato Silva. **Polímeros: conceitos, estrutura molecular, classificação e propriedades**. 1.ed. São Paulo: Erica, 2014.

OLIVATTO, Gláucia; CARREIRA, Renato; TORNISIELO, Valdemar Luiz; MONTAGNER, Cassiana. Microplásticos: Contaminantes de Preocupação Global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968–1989, 2018.

QUEIROZ, Maria Neuza Almeida; HOUSOME, Yassuko. As disciplinas científicas do ensino básico na legislação educacional brasileira nos anos de 1960 e 1970. **Pesquisa e Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, e9723, p. 1-25, 2018.

REIS, Márcio José dos; CALEFI, Paulo Sergio; ALIOTO, Marcelo Rodrigo. Educação problematizadora no ensino de Química: A indústria sucroalcooleira como tema gerador de uma sequência didática em uma escola pública de Sertãozinho. **Revista Iluart**, v. 15, p. 155-175, 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. A Química e a formação para a cidadania. **Educación Química**, v. 22, n. 4, p. 300–305, 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 4 ed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí. 2015.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios **Revista Brasileira de Educação**. V. 12, n. 36, p. 474-550, set./dez. 2007.

- SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 15 dez. 2018.
- SASSERON, Lúcia Helena. A alfabetização científica, Ensino por investigação e Argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.
- SOUZA, Vitor Fabrício Machado; SASSERON, Lúcia Helena. As interações discursivas no ensino de física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 3, p. 593-611, 2012.
- SOUZA, Salete Eduardo de. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. I Encontro de Pesquisa em Educação. **Arq. Mudi**, 11 (Supl.2), p. 10-4, 2007.
- TAGLIEBER, José Erno. O ensino de ciências nas escolas brasileiras. **Perspectiva**. Ano 2, n. 3, p. 91-111. Jul./dez. 1984.
- THIESEN, Juarez da Silva. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, n. 39, p. 545-598, set./dez. 2008.
- TRIVELATO, Silvia Luzia Frateschi; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura. Práticas docente: o que pensam os professores de ciências biológicas em formação. In: **XIII ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO**. Rio de Janeiro, 2006.
- WARTHA, Edson José; MOTA, Raildo de Jesus.; GUZZI FILHO, Neurivaldo José. O experimento da gota salina e os níveis de representação em química. **Educación Química**, v. 23, p. 55-61, 2012.

APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL



Produto Educacional

Polímeros

Materiais que transformaram o mundo



Adriana Marmelo Arruda

Deusanilde de Jesus Silva (Orientadora)

Vinícius Catão de Assis Souza (Coorientador)

ADRIANA MARMELO ARRUDA

**POLÍMEROS
MATERIAIS QUE TRANSFORMARAM O MUNDO**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal de Viçosa, como requisito obrigatório para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Deusanilde de Jesus Silva

Coorientador: Vinícius Catão de Assis Souza

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
BRASIL
2020**

Apresentação

Caros leitores,

O presente trabalho consiste no Produto Educacional da dissertação do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) intitulada **ELABORAÇÃO DE UM MATERIAL PARADIDÁTICO PARA DISCUTIR O CONTEÚDO DE POLÍMEROS NO ENSINO MÉDIO: EM FOCO A INTERDISCIPLINARIDADE E A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA**, defendida na Universidade Federal de Viçosa – Campus Viçosa, sob a orientação da Professora Doutora Deusanilde de Jesus Silva e coorientação do Professor Doutor Vinícius Catão de Assis Souza.

O objetivo desta proposta consiste em complementar os estudos realizados em sala de aula, propondo atividades que favoreçam a assimilação dos conteúdos, privilegiando a conscientização sobre o uso e descarte dos materiais poliméricos no meio ambiente, fomentando atitudes para a preservação ambiental.

O texto e as atividades propostas neste material paradidático visam despertar nos discentes uma reflexão crítica, favorecendo abordagens contextualizadas no âmbito CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e interdisciplinares, de modo a possibilitar a problematização e contribuir para que os alunos assumam uma postura ética e cidadã em sua comunidade.

A presente pesquisa foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, a qual agradeço a colaboração.

Saudações cordiais,
Profª. Adriana Marmelo Arruda

Sumário

Introdução	43
1. Polímeros: compostos orgânicos	46
Um pouco de história	46
Características do carbono	47
Classificação do átomo de carbono	50
Maneiras de representar os compostos orgânicos	51
Cadeias carbônicas	53
Funções orgânicas	55
Nomenclatura dos compostos orgânicos	59
2. Polímeros no nosso dia a dia	65
Polímeros naturais	66
Polímeros naturais modificados	67
Polímeros sintéticos	69
3. Polímeros e suas características	72
Conceitos fundamentais	72
Reações de polimerização	73
Estrutura dos polímeros	75
Classificação dos polímeros	76
Reciclabilidade	76
Identificação numérica dos termoplásticos	77
Natureza dos monômeros	78
4. Plásticos	80
Benefícios dos plásticos	81
Plásticos e meio ambiente	82
Diferença entre lixo, resíduo e rejeito	85
Microplásticos	86
Polímeros biodegradáveis	87
Bioplásticos	89
5. Consumo consciente de plásticos	91
O que é consumo consciente?	91
Consciência na utilização dos plásticos	91

6. Práticas com materiais poliméricos.....	93
Canudos biodegradáveis de papel.....	93
Utilizando a densidade para a identificação de plásticos.....	97
Síntese de plástico biodegradável a partir da batata.....	98
Identificando os polímeros termoplásticos e termorrígidos.....	99
SUPLEMENTO DE TRABALHO.....	101
Referências bibliográficas.....	106

INTRODUÇÃO

O homem ao longo dos séculos buscou melhorar sua condição de vida e para tanto, transformou os recursos que estavam disponíveis a sua volta a fim de que os mesmos lhe proporcionassem mais conforto e segurança. Os primeiros materiais utilizados foram aqueles retirados diretamente da natureza, como a madeira, pedra, algodão, borracha, seda e peles de animais. O fogo obtido pela queima da madeira, por exemplo, representou um marco para a evolução humana, possibilitando que o homem se aquecesse no frio, afugentasse os animais, melhorasse sua alimentação ao cozinhar, além de permitir uma expansão geográfica, já que agora as pessoas não eram reféns da escuridão.

Do ponto de vista químico, a queima da madeira representou uma das primeiras reações químicas observáveis e que podiam ser realizadas pelo homem. Foi possível evidenciar o antes e o depois do processo: transformação da madeira em fumaça e cinzas, além do fenômeno de geração de luz e calor.



Homens primitivos obtendo o fogo a partir de fricção.

Fonte: <http://bit.ly/38eydDw>



Reação química da queima da madeira.

Fonte: <http://bit.ly/375sJuL>



Fique ligado!

Combustão

A queima da madeira é uma reação de COMBUSTÃO e consiste em um processo químico onde há uma intensa liberação de energia (reação exotérmica) na forma de calor. Ocorre entre um combustível (madeira, por exemplo), que reage com o comburente (gás oxigênio, O_2). As reações podem ser completas ou incompletas.

A combustão completa libera como produtos gás carbônico (CO₂), água (H₂O) e energia:



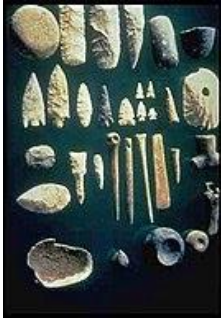




X = celulose (C₆H₁₀O₅), glicose (C₆H₁₂O₆) etc.

Já as incompletas têm como produtos monóxido de carbono (CO) ou carbono (C) e água (H₂O):



X = celulose (C₆H₁₀O₅), glicose (C₆H₁₂O₆) etc.

À medida que o homem adquire novos conhecimentos, os problemas são gradativamente solucionados, possibilitando crescimento e um aumento no bem-estar social. A relação entre o homem e os diferentes materiais é tão estreita que, historicamente, os períodos receberam nomes de acordo com o uso do recurso mais importante da época. Assim, temos a Idade da Pedra, a Idade dos Metais (Bronze e Ferro) e, atualmente, a Idade do Aço e dos Polímeros.

IDADE DA PEDRA	IDADE DO BRONZE	IDADE DO FERRO	AÇO E POLÍMEROS
≈ 9.000 A.C.	≈ 3.200 A.C.	≈ 1.200 A.C.	Dias atuais
 <p>Fonte: http://bit.ly/2Rteidd</p>	 <p>Fonte: http://bit.ly/361uFmI</p>	 <p>Fonte: http://bit.ly/2TysjsT</p>	 <p>Fonte: http://bit.ly/378q8Ao</p>  <p>Fonte: http://bit.ly/2R1E3Cm</p>

Fonte: Adaptado de WALDMAN, Walter Ruggeri. **Polímeros**. 2015. 41 slides. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/11195708/>. Acesso em: 17/01/2020.

Apesar de hoje em dia os polímeros estarem presentes em praticamente todos os objetos, eles não são substâncias tão novas assim. A celulose, por exemplo, é um polímero natural de origem vegetal usado desde a antiguidade, na confecção de tecidos e papéis. Outros materiais poliméricos de uso mais recente revolucionaram o nosso cotidiano, como as borrachas, fibras e plásticos. Existem borrachas sintéticas e naturais. Mas, mesmo a borracha natural hoje em dia é processada e modificada quimicamente, proporcionando materiais mais úteis que o produto natural. Os plásticos entraram mais recentemente em nosso dia a dia, mas seu uso rapidamente se multiplicou em variadas formas.

Os plásticos são extremamente versáteis, leves, resistentes, duráveis e sua produção é relativamente barata. Contudo, o seu grande problema é a sua baixa degradabilidade que representa uma ameaça ao meio ambiente. Mas será que a solução é simplesmente deixar de fabricá-los? Como seria a nossa vida sem as comodidades que o uso dos plásticos trouxe? Estaríamos preparados para esta mudança?

Viver sem o uso desse material é impensável. Eles nos proporcionam inúmeros benefícios que se estendem da alimentação à medicina. A questão é até que ponto vale a pena a sua utilização? Como diminuir as montanhas de plásticos presentes no ambiente? Como conviver com este material de modo a causar menos dano possível?

São muitas perguntas e o objetivo deste trabalho é fomentar algumas reflexões de modo que o leitor tenha subsídios para se posicionar criticamente na sociedade. Dessa maneira, vamos discutir formas sustentáveis para a utilização dos diferentes recursos naturais, procurando identificar modos de ter um consumo consciente e de descartar os resíduos sólidos de modo a causar um menor impacto ao meio ambiente.

ANOTAÇÕES

1. POLÍMEROS: COMPOSTOS ORGÂNICOS

Os polímeros podem ser orgânicos ou inorgânicos. Neste material vamos nos concentrar nos polímeros orgânicos, ou seja, aqueles formados por moléculas compostas contendo o elemento carbono. Assim, neste capítulo vamos abordaremos alguns princípios da Química Orgânica que representam a base para toda discussão sobre esses materiais poliméricos.

Um pouco de história

Os fundamentos da Química Orgânica ocorreram a partir do século XVIII, quando houve a evolução dos conhecimentos alquimistas para uma ciência moderna. As substâncias utilizadas pelo homem eram obtidas de vegetais, animais ou de minerais. Naquele tempo, conseguiram observar que as substâncias extraídas dos seres vivos continham diferenças inexplicáveis em relação às obtidas dos derivados minerais.

Em 1777, o químico sueco Torbern Bergman (1753-1784) foi o primeiro a classificar as substâncias em “orgânicas” e “inorgânicas”, sendo que o primeiro termo se relacionava às substâncias encontradas exclusivamente em seres vivos e, o segundo, substâncias que poderiam ter origem mineral.

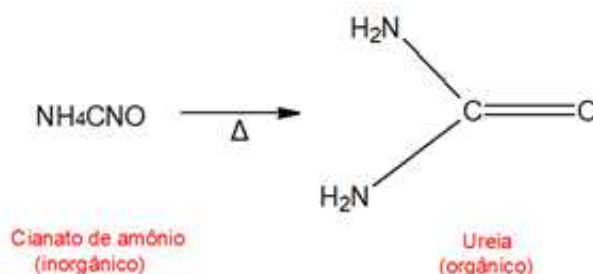
Os químicos da época tinham como única explicação para a diferença de comportamento das substâncias a origem da obtenção desses compostos. Assim, até a primeira metade do século XIX, acreditava-se na chamada Teoria da Força Vital ou Vitalismo, enunciada por Berzelius (1779-1848) da seguinte forma:

“Reações orgânicas só são possíveis no interior de seres vivos, através da ação de uma força vital”

De acordo com esta teoria, os compostos orgânicos eram obtidos exclusivamente por meio de organismos vivos, ou seja, era impossível sintetizá-los em laboratório.

Em 1828, o químico alemão Friedrich Wöhler (1800-1882) conseguiu produzir em laboratório a ureia, substância orgânica presente na urina e suor, por meio de cianato de amônio, um sal inorgânico. Essa reação provou que é possível sintetizar

produtos orgânicos em laboratório a partir de compostos inorgânicos, colocando por terra a teoria da força vital.



Willian Brande (1788-1866), químico inglês, em 1848 afirmou: “Não se pode traçar nenhuma linha divisória definida entre a Química Orgânica e a Química Inorgânica... Quaisquer distinções... devem ser consideradas daqui para frente como sendo de caráter meramente prático, para favorecer a compreensão dos alunos”.

Nos dias atuais, temos uma Química unificada, independente da origem ou complexidade, os compostos são subordinados e explicados pelos mesmos princípios. Um aspecto relevante e que distingue os compostos orgânicos é o fato de todos possuírem o elemento carbono em sua constituição.



Para saber um pouco mais sobre a Alquimia, acesse o QR Code ao lado.



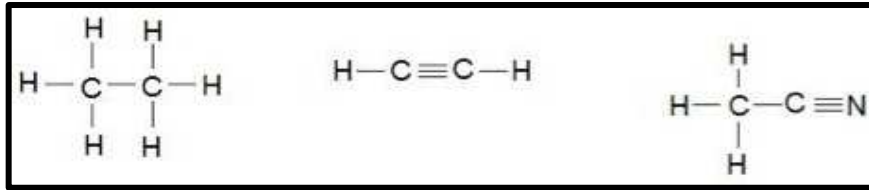
Características do carbono

Postulados de Kekulé

Friedrich August Kekulé (1829-1896), químico alemão, em 1857 conseguiu desvendar algumas características fundamentais do carbono. Esses estudos servem hoje como base para a química orgânica e são conhecidos como Postulados de Kekulé.

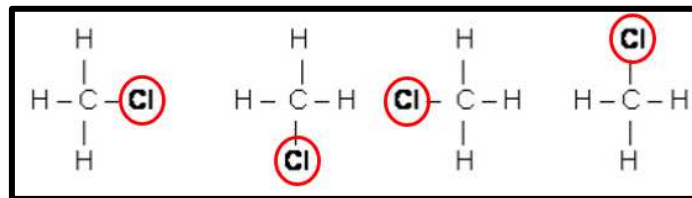
1º Postulado: tetravalência do carbono

O carbono é tetravalente, ou seja, pode fazer quatro ligações.



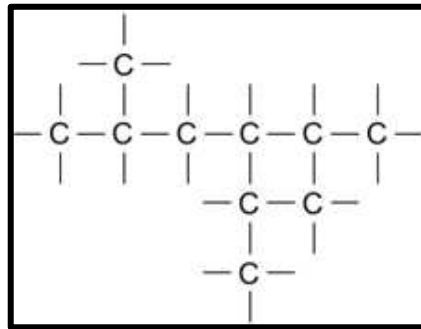
2º Postulado: equivalência das quatro ligações do carbono

As quatro valências são iguais, isso explica a existência de um único composto clorometano (CH_3Cl), apesar das diferentes posições do cloro na estrutura.



3º Postulado: encadeamento

Os carbonos podem se ligar formando cadeias carbônicas.



Ligações entre os átomos de carbono

O carbono pode ligar-se a um outro átomo de carbono por intermédio de um, dois ou três pares covalentes, com ligações simples, dupla e tripla, respectivamente.

$\begin{array}{c} \\ -\text{C}- \\ \end{array}$	$-\text{C}=\text{}$ ou $=\text{C}=\text{}$	$-\text{C}\equiv$
Simples	Dupla	Tripla

Exemplos:

Simple	Dupla	Tripla
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
ETANO	ETENO	ETINO

Elementos organógenos

Os elementos organógenos são aqueles que compõem as funções orgânicas. A valência, ou seja, o número de ligações que podem realizar, dos elementos mais comuns encontra-se na Tabela a seguir.

ELEMENTO	VALÊNCIA (Nº DE LIGAÇÕES)
Carbono	<p>Tetravalente</p> $\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} \\ -\text{C}- \\ \end{array} & \begin{array}{c} // \\ -\text{C} \\ \backslash \end{array} & \begin{array}{c} \equiv \\ -\text{C} \\ \equiv \end{array} \\ \text{simples} & \text{dupla} & \text{tripla} \end{array}$
Hidrogênio	<p>Monovalente</p> $\text{H}-$
Oxigênio e enxofre	<p>Bivalente</p> $\begin{array}{cc} -\text{O}- & \text{O}=\end{array}$
Nitrogênio	<p>Trivalente</p> $\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} \\ -\text{N}- \\ \end{array} & \begin{array}{c} = \\ -\text{N} \\ = \end{array} & \begin{array}{c} \equiv \\ \text{N} \\ \equiv \end{array} \end{array}$
Halogênios	<p>Monovalente</p> $\text{F}- \quad \text{Cl}- \quad \text{Br}- \quad \text{I}-$

Quadro com as valências dos principais elementos organógenos. Fonte: <http://bit.ly/2RcIfPL>

Classificação do átomo de carbono

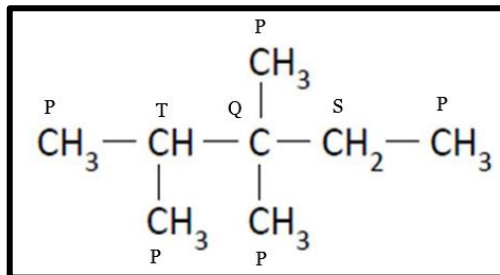
Os átomos de carbono em uma cadeia carbônica podem ser classificados de acordo com dois critérios.

1. Quantidade de carbonos ligantes

O carbono na cadeia carbônica pode ser identificado como:

- **Carbono primário:** quando se liga a um carbono.
- **Carbono secundário:** quando se liga a dois carbonos.
- **Carbono terciário:** quando se liga a três carbonos.
- **Carbono quaternário:** quando se liga a quatro carbonos.

Na estrutura abaixo tem-se os carbonos classificados com a seguinte legenda:
P = primários; **S** = secundários; **T** = terciários; **Q** = quaternários.



2) Quanto ao tipo de hibridização

A hibridização consiste na união de orbitais atômicos incompletos de modo a aumentar o número de ligações covalentes que um átomo pode realizar.



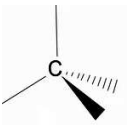
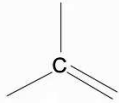
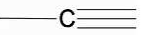
Dúvidas? Para entender melhor, assista com muita atenção o vídeo sobre HIBRIDIZAÇÃO. Bons estudos!



As ligações entre os átomos de carbonos podem ser do tipo sigma (σ) ou pi (π). Assim temos:

- Carbono com todas as ligações simples – 4 ligações sigma (σ): **hibridização sp^3** ;
- Carbono com uma ligação dupla – 3 ligações sigma (σ) e 1 pi (π): **hibridização sp^2** ;
- Carbono com duas duplas ou uma ligação tripla – 2 ligações sigma (σ) e 2 pi (π): **hibridização sp** .

Resumindo, temos:

Hibridização	Ocorrência	Geometria molecular	Ângulo entre as ligações
sp^3		Tetraédrica	$109^{\circ}28'$
sp^2		Trigonal plana	120°
sp		Linear	180°



Estude um pouco mais sobre geometria molecular. Acesse o QR Code ao lado.



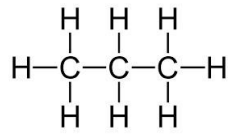
Maneiras de representar os compostos orgânicos

- **Fórmula molecular:** é a fórmula que indica os elementos e o número de átomos de cada um deles na substância.

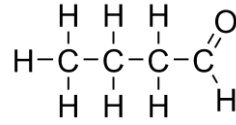
Exemplos: C_2H_6 (etano), $C_6H_{12}O_6$ (glicose), $C_5H_{11}NO$ (pentanamida).

- **Fórmula estrutural plana:** indica a disposição dos átomos que compõem os elementos químicos assim como as ligações entre eles.

Exemplos:



C_3H_8 (propano)

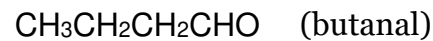
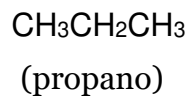


$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ (butanal)

ATENÇÃO!

A fórmula estrutural pode ser representada de modo condensado, omitindo as ligações existentes entre os átomos de hidrogênio e carbono.

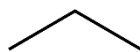
Exemplos:



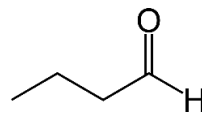
Os grupos CH_2 que se repetem podem ser agrupados e a molécula pode ser representada da seguinte maneira: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CHO}$.

• **Fórmula de linhas:** Os carbonos são representados por segmentos de retas, “zigue-zague”, os hidrogênios ligados a carbonos são omitidos, mas os heteroátomos devem ser escritos.

Exemplos:



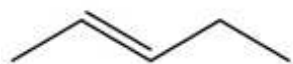
propano



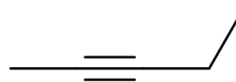
butanal

ATENÇÃO!

1. Cada extremidade de um traço corresponde a um átomo de carbono.
2. Para determinar o número de hidrogênios presentes basta verificar quantas ligações o carbono está fazendo e subtrair por 4 (o carbono é tetravalente).
3. As ligações duplas e triplas devem ser representadas, respectivamente por dois e três traços entre os carbonos.



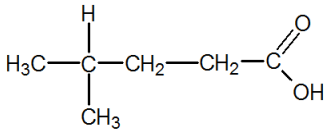
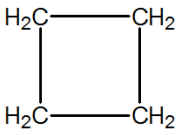
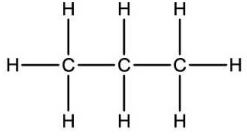
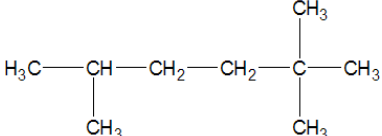
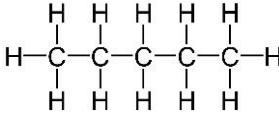
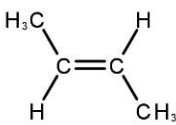
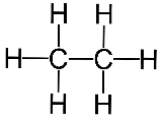
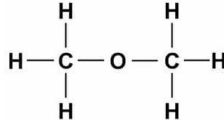
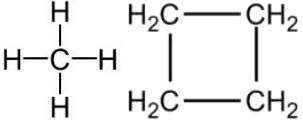
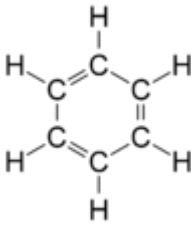
pent-2-eno



pent-2-ino

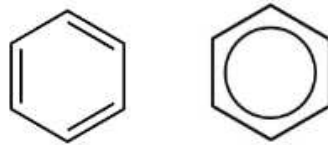
Cadeias carbônicas

Os carbonos podem se unir formando estruturas denominadas cadeias carbônicas. É graças a essa capacidade que é possível a existência de milhões de compostos orgânicos diferentes.

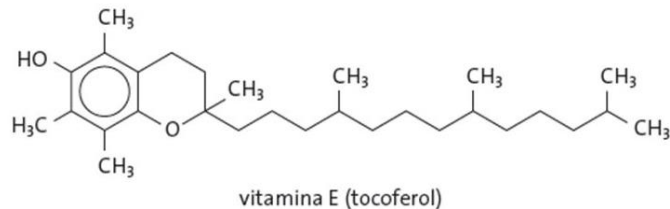
Aberta/Acíclica	ou	Fechada/Cíclica
		
Normal	ou	Ramificada
		
Saturada	ou	Insaturada
Apenas ligações simples entre os carbonos.		Possui ligação dupla e/ou tripla entre os carbonos.
		
Homogênea	ou	Heterogênea
Não apresenta heteroátomo.		Possui heteroátomo.
		
Alifática	ou	Aromática
Não apresenta duplas alternadas.		Apresenta anel benzênico.
		



- O **anel benzênico** pode ser representado das seguintes maneiras:



- **Heteroátomo** = é o átomo diferente de carbono, entre carbonos.
- **Alicíclica** = cíclica sem o anel aromático.
- **Alifática** = não aromática.
- **Heterocíclica** = cadeia cíclica com heteroátomo.
- **Homocíclica** = cadeia cíclica sem heteroátomo.
- **Cadeia mista** = possui uma parte aberta e outra fechada. Também chamada de “fechada com ramificações”.



- As cadeias aromáticas mononucleares (um anel benzênico) ou polinucleares (mais de um anel benzênico).

Mononucleares	Polinucleares	
	Núcleos isolados	Núcleos condensados

Funções orgânicas

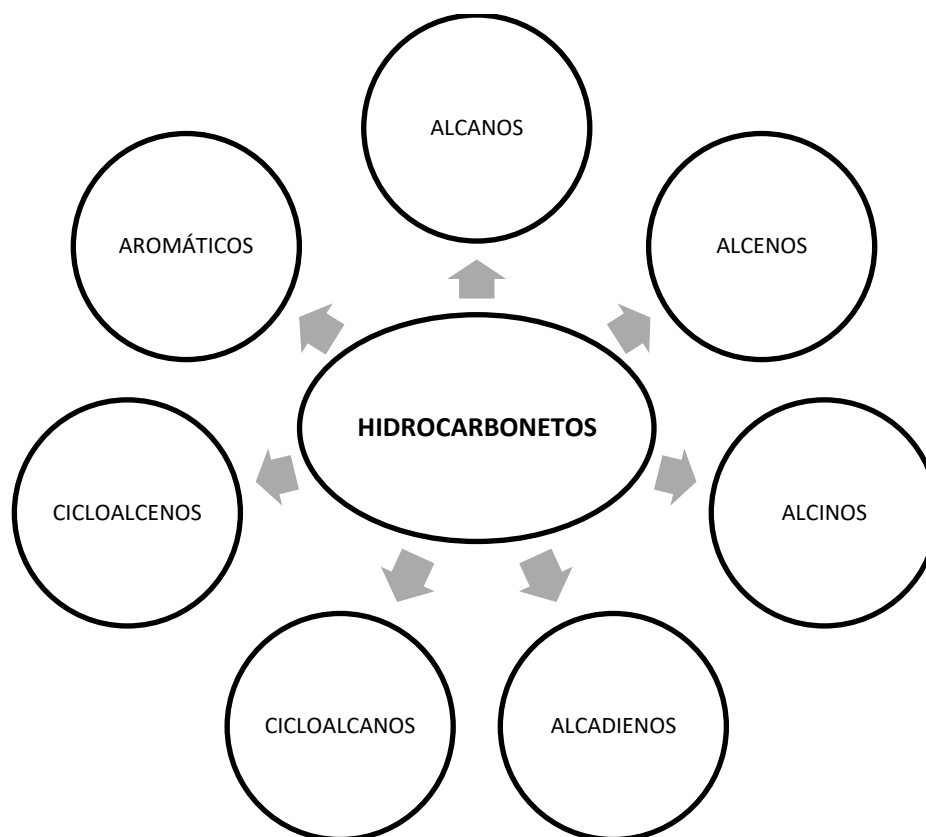
Os compostos orgânicos são classificados em grupos conforme suas características estruturais, os que pertencem aos mesmos grupos apresentam frequentemente comportamento químico semelhante. Dizemos, então, que possuem o mesmo grupo funcional.

Grupo funcional é o átomo ou grupo de átomos presente(s) em uma molécula com reatividade química característica.

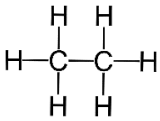
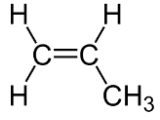
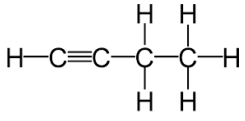
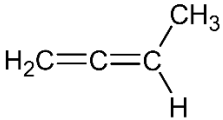
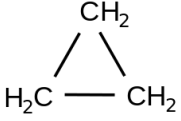
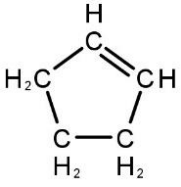
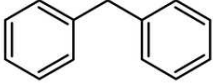
As funções orgânicas, como chamaremos daqui para frente os grupos orgânicos com propriedades químicas semelhantes, podem ser classificadas em: funções hidrocarbonetos (CH), funções oxigenadas (CHO), funções nitrogenadas (CHN ou CHON) e funções halogenadas (halogênios ligados a hidrocarbonetos).

Hidrocarbonetos

Compostos constituídos exclusivamente por átomos de carbono e de hidrogênio, divididos em alifáticos e aromáticos. Os hidrocarbonetos se classificam em:



Fonte: Elaboração própria.

Hidrocarbonetos	Alifáticos	Acíclicos	Alcanos	Apresentam apenas ligações simples entre os carbonos.	
			Alcenos	Há presença de uma ligação dupla entre carbonos.	
			Alcinos	Possuem ligação tripla entre os carbonos.	
			Alcadienos	Apresentam duas ligações duplas entre carbonos.	
	Cíclicos		Cicloalcanos	Hidrocarbonetos de cadeia fechada e que possuem apenas ligações simples entre os carbonos.	
			Cicloalcenos	Contém uma ligação dupla entre carbonos e fechamento em ciclo.	
			Aromáticos	Apresentam um ou mais núcleos aromáticos.	

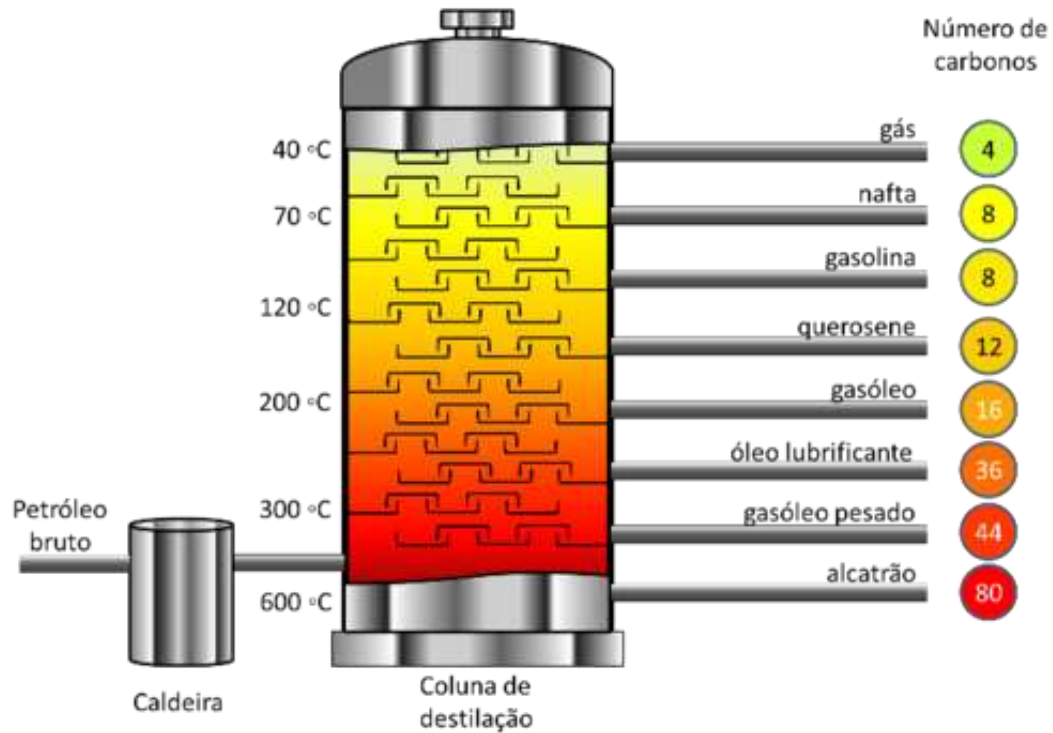


Petróleo: principal fonte de hidrocarbonetos

O petróleo é formado a partir da transformação da matéria orgânica. Esse processo é lento e leva milhões de anos para ocorrer. Por isso dizemos que é um material não renovável.

No petróleo se encontram inúmeros compostos, sendo os hidrocarbonetos os mais abundantes. Quando é cru, ou bruto, não tem grande utilidade, assim, sofre

tratamentos físicos e transformações químicas, para obtenção de frações necessárias para consumo no nosso dia a dia. O craqueamento, ou seja, quebra de suas cadeias carbônicas de modo a se obter substâncias intermediárias importantes para a obtenção de matérias-primas essenciais para a produção de compostos que usamos em nosso cotidiano, como o eteno, propeno e buteno. A seguir é possível verificar a representação de uma coluna de fracionamento com os principais materiais obtidos.



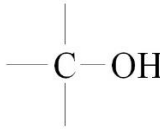
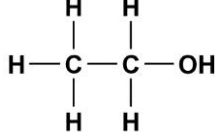

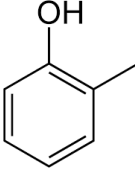
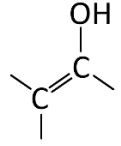
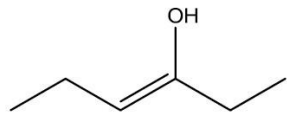
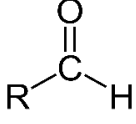
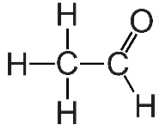
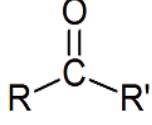
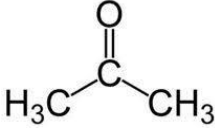
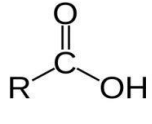
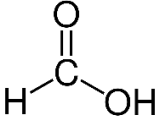
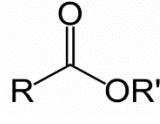
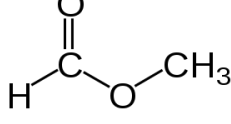
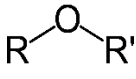
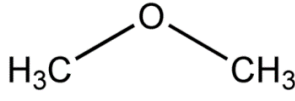
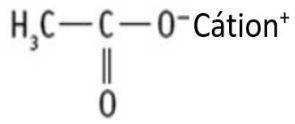
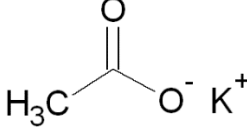
Fonte: <https://carlai3.wixsite.com/minimal-layout-pt/blank-2>

É por meio do refino do petróleo que obtem-se a nafta, um composto incolor e volátil, utilizado como base para a resina e solventes, a fim de se produzir os plásticos.

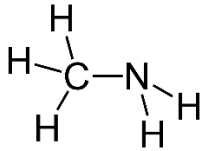
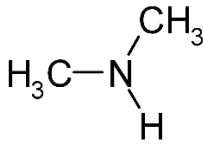
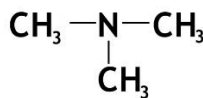
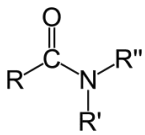
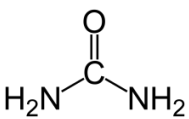
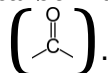
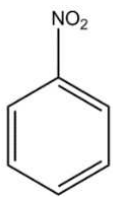
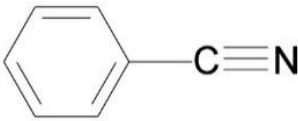


Fonte: Adaptado de VIANA, Luiz. Disponível em: <http://bit.ly/2tualgD>.

Funções oxigenadas

Função	Grupo funcional	Características	Exemplo
Álcool		Hidroxila (OH) ligada a carbono saturado (com ligações simples).	
Fenol		Hidroxila (OH) ligada diretamente a um anel aromático.	
Enol		Hidroxila (OH) ligada a um carbono insaturado (com dupla ligação).	
Aldeído		Grupo carbonila ligado a cadeia carbônica.	
Cetona		Grupo carbonila ligado a duas cadeias carbônicas.	
Ácido carboxílico		Grupo carboxila (COOH) na extremidade.	
Éster		Substituição do hidrogênio da carboxila por radical carbônico.	
Éter		Presença de heteroátomo entre carbonos.	
Sais orgânicos		Formado pela neutralização de um ácido orgânico com uma base.	

Funções nitrogenadas

Amina	$R-NH_2$ Primária		São compostos derivados da amônia (NH_3) pela substituição do hidrogênio por cadeias carbônicas.
	$R-NH-R$ Secundária		
	$R-N-R-R$ Terciária		
Amida			Possuem o nitrogênio ligado a um grupo carbonila ().
Nitrocompostos	$-NO_2$		Apresentam o grupo nitro (NO_2) ligado a cadeia carbônica.
Nitrilas	$-CN$		Substâncias que possuem o grupo CN.

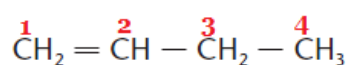
Nomenclatura dos compostos orgânicos

A nomenclatura oficial das cadeias carbônicas segue as orientações da IUPAC (União Internacional da Química Pura e Aplicada, sigla que vem do inglês

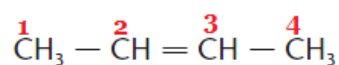
International Union of Pure and Applied Chemistry). Em geral, a seguinte formação é adotada:

Prefixo	Infixo	Sufixo
Número de carbonos.	Tipo de ligação entre os carbonos.	Função orgânica.

OBSERVAÇÃO: SE HOUVER INSATURAÇÃO, É NECESSÁRIO COLOCAR O NÚMERO DO CARBONO ANTES DO INFIXO.



buteno



but-2-eno

Prefixo

NÚMERO DE CARBONOS	PREFIXO	NÚMERO DE CARBONOS	PREFIXO
1	MET	6	HEX
2	ET	7	HEPT
3	PROP	8	OCT
4	BUT	9	NON
5	PENT	10	DEC

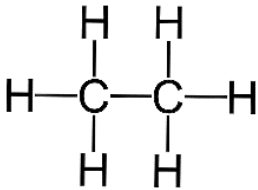
INFIXO

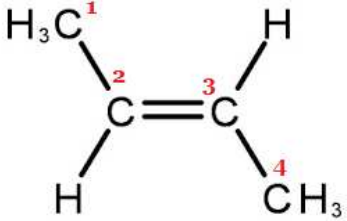
LIGAÇÕES	INFIXO
SIMPLES APENAS	AN
UMA DUPLA	EN
UMA TRIPLA	IN
DUAS DUPLAS	DIEN

SUFIXO

FUNÇÃO ORGÂNICA	SUFIXO	FUNÇÃO ORGÂNICA	SUFIXO
HIDROCARBONETO	O	ALDEÍDO	AL
ÁLCOOL	OL	ÁCIDO CARBOXÍLICO	ÁCIDO+ÓICO
CETONA	ONA	ÉSTER	ATO+ILA
ÉTER	OXI+ANO	AMINA	AMINA

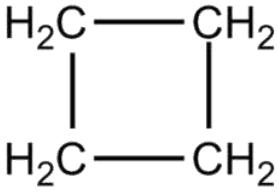
EXEMPLOS

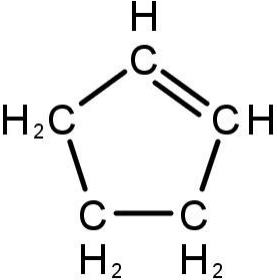
Prefixo: 2 átomos de carbono - ET	
Infixo: AN (apenas ligações simples)	
Hidrocarboneto: O	
Nome: ETANO	

Prefixo: 4 átomos de carbono - BUT	
Infixo: EN (uma ligação dupla)	
Hidrocarboneto: O	
Nome: BUT-2-ENO	



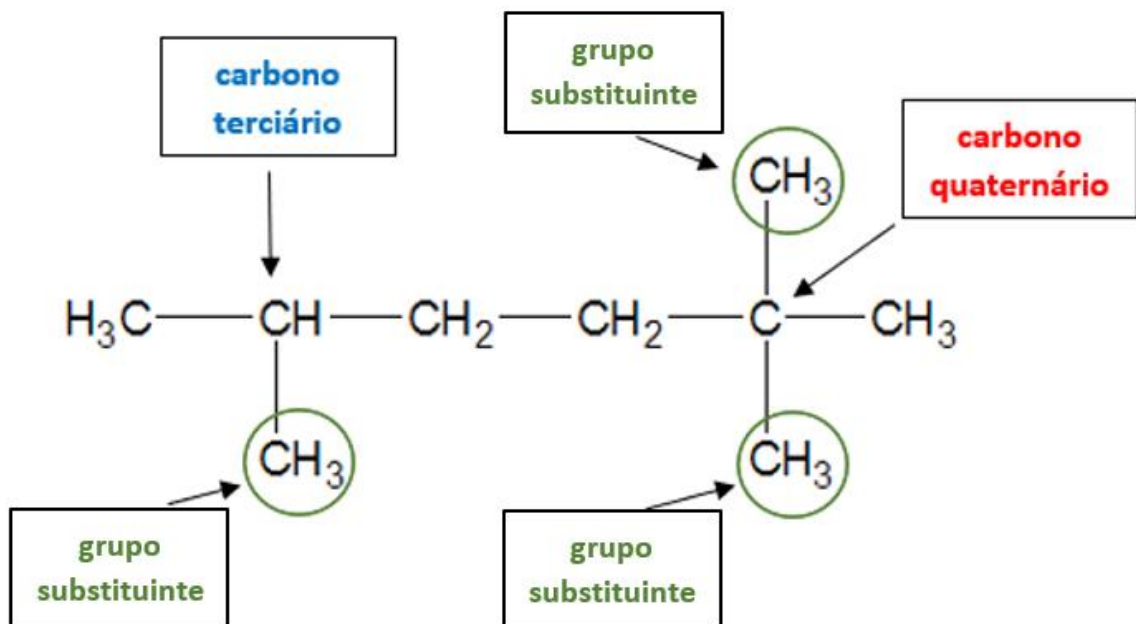
Quando uma molécula apresenta cadeia cíclica, deve-se acrescentar a palavra ciclo antes do nome.

Prefixo: 4 átomos de carbono - BUT	
Infixo: AN (apenas ligações simples)	
Hidrocarboneto: O	
Cadeia cíclica: CICLO	
Nome: CICLOBUTANO	

Prefixo: 5 átomos de carbono - PENT	
Infixo: EN (uma ligação dupla)	
Hidrocarboneto: O	
Cadeia cíclica: CICLO	
Nome: CICLOPENTENO	

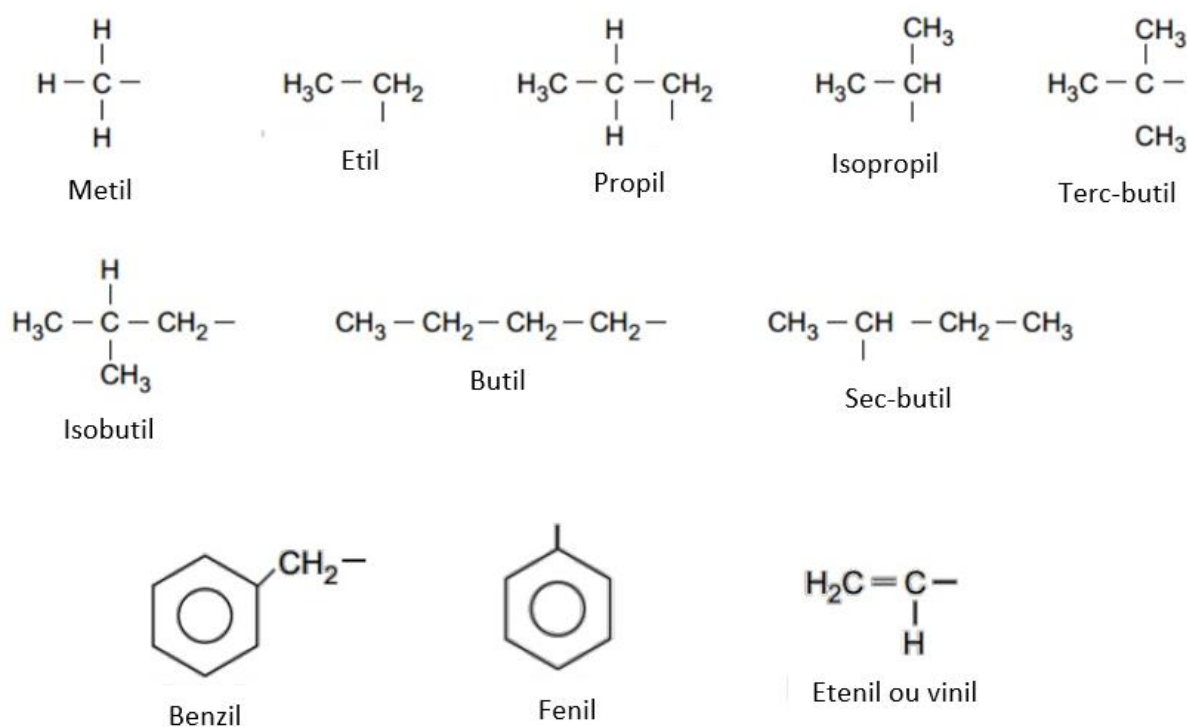
Hidrocarbonetos ramificados

A cadeia é ramificada quando possui carbonos terciários e/ou quaternários, dessa maneira, a estrutura apresentará grupos substituintes.



Grupos substituintes

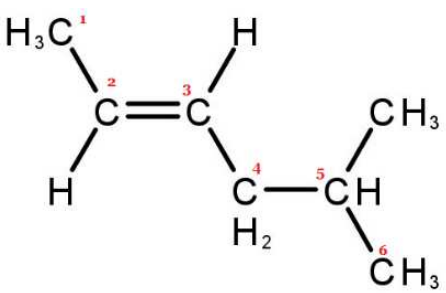
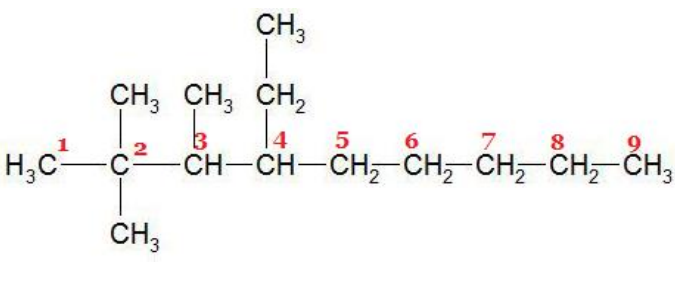
Corresponde ao agrupamento neutro de átomos que apresenta uma ou mais valências livres, é obtido por meio de cisão homóloga de uma molécula.



Nomenclatura de hidrocarbonetos ramificados

Para nomear uma cadeia ramificada, basta seguir os passos a seguir:

1. Encontrar a cadeia principal: aquela que possuir a maior quantidade de carbonos. Caso haja insaturações, devem ser incluídas na cadeia principal.
2. Nomear a cadeia principal utilizando as mesmas regras para os compostos sem ramificação.
3. Nomear os radicais e colocá-los em ordem alfabética. Se houver mais de dois radicais iguais, usa-se os prefixos “di”, “tri”, etc. antes do nome do radical.
4. Indicar a localização do radical na cadeia, ou seja, o número do carbono ao qual o radical está ligado. Numera-se a cadeia utilizando a regra como nas cadeias normais dos menores números.

	
5-metilex-2-eno	4-etil-2,2,3-trimetilnonano

ANOTAÇÕES

2. POLÍMEROS NO NOSSO DIA A DIA

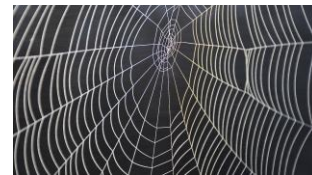


Embalagem de plástico.
Fonte: <http://bit.ly/2TL0LDN>



DNA humano. Fonte: <http://bit.ly/30IOcr5>

**O que as
imagens
têm em
comum?**



Teia de aranha. Fonte: <http://bit.ly/37g7V3P>



Prótese de mão. Fonte: <http://bit.ly/2RHuBn3>



Canudos de plástico. Fonte: <http://bit.ly/38p35Ba>

Em todas as figuras, temos a presença de polímeros nas suas estruturas. Estão presentes desde o DNA, no nosso organismo, até em próteses médicas sofisticadas. Sendo assim, podemos classificá-los em **naturais** (os existentes na natureza) e **sintéticos** (os fabricados pelo homem). Percebemos, então, que os polímeros não são “coisas novas”. Apesar de na maioria das vezes os relacionarmos aos plásticos, a sua abrangência é maior do que pensamos.

Na busca pelo desenvolvimento e por uma melhor qualidade de vida, o homem procurou aprimorar os materiais disponíveis ao seu redor de acordo com suas necessidades. Foi a partir de pequenas, mas notáveis observações, que os químicos procuraram reproduzir e melhorar os polímeros naturais. Mas como ocorreram essas mudanças nas estruturas dos polímeros? Como obtemos materiais tão versáteis que facilitaram bastante a nossa vida?

Podemos dizer que isso se deu em três etapas, por meio dos **polímeros naturais, polímeros naturais modificados e polímeros sintéticos**.

Polímeros naturais

São aqueles encontrados na natureza, produzidos por organismos vivos, que estão presentes na celulose, no amido, nas proteínas, nos lipídios, na quitina e, um dos mais conhecidos, o látex (borracha natural).

Fique de olho!



Borracha natural extraída de seringueira.
Fonte: <http://bit.ly/38r5WK3>



Fonte: <http://bit.ly/3oIfSfp>



Teia de aranha feita com proteínas.
Fonte: <http://bit.ly/3aBYI87>

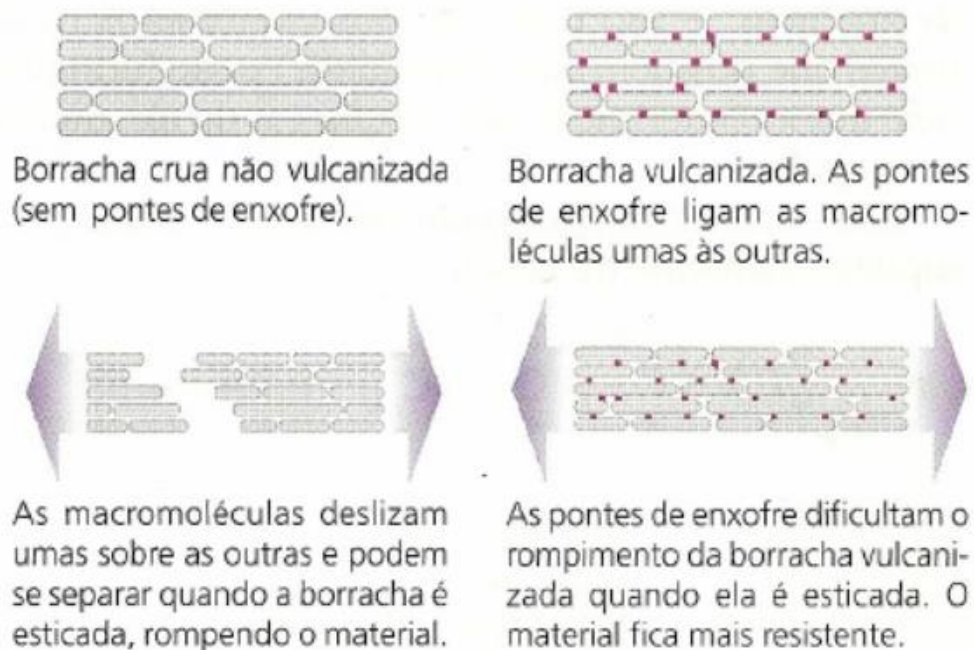
A borracha natural possui propriedades elásticas. Quando esticada retorna para sua forma original. Essa característica permitiu importantes pesquisas sobre esse material.

As teias de aranha são formadas por proteínas cinco vezes mais resistentes que um fio de aço de mesmo diâmetro.

Polímeros naturais modificados

A borracha natural teve um papel importante para o desenvolvimento dos polímeros. Tudo se deu pelo fato de possuir características elásticas que são muito diferentes dos sólidos conhecidos até então. Um problema que dificultava a utilização da mesma em larga escala era a sua mudança física influenciada pela temperatura. Quando submetida a altas temperaturas, ela ficava viscosa. E em baixas temperaturas ficava muito rígida. Como resolver essa situação?

Em 1839 Charles Goodyear (1800-1860) desenvolveu o processo de **vulcanização**, em que ao adicionar enxofre à borracha natural, conseguiu fazer com que esse material fosse mais resistente às variações de temperatura e mais durável. Isso só foi possível porque as ligações cruzadas de enxofre na borracha vulcanizada dificultavam o rompimento do material quando esticado.



Diferenças entre a borracha crua e vulcanizada. Fonte: FONSECA, Martha Reis Marques da (2007, p. 288).



A extração da borracha natural foi muito importante para a economia brasileira, sendo esse período conhecido como o Ciclo da Borracha. Saiba mais acessando o QR Code ao lado.



Após a vulcanização da borracha surgiram os polímeros derivados de celulose: “Parkesina”, celuloide e celofane.

Alexander Parkes (1813-1890) buscando obter um substituto para a borracha, criou em 1870 uma resina a partir de celulose, que foi apresentada na Exposição Internacional de Londres e ficou conhecida como “Parkesina”. Devido ao custo elevado de produção, essa resina não prosperou.

Já o segundo polímero feito a partir de celulose foi produzido em 1870 por John Hyatt (1837-1920) que, buscando ganhar um prêmio oferecido pela empresa Phelan e Collander para a descoberta de um novo material que substituísse o marfim na fabricação de bolas de bilhar, aperfeiçoou o nitrato de celulose adicionando cânfora, o que lhe conferiu estabilidade e ficou conhecido como celuloide.



Celuloide foi muito utilizado na indústria cinematográfica e fotográfica, porém tinha como ponto negativo o fato de ser muito inflamável e sofrer combustão espontânea.

Fonte: <http://clubedoceluloide.blogspot.com/2014/05/o-que-e-celuloide.html>

O celofane surgiu em 1905 quando o engenheiro químico Jacques Brandenberger (1872-1954) procurou criar uma toalha impermeável e mais higiênica a partir da celulose.

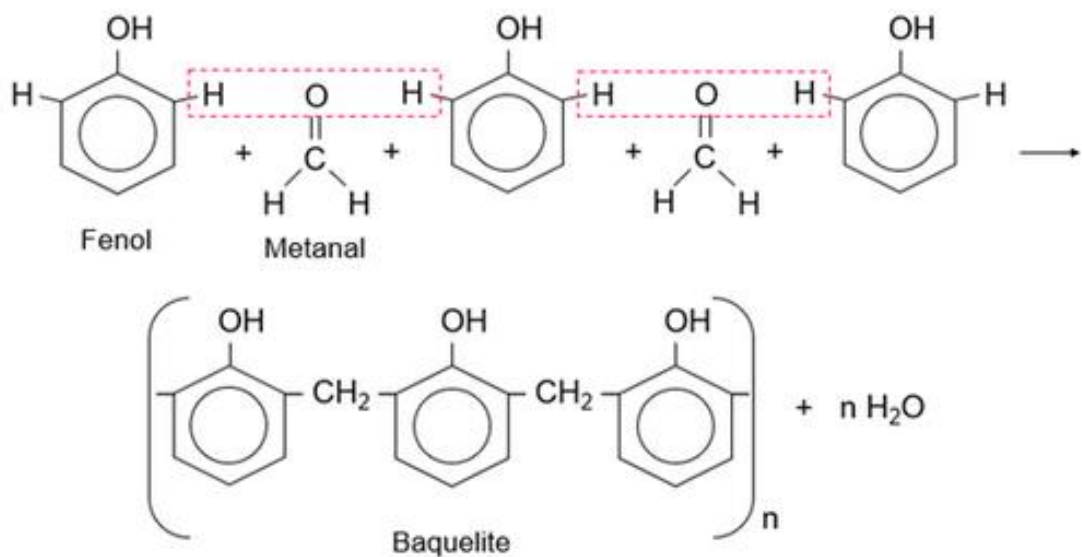


Para saber mais sobre a história do celofane, acesse o QR Code ao lado. Bons estudos!



Polímeros sintéticos

O primeiro material polimérico totalmente sintético se deu em 1909 por Leo Hendrik Baekeland (1863-1944) ao produzir a resina de fenol-formaldeído conhecida como **baquelite**. Foi a partir desse momento que começou a grande revolução na indústria dos plásticos, tornando possível gerar materiais em escala comercial. Esse composto é quimicamente estável, moldável quando aquecido e bem rígido quando resfriado, sendo resistente ao calor e à eletricidade.



Reação de formação da resina fenol-formaldeído (baquelite). Fonte: <http://bit.ly/2RNdj7K>

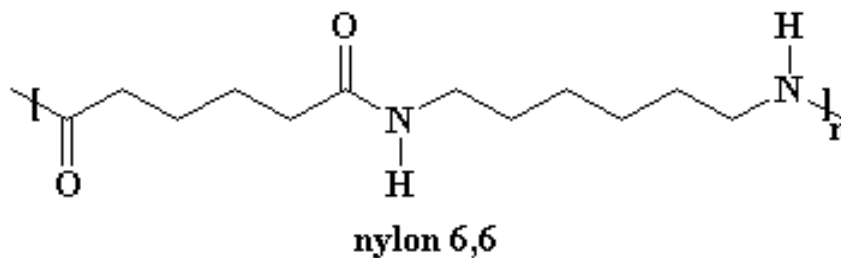


Telefone feito de baquelite. Fonte: <http://bit.ly/37oMuxn>.

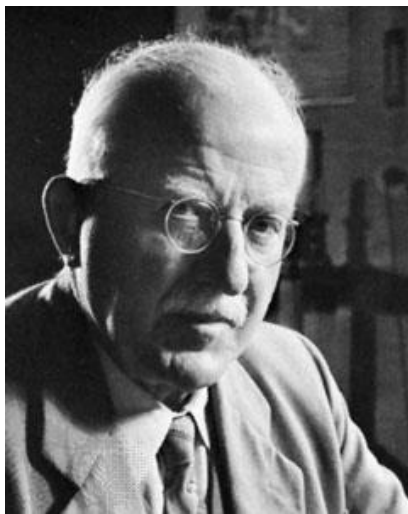
A partir da descoberta da baquelite, as pesquisas para o desenvolvimento dos materiais poliméricos se aprofundaram. Em 1920, Staudinger (1881-1965) propôs o conceito de macromoléculas, contrariando a crença da época de que os polímeros fossem agregados coloidais. Por essa descoberta, recebeu o Prêmio Nobel em 1953.

As pesquisas e descobertas de novas técnicas para a obtenção de materiais sintéticos possibilitou avanços nas técnicas de polimerização, destacando os químicos Hermann Staudinger e Wallace H. Carothers (1896-1937), pioneiros nesse campo.

Staudinger realizou trabalhos sobre a poliadição e Carothers estudou a policondensação, descobrindo um dos mais importantes materiais: o Nylon 6,6, em 1935, pela empresa americana DuPont.



Fórmula do Nylon 6,6. Fonte: <https://cutt.ly/HfmyKbB>



Hermann Staudinger
Fonte: <http://bit.ly/2RSogFb>



Wallace Carothers
Fonte: <http://bit.ly/36sD8j3>

O nylon foi a primeira fibra têxtil sintética produzida e trouxe importantes benefícios para a indústria. No período da Segunda Guerra Mundial, com a escassez de matérias-primas naturais, como a borracha e a seda, os Estados Unidos o utilizaram como base para a produção de paraquedas, tanques combustíveis e redes de descanso. À época, as mulheres americanas contribuíram doando suas meias finas para o exército.



Doando meias para a guerra.
Fonte: <http://bit.ly/2t3LtvV>.



Filas para a compra de meias calças após a Segunda Guerra.
Fonte: <http://bit.ly/313gxIO>.



Saiba mais: **COMPÓSITOS POLIMÉRICOS.**

São materiais estruturais resultantes da combinação de polímeros com fibras de reforço tais como vidro, carbono, aramida e basalto. Os compósitos trouxeram grandes avanços e melhorias aos materiais. Acesse o QR Code ao lado. Bons estudos!

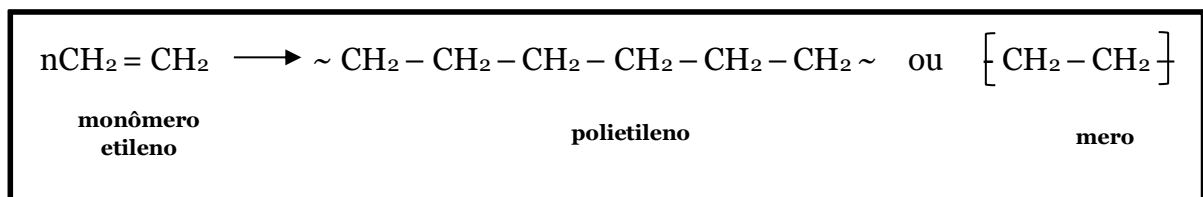
ANOTAÇÕES

3. POLÍMEROS E SUAS CARACTERÍSTICAS

Conceitos fundamentais

Os polímeros são macromoléculas orgânicas ou inorgânicas formadas a partir de unidades menores e repetitivas chamadas de **meros**. Esses são obtidos a partir dos **monômeros**, moléculas simples que dão origem ao polímero. Dessa forma, podemos agora compreender bem o significado da palavra *polímeros*, que do grego, temos: poli = muitos e meros = partes.

A união dos meros para a formação de macromoléculas se dá por meio de reações de polimerização. As ligações químicas presentes nesse processo são do tipo covalente (compartilhamento de elétrons) e os compostos originados possuem elevada massa molar.



Reação de polimerização do etileno.



Relembre!

As ligações químicas podem ser covalentes, iônicas ou metálicas. Abaixo temos um quadro com as principais características.

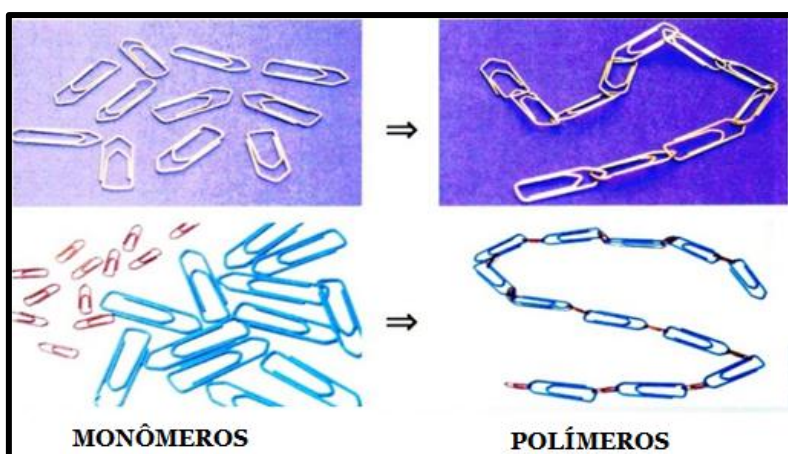
LIGAÇÃO	CARACTERÍSTICAS	ELEMENTOS
COVALENTE	Compartilhamento de elétrons.	Ametal + Ametal Ametal + Hidrogênio
IÔNICA	Transferência de elétrons.	Metal + Ametal Metal + Hidrogênio
METÁLICA	Cátions de elementos metálicos envoltos por nuvem de elétrons.	Entre metais



Ainda com dúvidas sobre ligações químicas?
Acesse o QR Code ao lado.



Uma analogia muito interessante para compreender a formação dos polímeros ocorre na figura a seguir.



Cada clipe representa um monômero, ou mero, à medida que se unem formam os polímeros.

Fonte: <https://cutt.ly/ZaXwXB3>

Reações de polimerização

As reações de polimerização podem ocorrer de duas formas: por **adição** ou por **condensação**.

Reação de adição ou poliadição

Os polímeros são obtidos pela combinação de monômeros, iguais ou diferentes, por meio do rompimento da ligação π existente entre os carbonos. Nesse processo não há liberação de moléculas ou átomos.

A seguir há exemplos das principais reações de poliadição.

- **Teflon** (Revestimentos antiaderentes de panelas, isolantes elétricos, canos, válvulas e registros).



Panela com revestimento de teflon

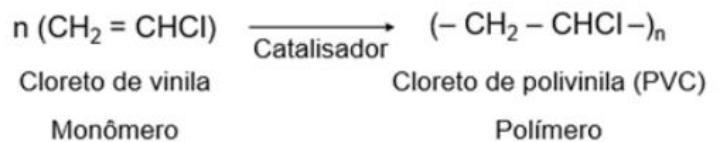


Fonte: <http://bit.ly/2RNdj7K>

- **PVC** (Tubulações, discos de vinil, mangueiras e capas de chuva).



Disco de vinil

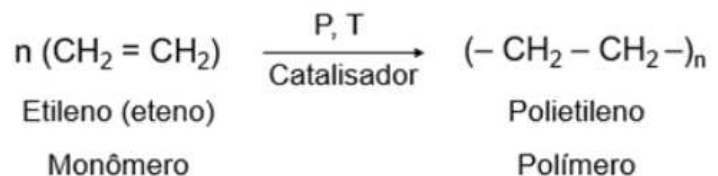


Fonte: <http://bit.ly/2RNdj7K>

- **Polietileno** (Garrafas plásticas, brinquedos, sacolas, fios de isolamento).



Garrafas plásticas de polietileno

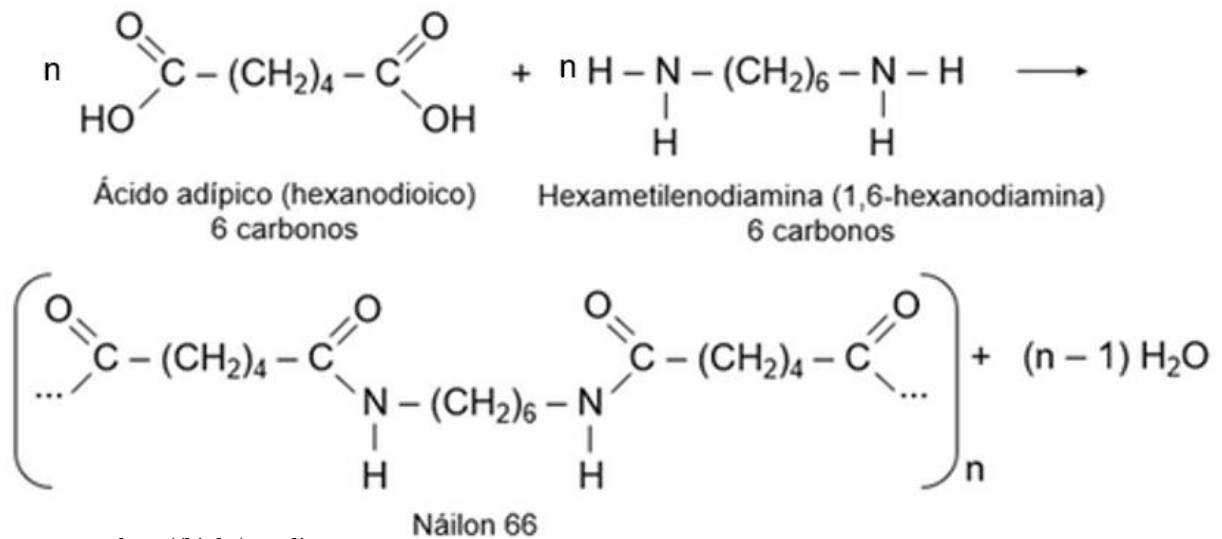


Fonte: <http://bit.ly/2RNdj7K>

Reação de condensação ou policondensação

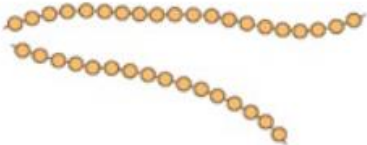

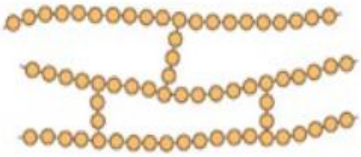
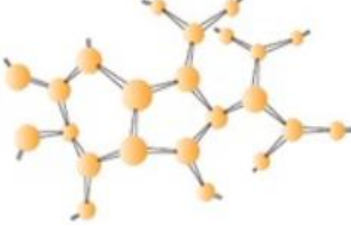
Os polímeros são obtidos pela combinação de monômeros, iguais ou diferentes, por meio da liberação de átomos ou moléculas (geralmente água). Os monômeros não necessitam possuir insaturações, mas pelo menos dois grupos funcionais diferentes.

A seguir há exemplos de algumas reações de policondensação.



Fonte: <http://bit.ly/2RNdj7K>

Estrutura dos polímeros

TIPOS DE CADEIAS	CARACTERÍSTICAS	EXEMPLOS	CADEIAS POLIMÉRICAS
Linear	Os monômeros são unidos em cadeias sem ramificações.	Polietileno, poliestireno, náilon.	
Ramificada	Os polímeros possuem cadeias com estruturas ramificadas e isoladas.	Polietileno de baixa densidade.	
Com ligações cruzadas	As cadeias lineares estão unidas por meio de ligações covalentes.	Borrachas, elásticos, materiais borrachosos.	
Reticulada	Polímeros que possuem muitas ligações cruzadas formando redes tridimensionais.	Epóxis, fenol-poliuretanas.	

Fonte: <http://bit.ly/3aMNtY>.

ATENÇÃO!

Quanto mais ramificada a cadeia polimérica, menor a sua densidade. Quanto mais linear, maior a facilidade de acoplamento e maior a densidade e temperaturas de fusão e ebulição dos polímeros.

Classificação dos polímeros

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	EXEMPLOS
Termoplásticos	Podem ser fundidos, suas cadeias encontram-se separadas. Ao serem aquecidos, as cadeias poliméricas podem deslizar uma sobre as outras possibilitando que o sólido possa ser derretido.	CDs, garrafas PETs.
Termofixos ou termorrígidos	Quando aquecidos, não sofrem fusão e sim, decomposição. Esses polímeros possuem cadeias poliméricas interligadas, o que os impedem de derreter.	Caixa d'água, tomadas.
Elastômeros	É uma classe intermediária entre os termoplásticos e termofixos. Não são fusíveis, porém apresentam alta elasticidade, não sendo rígidos como os termofixos.	Pneus, mangueiras.

Fonte: Elaboração própria.

Reciclabilidade

Os polímeros **termorrígidos** e os **elastômeros** não podem ser reciclados de forma direta. Ao serem aquecidos, não se liquefazem, mas sofrem decomposição.

Já os **termoplásticos** possuem reciclagem tecnicamente possível, pois são fusíveis, ou seja, podem ser aquecidos e resfriados diversas vezes.



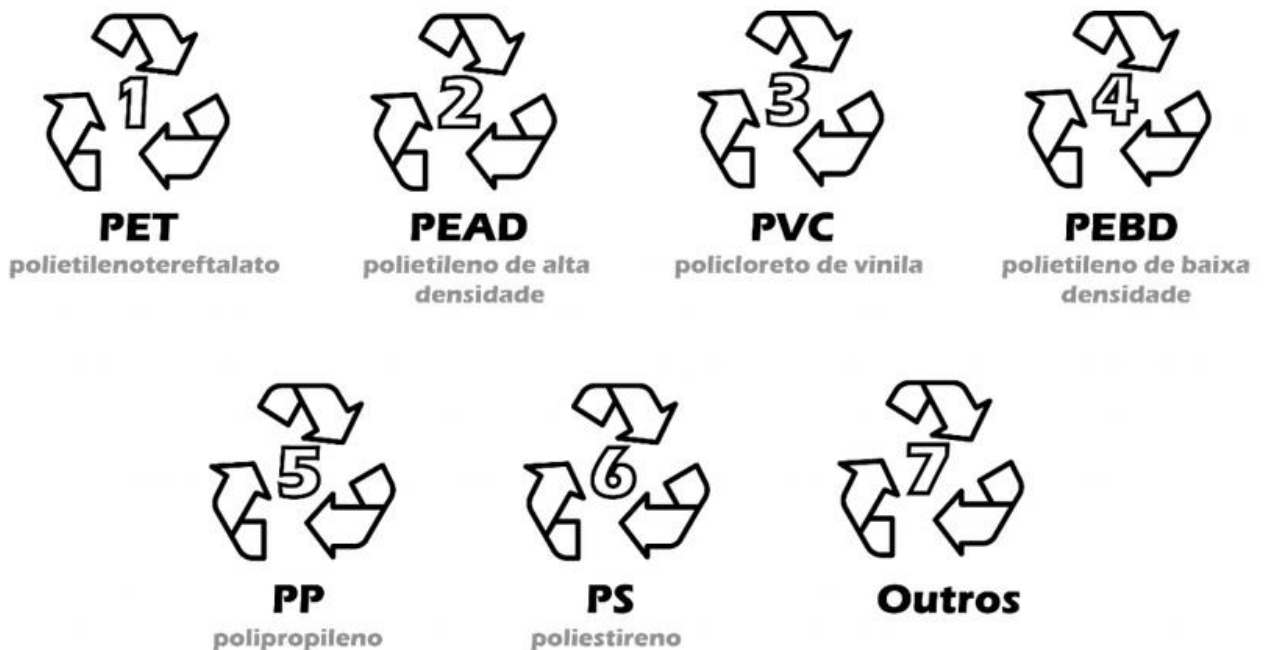
Ainda com dúvidas sobre a reciclagem dos plásticos? O vídeo proposto no QR Code ao lado vai te ajudar!



Identificação numérica dos termoplásticos

A fim de sabermos o tipo de plástico que estamos utilizando e facilitar o processo de descarte seletivo, as indústrias seguem um padrão adicionando um símbolo constituído de setas com números ao centro em seus rótulos.

O Brasil segue os parâmetros técnicos internacionais de numeração (NBR 13.230:2008) e a classificação se dá em seis diferentes classes, com mais uma opção (outros) para produtos fabricados com combinação de diferentes resinas e materiais.



Fonte: <http://bit.ly/3aGt6ho>

TIPO	CARACTERÍSTICAS	PRODUTOS
PET	Leve, transparente, impermeável, inquebrável.	Garrafas para uso alimentício e hospitalar, cosméticos, fibras têxteis etc.
PEAD	Resistente a baixas temperaturas, inquebrável, leve impermeável, rígido e com resistência química.	Embalagens para detergentes e óleos automotivos, sacolas de supermercado, tampas, potes etc.
PVC	Rígido, transparente, impermeável, inquebrável.	Embalagens para água mineral, maioneses, sucos, bolsas de sangue etc.
PEBD	Flexível, leve, transparente e impermeável.	Sacolas para supermercado, bolsa para soro medicinal, sacos de lixo etc.
PP	Conserva o aroma, é inquebrável, transparente, brilhante, rígido e resistente a mudanças de temperatura.	Filmes para embalagens e alimentos, tubos para água quente, caixas de bebidas, seringas descartáveis etc.
PS	Impermeável, inquebrável, rígido, transparente, leve e brilhante.	Potes para iogurtes, sorvetes, aparelhos de barbear descartáveis, brinquedos etc.
OUTROS	Flexibilidade, leveza, resistência à brasão, possibilidade de design diferenciado.	Plásticos especiais e de engenharia, eletrodomésticos etc.

Fonte: <http://bit.ly/2GvfTdF> (Adaptado).

Natureza dos monômeros

De acordo com os monômeros, os polímeros podem ser classificados em **homopolímeros** ou **copolímeros**.

HOMOPOLÍMEROS

São polímeros derivados de apenas um único tipo de monômero.



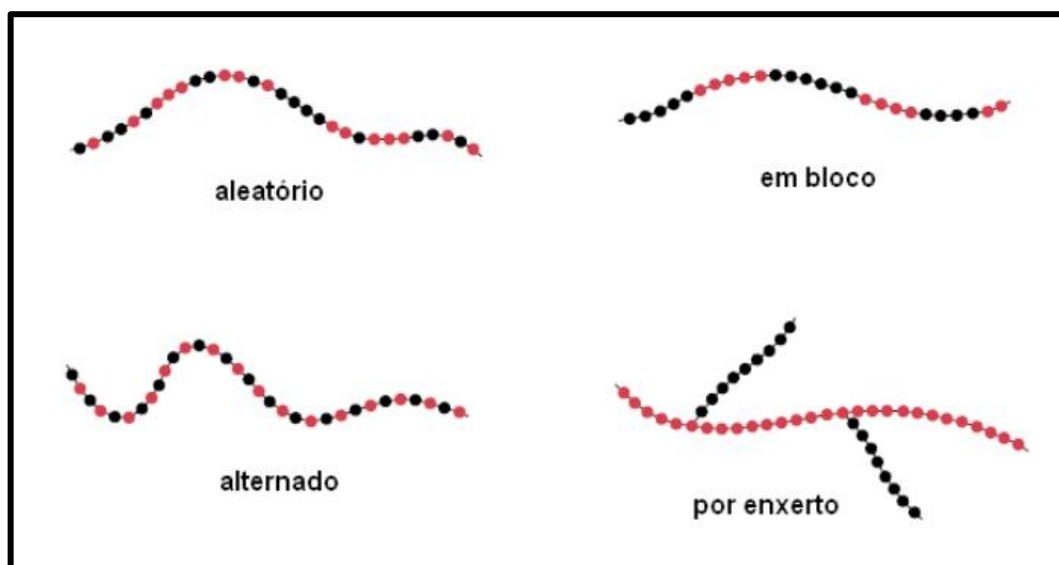
COPOLÍMEROS

São formados por mais de um tipo de monômero.



De acordo com a distribuição dos diferentes meros dentro da cadeia polimérica, os copolímeros podem ser classificados em:

- **Alternados:** os meros estão distribuídos de forma alternada.
- **Em blocos:** os copolímeros são formados por sequência de meros iguais de comprimentos variáveis.
- **Aleatório:** os meros estão dispostos de forma desordenada.
- **Enxertado:** a cadeia principal do copolímero é formada por um tipo de unidade repetitiva, enquanto o outro mero forma a cadeia lateral.



Fonte: <https://cutt.ly/2aXum8H>

4. PLÁSTICOS

A palavra plástico é derivada do grego *plastikós* e significa aquilo que pode ser moldado por ação do calor e pressão. Os plásticos (polímeros sintéticos) surgiram com a necessidade de minimizar a falta de recursos naturais, além de aperfeiçoá-los e produzi-los em larga escala a um preço acessível. Eles proporcionaram meios para que as novas tecnologias prosperassem, beneficiando tanto a indústria como os consumidores em geral.



Grânulos de plásticos. Fonte: <http://bit.ly/37Mv6Tk>.

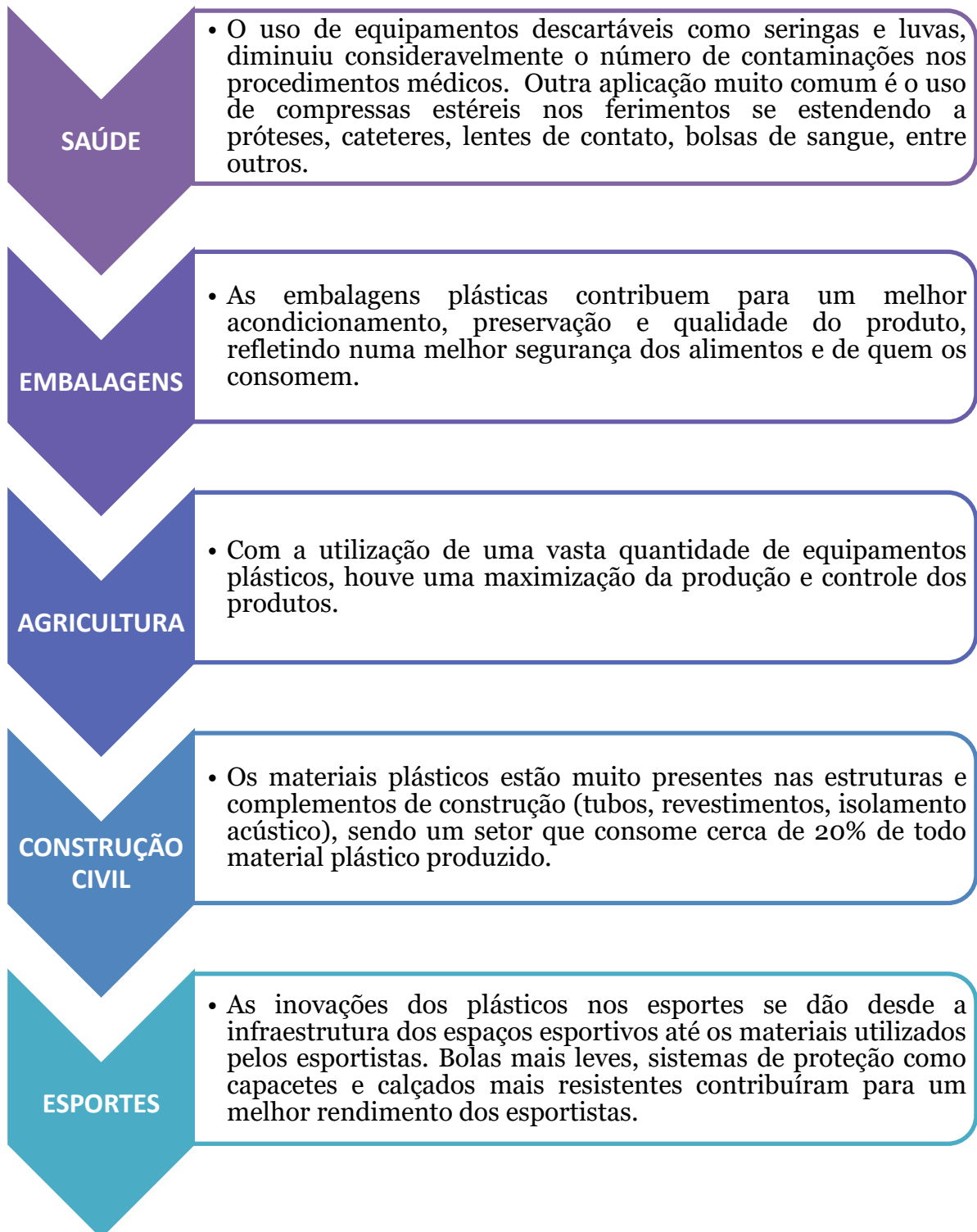
Mas por que os plásticos fazem tanto sucesso? Para responder a essa pergunta vamos nos ater em três principais considerações:

- Os recursos naturais são finitos e não acompanham a indústria, que cresce rapidamente precisando de reposição de materiais no mesmo ritmo.
- Os plásticos possuem propriedades muito versáteis, são resistentes, leves e isolantes.
- Fáceis de moldar, permitindo a produção de objetos com bom acabamento e custo-benefício.

Assim, percebemos o quão dependentes estamos desses materiais e que ao comparar com a sociedade em épocas anteriores, concluímos que os mesmos contribuem para melhorar a nossa qualidade de vida. Atualmente, os plásticos estão em toda parte, de modo que hoje estamos na chamada **Era dos Plásticos**. Nada mais justo, uma vez que é a partir deles foi possível avançar em diversas áreas da ciência e da vida em sociedade.

Benefícios dos plásticos

As inovações que os plásticos trouxeram, possibilitaram imprescindíveis mudanças em variadas áreas da nossa sociedade. Veja alguns destaques a seguir.



Plásticos e meio ambiente

Os avanços na descoberta de materiais são de grande importância para todos e esse progresso deveria vir acompanhado de atividades que procurassem reduzir ao máximo os impactos ambientais ocasionados na biodiversidade.

As futuras gerações têm o direito de vivenciar a natureza em sua plenitude, porém quando fazemos uma associação entre plástico e meio ambiente, é comum vir em nossa mente situações relacionadas à destruição e agressão à natureza.

Refleta... O que poderíamos fazer para melhorar essa situação?



Fonte: <http://bit.ly/2NjxcT1>



Fonte: <https://bityli.com/1ye7kyli.com>



Fonte: <https://bityli.com/guq1w>



Fonte: <http://bit.ly/2NjxcT1>



Fonte: <http://bit.ly/32eZDWl>

Será que a solução é deixar de usar plásticos? Não, pois o problema não é do plástico em si, mas do modo que é descartado no ambiente. Até conseguiríamos viver sem esse material, porém a vida não teria as comodidades e facilidades de hoje.

A questão então é: **Como usar esses produtos causando os menores impactos possíveis no ambiente?**

Conscientizar os consumidores sobre a importância de serem responsáveis pelo que se consomem (incluindo os resíduos gerados) e a criação de políticas públicas que tornem as empresas responsáveis pelos plásticos produzidos (desenvolvendo pesquisas para a produção de materiais que degradem mais rapidamente ou que reutilizem em seus processos) são possíveis caminhos para um mundo mais sustentável.

Os diferentes tipos de plástico possuem variadas composições químicas, o que reflete em propriedades distintas e em sua decomposição. Assim, é preciso que compreendamos que de acordo com a estrutura do material, haverá um tempo de degradação. Reconhecer os polímeros de acordo com o seu código, como mostrado anteriormente, facilita o processo de reciclagem.

Material	Tempo de degradação
Cordas de náilon	30 anos
Embalagens PET	mais de 100 anos
Esponjas	indeterminado
Isopor	indeterminado
Luvas de borracha	indeterminado
Plásticos (embalagens, equipamentos)	até 450 anos
Pneus	indeterminado
Sacos e sacolas plásticas	mais de 100 anos

Fonte: <https://cutt.ly/biHPA9e>

A resistência à ação do tempo é um grande benefício dos plásticos, mas também é causa de grandes prejuízos para a natureza. Os polímeros sintéticos demoram muitos anos para se decompor.

O crescimento populacional ocasionou um aumento no consumo dos materiais poliméricos, elevando a produção, utilização e descarte, principalmente os plásticos.

Vivemos em um mundo onde o desenvolvimento está ligado de uma maneira direta ou indireta à utilização de polímeros sintéticos.

O emprego dos plásticos trouxe uma democratização nos bens de consumo, possibilitou que todas as classes da sociedade pudessem ter acesso a produtos que até então era privilégio de poucos. Os plásticos são materiais economicamente viáveis. Eram tão baratos que não tinha porque reutilizá-los. Assim, passaram a ser encarados como sinônimo de descartável e sua produção cresceu de forma exponencial nos últimos anos. O problema se deu quando os plásticos começaram a ser descartados em grande escala.

Apesar de esses materiais serem produzidos para durar, o que justifica a sua baixa degradabilidade, como visto anteriormente, descartar os plásticos de uma maneira correta e consciente vem sendo a busca de inúmeros pesquisadores. Será que não podemos mudar algumas atitudes e fazermos nossa parte a fim de causar menos danos ao meio ambiente? Pense nisso!



Fonte: <https://cutt.ly/wiHAUA8>

Diferença entre lixo, resíduo e rejeito

Muitos pensam que as palavras lixo, resíduo e rejeito possuem o mesmo significado, mas não é bem assim! É preciso que compreendamos bem as definições para que possamos acertar na hora de tomarmos atitudes conscientes no nosso dia a dia.

- **Lixo** é qualquer material que não possui mais nenhuma utilidade, sem a possibilidade de ser reutilizado ou reciclado.
- **Resíduos** são sobras de materiais que poderão ser reutilizadas (recicladas ou remanejadas) em outros processos, de modo que o seu ciclo de vida útil possa ser aumentado.
- **Rejeitos** são resíduos que não possuem mais nenhum tipo de reaproveitamento ou reciclagem, sendo, portanto, necessário encaminhá-lo para um descarte que cause o menor impacto para o meio ambiente.



Fique ligado!



Fonte: <http://bit.ly/2NIW46D>

Não existe *coleta seletiva de lixo*, pois lixo é inutilizável e não pode ser reutilizado. O correto é *coleta seletiva de resíduos*, pois estes sim podem ser reciclados.

Simple atitudes podem proporcionar uma diferença enorme no meio ambiente como, por exemplo, trocar os canudos plásticos por um de papel, metal ou outro material biodegradável.

Pense... Que outros materiais poderíamos deixar ou diminuir o consumo a fim de que possamos contribuir de maneira efetiva com a preservação do meio ambiente?



Fonte: <https://cutt.ly/tiHFxzN>



Assista ao documentário Oceano de Plástico e perceba a importância de um descarte correto do plástico que consumimos.



Microplásticos

O plástico derivado do petróleo mesmo quando degradado, não se desfaz e continua a existir na forma de microplásticos, partículas com até 5 mm. Estão presentes em toda a parte: no ar que respiramos, em ambientes terrestres e aquáticos.

Na água, essas micropartículas podem ser confundidas com alimentos pelos animais marinhos que acabam por consumi-las causando problemas em seu aparelho digestivo.

Os microplásticos também são ingeridos pelo homem, por meio da água que bebemos e em alimentos que consumimos (no sal e nos peixes existem esse material). Os microplásticos podem ser classificados em primários ou secundários. Observe o esquema a seguir.



Fontes de microplásticos. <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/07/08/a-ameaca-dos-microplasticos/>(Adaptado).



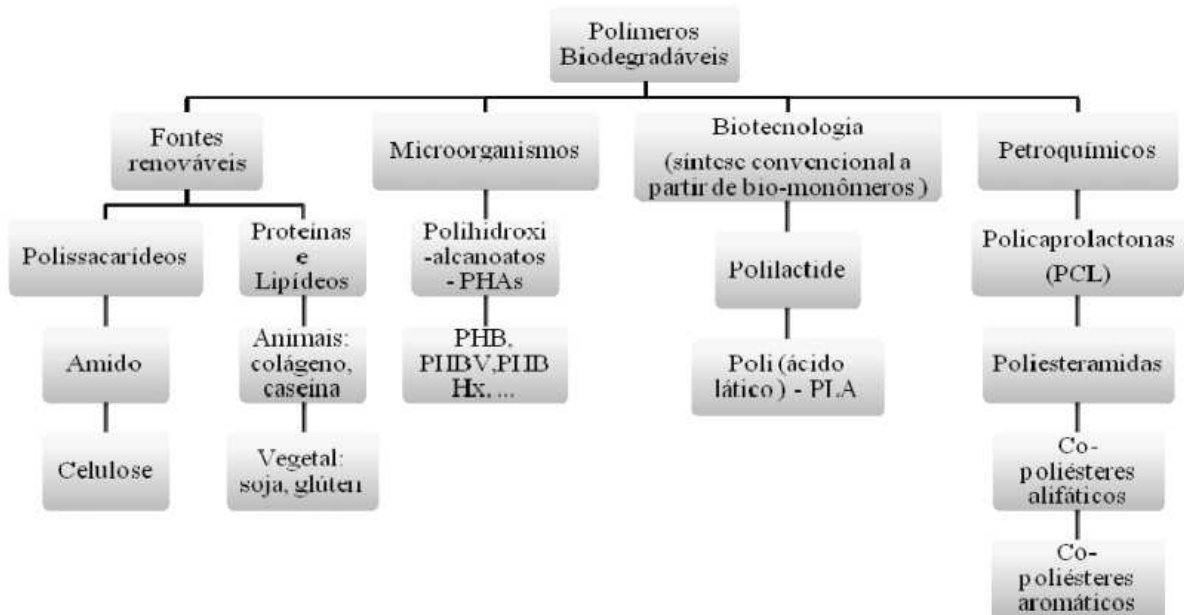
O QR Code ao lado contém mais informações sobre a presença dos microplásticos no corpo humano.



Polímeros biodegradáveis

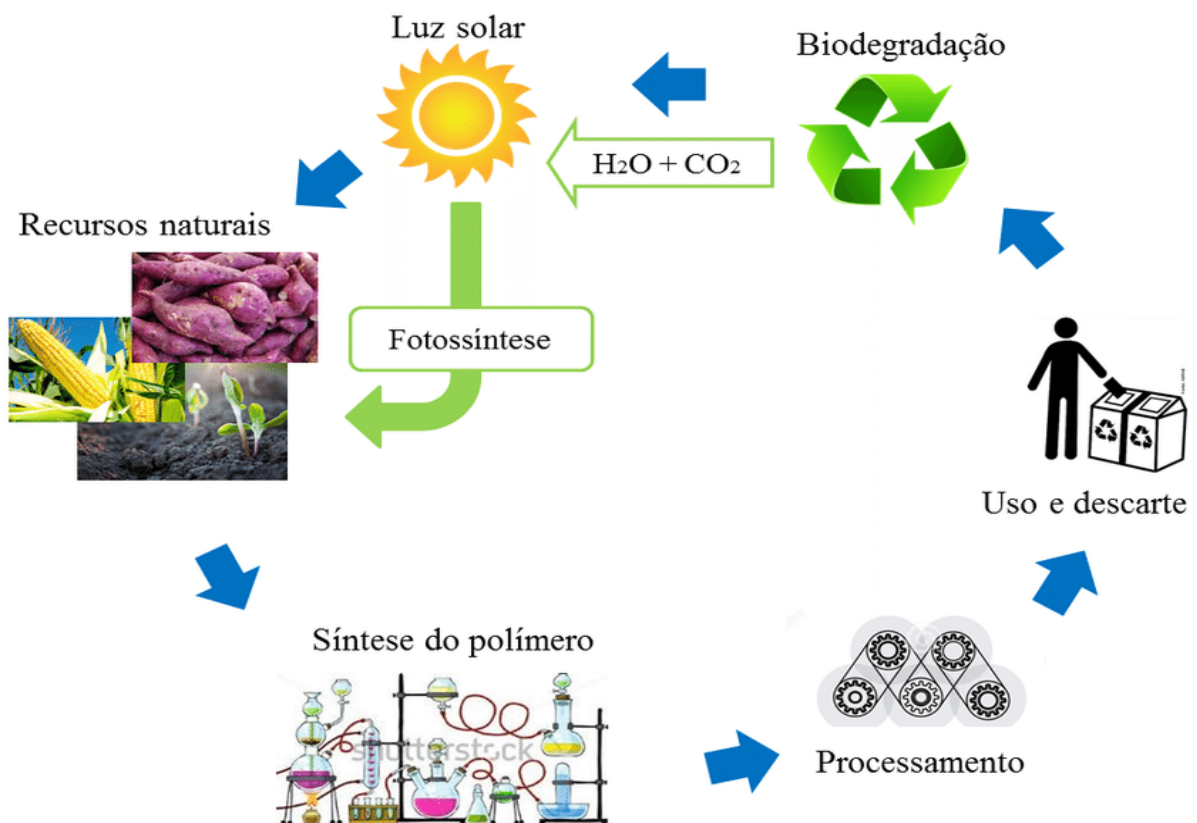
Os polímeros biodegradáveis sofrem biodegradação com relativa facilidade, se integrando totalmente à natureza. Uma substância é considerada biodegradável quando os microrganismos presentes no meio ambiente forem capazes de degradá-las. Assim, a utilização de materiais com caráter de biodegradabilidade visa diminuir o volume de resíduos poliméricos descartados, buscando uma melhor solução para a grande quantidade de materiais existentes no ambiente.

A obtenção dos polímeros biodegradáveis se dá tanto por compostos naturais renováveis (milho, celulose) como pela utilização do petróleo ou mistura de biomassas com petróleo (policaprolactonas, poliésteramidas). O fluxograma a seguir apresenta a classificação de alguns polímeros biodegradáveis e suas fontes de obtenção.



Polímeros biodegradáveis e suas fontes de obtenção. Fonte: Brito et al. (2011).

Os polímeros biodegradáveis que estão mais em evidência são os de fontes renováveis, uma vez que ambientalmente trazem uma contribuição maior para o meio ambiente, permitindo um balanço de gás carbônico positivo após a compostagem.



Ciclo dos polímeros biodegradáveis provenientes de fontes renováveis. Fonte: <https://cutt.ly/BiHXYsD>

Bioplásticos

Os **bioplásticos** conhecidos como “**plásticos verdes**” ou biobaseados possuem estrutura química **similar** aos compostos **derivados de petróleo**, porém sua matéria-prima é proveniente total ou parcialmente de fontes renováveis, derivadas de biomassa de resíduos agroindustriais.

A biomassa pode ser obtida de alguns materiais orgânicos que estejam disponíveis na natureza tais como bagaços de cana-de-açúcar, restos de origem vegetal e animal, consistindo em uma importante forma de obtenção de carbono que não seja do petróleo.

Ao se utilizar um substrato orgânico de origem vegetal como fonte de matéria-prima, haverá uma compensação para a emissão de gases nocivos. Isso ocorre porque durante seu desenvolvimento, o vegetal retirou gás carbônico (CO₂) da atmosfera. Assim, ao ser queimado devolverá o gás carbônico consumido ao ambiente. Se o plástico vem do petróleo, ao ser queimado, apenas acrescentará gás carbônico. A seguir observamos exemplos de biomassa.

Lenha de eucaliptos



Cavaco de madeira



Pellets de resíduos de madeira

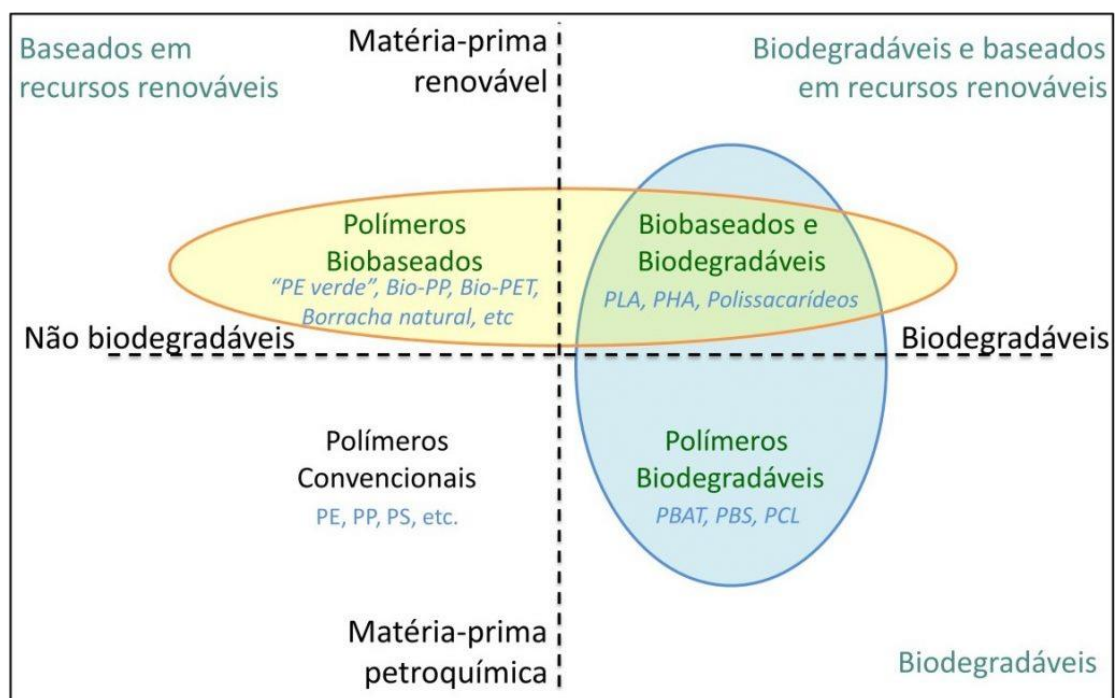


Pellets de bagaço de cana-de-açúcar



Fonte: <http://ecogetec.com.br/entenda-biomassa/>.

A produção dos bioplásticos está intimamente ligada à sustentabilidade ambiental. Os cientistas buscam soluções para a redução de gases do efeito estufa e a degradação desses compostos na natureza. Porém, é importante salientar que os polímeros do tipo biobaseados, ou de base biológica, (bioplásticos) são semelhantes aos polímeros petroquímicos quanto a geração de resíduos. Além disso, vale destacar que apesar de os bioplásticos utilizarem biomassa, nem todos são degradáveis e que também existem plásticos comuns com aditivos que estimulam o processo de biodegradação.



Diferenças entre os tipos de polímeros. Fonte: <https://cutt.ly/CiH9wY6>

ANOTAÇÕES

5. CONSUMO CONSCIENTE DE PLÁSTICOS

O que é consumo consciente?

Vivemos em uma sociedade onde o ritmo de produção e de consumo é acelerado. Os recursos naturais não conseguem acompanhar essa transformação e, conseqüentemente, isso impacta a nossa vida e o ambiente.



Fonte: <https://cutt.ly/BiH44Fv4404994/>

Ter consciência dos impactos positivos e negativos gerados pelo consumo contribui para uma tomada de decisão na hora de adquirirmos os produtos. Isso reflete na escolha do tipo de material, de quem se compra e nas formas de descarte.

O consumo vai se tornando, aos poucos, mais consciente. Mudanças pequenas nos hábitos hoje podem trazer grandes benefícios no futuro.

Consciência na utilização dos plásticos

Sabemos que hoje é praticamente impossível não usar plásticos no dia a dia. Sua versatilidade facilita muito as tarefas cotidianas e proporciona importantes avanços para a vida em sociedade. A questão é que devemos utilizar os plásticos com responsabilidade e consciência.



Fonte: <https://cutt.ly/riH4A4c>

Grande parte dos materiais plásticos, viram resíduos em um curto espaço de tempo, tal como copos, colheres, canudos e embalagens.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast), em 2013, cada brasileiro consumiu cerca de 34 kg de plástico, abaixo da média mundial que é de 40 kg por habitante ano. É muito plástico! Desse modo, é preciso que coloquemos em prática os conceitos do consumo consciente para que aos poucos possamos mudar nossas atitudes e exercer nossa cidadania por meio de simples escolhas.

A sustentabilidade, ações que visam suprir as necessidades atuais sem prejudicar as futuras gerações, nos fornece quatro práticas que colaboram para uma relação mais harmônica entre consumidor e meio ambiente. Essas práticas são conhecidas como os 4 R's (reduzir, reutilizar, reciclar e repensar) e visam incentivar posturas para uma melhora na relação homem e meio ambiente.



6. PRÁTICAS COM MATERIAIS POLIMÉRICOS

ATENÇÃO: A REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS A SEGUIR DEVERÁ SER ACOMPANHADA POR UM ADULTO.

Canudos biodegradáveis de papel

Objetivos

- Produzir uma cola a partir de um polímero natural.
- Confeccionar canudos biodegradáveis de papel envoltos em um filme polimérico.

Materiais

- **Para a cola de amido (filme polimérico)**

50 g de farinha de trigo ou amido de milho/mandioca	1 panela
150 mL de água	Fogão a gás
15 mL de vinagre	Frasco com tampa

- **Para a confecção dos canudos**

Folhas de papel A4	Palito de churrasco	Régua
Papel manteiga	Cotonetes	Tesoura
Cartão de crédito antigo ou espátula	Lápis	Luvas

Procedimentos

- **Preparo da cola**

Misture 50 g de farinha com 150 mL de água em uma panela e misture bem. Quando a farinha estiver homogeneamente distribuída na água, leve ao fogo e mexa até a mistura ficar com textura de cola (é bem rápido, leva em média 1 minuto). Desligue o fogo e adicione 15 mL de vinagre à cola, mexa novamente. Depois de pronto, guarde em um frasco na geladeira.



Caso tenha dúvidas de como fazer a cola, acesse o QR Code ao lado.

- **Confecção dos canudos**

1º Passo: Passe a cola de amido em uma folha de papel A4 com o auxílio de um cartão ou espátula. Utilize a parte lisa da folha, caso tenha dúvidas olhe a embalagem das folhas e siga a instrução que diz: “*imprima este lado primeiro*”. Deixe secar.



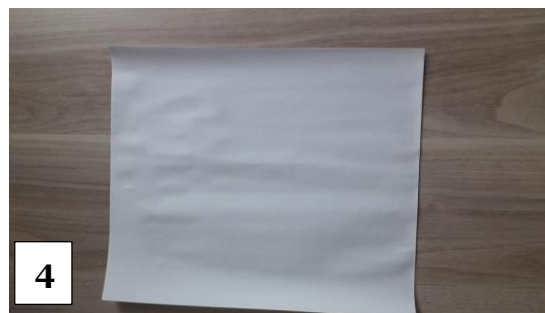
1



2



3



4

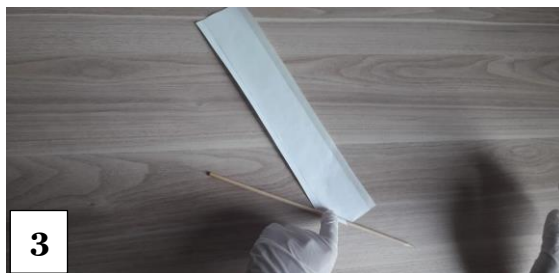
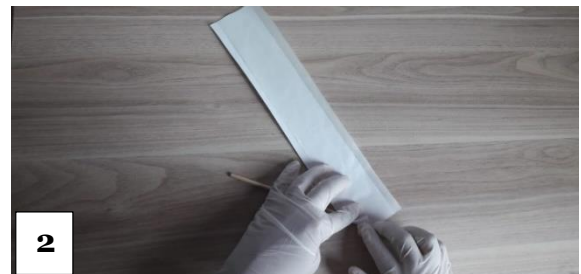
Fonte: Elaboração própria.

2º Passo: Corte a folha A4 e o papel manteiga na seguinte medida: 5,5 cm de largura e 29,7 cm de altura.



Fonte: Elaboração própria.

3º Passo: Coloque o papel com filme polimérico (cola) e o de manteiga juntos (o papel polimérico deve ficar por baixo), numa distância de aproximadamente 1,0 cm do outro e posicione o palito de churrasco conforme a foto 1. Em seguida, enrole os papéis e os segure firme para que não haja muito espaço entre eles (fotos 2, 3 e 4). Ao terminar, retire o palito do canudo, segurando a ponta para que não desenrole (fotos 5 e 6).



Fonte: Elaboração própria.

4º Passo: Passe cola de amido com ajuda de um cotonete nas pontas e deixe secar.

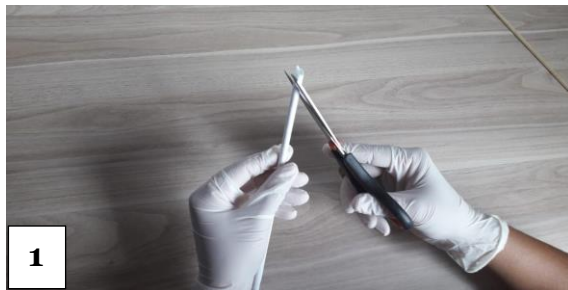


Fonte: Elaboração própria.



Fonte: Elaboração própria.

5º Passo: Apare os canudos e deixe-os secar.



Fonte: Elaboração própria.

Utilizando a densidade para a identificação de plásticos



Assista ao vídeo indicado no QR Code e observe o comportamento dos plásticos quando adicionados em líquidos com densidades diferentes.

Questionário

A partir do vídeo proposto no QR Code acima e considerando os valores de densidades a seguir, responda às perguntas.

Materiais	Densidade em g/mL a 25 °C e 1 atm
Etanol hidratado (92,8 ° INPM)	0,8
Água	1,0
Solução saturada de NaCl	1,2

1. Qual propriedade física da matéria explica o comportamento dos materiais plásticos nos líquidos?

2. Se modificarmos os tamanhos dos materiais, quais seriam os resultados obtidos?

3. De acordo com o experimento do vídeo, coloque as quatro amostras em ordem crescente de densidade.

Síntese de plástico biodegradável a partir da batata



Escaneie o QR Code ao lado e realize, com o auxílio do professor, o experimento proposto para a obtenção de um plástico biodegradável a partir da batata.



Questionário

Após a realização do experimento sugerido acima no QR Code, responda:

1. O que são polissacarídeos? Onde são encontrados?

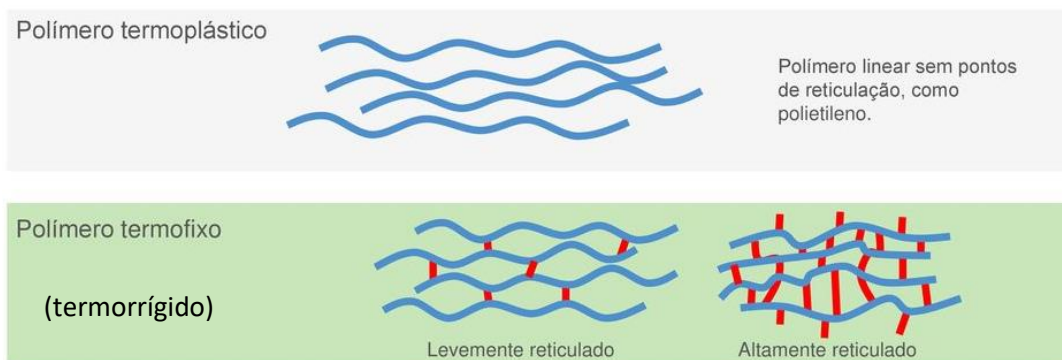
2. A busca por plásticos que não causem grandes impactos ao meio ambiente é uma constante na sociedade. Na sua opinião, qual a importância dos plásticos biodegradáveis nesse contexto.

3. Aponte algumas medidas para a diminuição da utilização de plásticos.

Identificando os polímeros termoplásticos e termorrígidos

Introdução

Um material termoplástico pode ser refundido (transformação física) várias vezes. Isto é possível porque as cadeias não são interligadas e podem deslizar uma sobre as outras. Nos plásticos termorrígidos este movimento não é possível por causa das ligações cruzadas (entre cadeias) e o sólido não pode ser moldado.



Estrutura de polímeros termoplástico e termorrígido. Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/12104302/>

Objetivo

- Classificar os plásticos em termoplásticos ou termorrígidos.

Materiais

- Chapa aquecedora;
- Vidros de relógio;
- Plásticos: garrafas de refrigerantes, saquinhos de supermercado, cabo de panela, dentre outros.

Procedimentos

- Colocar amostras de plásticos em vidros de relógio;
- Executar testes de aquecimento com os diferentes tipos de materiais, a fim de identificar quais são termoplásticos e quais são termorrígidos.

Questionário

1. Cite algumas diferenças observadas no aquecimento de um termoplástico e um termorrígido.

2. Pesquise sobre as principais aplicações dos polímeros termoplásticos e termorrígidos no nosso dia a dia.

Referência

Introdução à química dos polímeros. Termoplástico e termorrígido. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/experimentos-de-quimica-de-polimeros/4794074/>.

Acesso em: 28/02/2020.

ANOTAÇÕES

SUPLEMENTO DE TRABALHO

Polímeros

Os materiais que transformaram o mundo

NOME:
SÉRIE: TURMA: NÚMERO: DATA:
ESCOLA:

ATIVIDADES

1. O mundo está em constante mudança. Se pensarmos no modo de vida de nossos avós percebemos que hoje as coisas são diferentes. O homem procura melhorar a cada dia o modo como a sociedade se estrutura. Para você, os avanços na obtenção de novos materiais, como os plásticos, trouxeram mais benefícios que malefícios? Justifique.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. O que são polímeros? Diferencie os polímeros naturais dos sintéticos e dê exemplos.

.....

.....

.....

.....

.....

3. Explique a frase: *Todo plástico é um polímero, mas nem todo polímero é plástico.*

.....
.....
.....
.....
.....

4. A borracha natural possui características bem distintas, tendo elasticidade. Assim pode ser utilizada em diferentes tipos de objetos e representa um importante recurso na indústria. Um grande problema é a sua instabilidade em relação à temperatura, pois se torna rígida em temperaturas baixas e muito viscosa em altas temperaturas. Isso foi solucionado com o processo de vulcanização. Explique como se dá esse processo.

.....
.....
.....
.....

5. Qual a importância da substituição dos plásticos derivados do petróleo pelos biodegradáveis?

.....
.....
.....
.....
.....

6. Entre os anos de 1943 e 1945, período que ocorria a Segunda Guerra Mundial, alguns brasileiros se alistaram para trabalhar na extração de borracha nas seringueiras da Amazônia, a fim de enviar o material para os Estados Unidos da América. Esses trabalhadores eram conhecidos como Soldados da Borracha.

8. Ao chegarem aos aterros sanitários, os plásticos demoram muito tempo para se decomporem. Uma maneira para diminuir o volume desses resíduos plásticos é ter um consumo consciente. Pequenas atitudes como substituir sacolas plásticas descartáveis por reutilizáveis trazem muitos benefícios ao meio ambiente. Assim, de acordo com o que foi estudado ao longo do material, você pode afirmar que: Todo plástico pode ser reciclado? Justifique sua resposta.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. O plástico é descartado com diversos tipos de materiais, porém sua decomposição é lenta devido a sua baixa degradação no ambiente. Quais as possíveis soluções para esse problema?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. Os resíduos urbanos são compostos, em sua maioria, por embalagens plásticas. Nos períodos de chuva, o seu descarte irregular contribui para a ocorrência de enchentes, principalmente em grandes centros, devido ao entupimento de bueiros e córregos. O plástico não é o único responsável. Aliás, ele não é o vilão. O consumidor é quem deve ser consciente sobre a utilização desse material. Assim, reflita sobre a importância de

atitudes sustentáveis e indique maneiras para minimizar essas agressões ao meio ambiente.



Fonte: <https://cutt.ly/apRB9Al>



Fonte: <https://cutt.ly/TpRNTs6>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TEMAS PARA DEBATE

- Os plásticos são um mal necessário?
- A necessidade de Políticas Públicas que favoreçam a utilização e produção de plásticos biodegradáveis.
- Os impactos do descarte irregular dos plásticos no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPLAST - Associação Brasileira da Indústria do Plástico. Principais materiais descartados no Brasil. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/>. Acesso em 28 de fev. 2020.

AFINKO SOLUÇÕES EM POLÍMEROS. **Bioplásticos: Entenda de uma vez por todas**. Disponível em: < <https://afinkopolimeros.com.br/bioplasticos-entenda-de-uma-vez-por-todas/>. Acesso em 23 de fev. 2020.

BRITO, Gustavo Figueiredo; AGRAWAL, Pankaj; ARAÚJO, Edcleide Maria; MÉLO, Tomás Jeferson Alves. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Paraíba, v. 6, n.2, p. 127–139, 2011.

CAIXETA, Danila Soares; CAIXETA, Frederico César; MENEZES FILHO, Frederico Carlos Martins. Nano e Microplástico nos Ecossistemas: Impactos Ambientais e Efeitos sobre os Organismos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 19–34, 2018.

CANTO, Eduardo Leite. **Plástico: Bem supérfluo ou mal necessário?** 2ª ed. reform. São Paulo: Moderna, 2004 (Atualizado 2010).

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: Química Orgânica**. São Paulo: FTD, 2007.

HAGE, Elias. Aspectos históricos sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia de polímeros. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. São Paulo, v. 8. n. 2. p. 6-9, abr./jun., 1998.

MCMURRY, John. **Química Orgânica**, 7ª ed., v. 1. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

OLIVEIRA, Michelle. **Polímeros: o que são, suas aplicações e as áreas de formações técnicas e acadêmicas**. 2013. 42 slides. Disponível em: <<http://ima.ufrj.br/images/documents/documentos/semana-de-polimeros/30-10.15-Pol%C3%ADmeros-o-que-s%C3%A3o.pdf>>. Acesso em 20 de fev. 2020.

WALDMAN, Walter Ruggeri. **Polímeros**. 2015. 41 slides. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/11195708/>. Acesso em 07 de out. 2019.

WAN, Emerson; GALEMBECK, Eduardo; GALEMBECK, Fernando. Polímeros Sintéticos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, v. 2. p. 5-8, mai. 2001.