



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ

CAMPUS PICOS

CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**ABORDAGEM DO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA POR MEIO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA: POLÍMEROS SINTÉTICOS**

ADÃO FRANCISCO DE CARVALHO

PICOS – PI

2022

ADÃO FRANCISCO DE CARVALHO

**ABORDAGEM DO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA POR MEIO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA: POLÍMEROS SINTÉTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos.

Orientador: Me. Francisco de Assis Pereira Neto

PICOS – PI

2022

FICHA CATALOGRÁFICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECA SERVIÇO
DE PROCESSOS TÉCNICOS

C331a Carvalho, Adão Francisco de

Abordagem do ensino de química orgânica por meio de uma sequência didática: polímeros sintéticos / Adão Francisco de Carvalho. — 2022.

69 f.: il.

Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Picos, 2022.

Orientador: Prof. Me. Francisco de Assis Pereira Neto.

1. Química - estudo e ensino. 2. Química orgânica. 3. Polímeros sintéticos. I. Título.

CDD: 540.7

ADÃO FRANCISCO DE CARVALHO

ABORDAGEM DO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA POR MEIO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA: POLÍMEROS SINTÉTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Química do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Picos.

Aprovada em: _30__/_08__/_2022____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Francisco, de Assis Pereira Neto (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Tatiane Rodrigues de Moura Mauriz
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Marx Rodrigues de Moura
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Aos meus familiares, Amigos, Colegas, Professores.

AGRADECIMENTOS

- ✓ Agradeço primeiro a Deus pelo dom da vida e por todas as bênçãos, por me sustentar e por me dar forças para continuar e chegar até aqui, pois, só ele conhece meu trajeto na íntegra.
- ✓ Agradecer imensamente à toda minha família que sempre me prestou apoio, à minha mãe, Ana Maria de Carvalho, por ser fonte de inspiração, pela alegria, confiança e apoio nas horas difíceis. Ao meu pai, Francisco Edimar de Carvalho, por me ensinar a ser forte. As minhas irmãs, Eva Francisca de Carvalho e Maria Jéssica de Carvalho, por serem tudo na minha vida. Pai, mãe e irmãs, agradeço por sempre me incentivarem a sonhar, por sonharem junto comigo e lutarem para que meu sonho se torne realidade.
- ✓ Ao meu orientador, o prof. Me. Francisco de Assis Pereira Neto, por me fazer crescer mentalmente ao longo desses anos de curso e estando sempre à disposição tanto na coordenação do curso como na sala de aula, que acabou por se tornar um estimado amigo.
- ✓ Ao Instituto Federal do Piauí (IFPI) – *campus* Picos, em termos de estrutura, e corpo docente, que me acolheu e ofertou oportunidades de convivência e aprendizado com os melhores professores, condições de estudos, que contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e cidadã. Em especial os professores, Francisco de Assis Araújo Barros, Ézio Raul e a todos que direta ou indiretamente contribuíram com a minha jornada.
- ✓ A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – (CAPES), pelos dois programas na qual fiz parte no início da graduação o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), e na metade do curso a Residência Pedagógica (RP) no qual contribuíram muito de forma significativa.
- ✓ Aos amigos e companheiros de curso: Edy Anderson, Marcos Carvalho, Aline Santos, Samara Costa, e todos os outros colegas. Amizades construídas nesses quatro anos e meio, com as quais compartilhei dúvidas e me devolveram valiosas sugestões e me ajudaram a construir novas ideias.
- ✓ Enfim, agradeço a todos que contribuíram diretamente e indiretamente para que eu conseguisse concluir essa graduação, seja por qualquer meio motivador.

“Devemos acreditar que somos dotados de alguma coisa e que essa coisa deve ser alcançada a qualquer custo’.

Marie Curie

RESUMO

Os polímeros são macromoléculas formadas de uma extensa cadeia de monômeros, esses compostos possuem aplicação em quase todos os ramos das pesquisas científicas, na agricultura, na informática, na farmácia e na medicina. Por sua importância global, e levando em consideração a dificuldade dos alunos no aprendizado das disciplinas de ciências, esse trabalho tem como objetivo propor uma sequência didática apropriada para o ensino de polímeros sintéticos no 3º ano do Ensino Médio. Esse trabalho possui elementos da pesquisa-ação, que propõe uma mudança da realidade social por meio de um novo comportamento. A Sequência didática foi desenvolvida a partir do levantamento de livros didáticos de química, bibliografia complementar composta por livros do ensino superior e textos de divulgação científica. A importância do estudo dos polímeros foi feita utilizando o número de publicações científicas nos últimos 10 anos. A sequência didática foi construída com base nos seguintes tópicos norteadores: Definição de polímeros e monômeros; Reações de adição e condensação; Principais aplicações dos polímeros; Impactos ambientais, que devem ser desenvolvidos em nove aulas que inicia com a apresentação da proposta e avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos e culmina na avaliação da proposta juntamente com os alunos. Nesse sentido, a presente sequência didática possibilitou constatar que os materiais didáticos carecem de contextualização quanto ao ensino de polímeros sintéticos, além disso, percebeu-se a ausência de práticas experimentais acessíveis aos alunos. Futuramente pretende-se aplicar a metodologia em sala de aula e verificar a viabilidade da proposta.

Palavras-chave: Sequência didática; Ensino-aprendizagem; Polímeros.

ABSTRACT

Polymers are macromolecules formed from an extensive chain of monomers; these compounds have application in almost all branches of scientific research, in agriculture, information technology, pharmacy and medicine. Due to its global importance and taking into account the students' difficulties in learning science subjects, this work aims to propose an appropriate didactic sequence for teaching synthetic polymers in the 3rd year of high school. This work has elements of action research, which suggests a change in social reality through a new behavior. The didactic sequence was developed from the survey of chemistry textbooks, complimentary bibliography composed of higher education books, and scientific dissemination texts. The importance of the study of polymers was made using the number of scientific publications in the last ten years. The didactic sequence was built based on the following guiding topics: Definition of polymers and monomers, addition and condensation reactions, main applications of polymers, and environmental impacts, which must be developed in nine classes that begin with the presentation of the proposal and evaluation of the student's prior knowledge and culminate in the assessment of the proposal together with the students. In this sense, the present didactic sequence made it possible to verify that the didactic materials lack contextualization regarding the teaching of synthetic polymers. In addition, it was noticed the absence of experimental practices accessible to students. In the future, we intend to apply the methodology in the classroom and verify the proposal's feasibility.

Keywords: Didactic sequence; Teaching learning; polymers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Etapas que envolvem o processo de ensino-aprendizagem.	20
Figura 2. Exemplos de títulos utilizados em textos de divulgação científica.	26
Figura 3. Exemplo de resumo de um texto de divulgação científica.	27
Figura 4. Estrutura química dos plásticos inteligentes. As partes assinaladas em azul representam as unidades repetitivas.	29
Figura 5. Mecanismo para a formação do poliéster a partir da reação de duas carboxilas com um diálcool.	31
Figura 6. Reação de polimerização via radical.	34
Figura 7. Reação de condensação entre o ácido tereftálico e o etilenoglicol para formar o poli(tereftalato de etileno).	37
Figura 8. Condensação da hexametilenodiamina e do ácido adípico para formar o náilon 66.	38
Figura 9. Página do repositório de artigos e livros científicos Science Direct.	46
Figura 10. Número de publicações por ano utilizando o buscador polymers no sitio on-line Science Direct.	46
Figura 11. Porcentagem das áreas de publicação utilizando o buscador polymers no Science Direct.	47
Figura 12. Conceito de polímeros abordado no livro didático Fundamentos de Química, vol. 3.	49
Figura 13. Analogia entre polímeros e o trem.	50
Figura 14. Síntese da baquelite por condensação do fenol e formaldeído.	51
Figura 15. A estrutura molecular dos cátions sódio ligados ao poliacetato de vinila, constituinte da amoeba.	54
Figura 16. Fluxograma das aulas para a aplicação da sequência didática.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estilos e combinação dos estágios de aprendizagem.....	23
Tabela 2. Polímeros mais comuns formados por adição. Adaptado de Atkins, Jones e Laverman, 2018.	35
Tabela 3. Material didático selecionado para implementação da sequência didática.	41
Tabela 4. Sequência didática para aplicação da proposta metodológica.	43
Tabela 5. Cronograma das aulas para o desenvolvimento da sequência didática....	45
Tabela 6. Roteiro de atividades para a leitura do texto de divulgação científica.	52

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBC	Currículo Básico Comum
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PFTE	Politetrafluoretileno
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PMMA	Poli(metacrilato de metila
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PVC	Policloreto de vinila
RP	Residência Pedagógica
TDC	Textos de Divulgação Científica
VAC	Visual Auditivo e Cinestésico

SUMÁRIO

1. Introdução	14
2. Justificativa.....	17
3. Objetivos	19
3.1 Geral.....	19
3.2 Específicos	19
4. Referencial Teórico	20
4.1 Processo de Ensino-Aprendizagem	20
4.2 Aprendizagem significativa	21
4.3 Estilos de aprendizagem	22
4.4.1 Estrutura dos textos de divulgação científica	25
4.4.2 Textos de Divulgação Científica no Ensino de Polímeros	28
4.5.1 Polimerização por adição	34
4.5.2 Polimerização por condensação	36
4.6 Sequência didática para o ensino de polímeros	39
5. Metodologia	40
5.1 Caracterização da pesquisa	40
5.2 Escolha do tema: Polímeros Sintéticos	40
5.3 Material didático para o ensino de polímeros	41
5.3.1 Buscadores de artigos científicos	42
5.4 Elaboração da Sequência Didática	42
5.4.1 Etapas da elaboração da sequência didática	43
6. Resultados e Discussão	44
6.1 Primeira aula - Apresentação da proposta para a turma, com a discussão sobre a importância dos polímeros.	45
6.2 Segunda Aula - Aplicação do questionário, com posterior repercussão sobre as questões.....	48

6.3 Terceira aula – Conceito de polímeros, diferença entre polímeros naturais e sintéticos	49
6.4 Quarta aula – Polímeros de condensação	51
6.5 Quinta e Sexta Aula – Atividade em grupo sobre os Textos de Divulgação Científica.	52
6.6 Sétima Aula – Prática sobre polímeros.	53
6.7 Oitava Aula – Aplicação do questionário para avaliação da sequência didática abordada.	54
6.8 Nona Aula – Repercussão com a turma sobre os pontos positivos e negativos.	54
6. Considerações Finais	56
7. Bibliografia.....	57
Apêndice A.....	63
Apêndice B.....	66
Apêndice C.....	68

1. Introdução

O termo polímero refere-se a uma classe muito abrangente de substâncias, que podem ser de ocorrência natural ou sintéticas (Jarvis *et al.*, 2022). Em suma, os polímeros são macromoléculas formadas de várias unidades de moléculas menores, chamadas de monômeros (Huang, J. *et al.*, 2021). Na grade curricular brasileira, esse conteúdo está inserido nos assuntos abordados no 3º ano do Ensino Médio na disciplina de Química Orgânica, sendo inseridos após conteúdos básicos, como funções orgânicas, isomeria, estrutura e propriedades dos compostos. Para que o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de polímeros seja efetivo, essa temática deve ser abordada de forma sólida e interdisciplinar.

Os biopolímeros ocorrem naturalmente na natureza, entre eles, destacam-se a borracha, os polissacarídeos, como o amido, a celulose, o glicogênio e as proteínas. Já os polímeros sintéticos são artificiais, são produzidos em laboratório, comumente sendo sintetizados a partir de derivados de petróleo (Carroccio *et al.*, 2022). O náilon, poliéster, polipropileno, polietileno e o politetrafluoroetileno são polímeros sintéticos, eles podem ser encontrados nas roupas, utensílios de cozinha, aparelhos eletrônicos, instrumentos cirúrgicos entre outros. Por serem bastante versáteis, estão presentes no cotidiano do homem contemporâneo e detêm grande importância (Huang *et al.*, 2017).

Nas últimas três décadas, as nanopartículas poliméricas foram aplicadas na entrega de agentes anticancerígenos para proporcionar melhor solubilidade do fármaco, aumentar o tempo de circulação na corrente sanguínea, incrementar a biodisponibilidade e promover a redução dos efeitos colaterais (Ma e Shi, 2021). Em 2019, o Prêmio Nobel de Química foi concedido a J. B. Goodenough, S. M. Whittingham, and A. Yoshino pelo desenvolvimento de baterias recarregáveis de íons de lítio utilizando como base, materiais poliméricos (Stephan, Anadon e Hoffmann, 2021). Eletrólitos à base de polímeros e condutores de íons de lítio cerâmicos são as alternativas mais amplamente investigadas aos eletrólitos líquidos, e seu desempenho atrai o interesse dos fabricantes (Li *et al.*, 2021).

Como pode ser visto, os polímeros detêm grande importância para a sociedade atual, fato que justifica sua inclusão nos currículos escolares de química.

As orientações para o ensino nas redes públicas e privadas são elencadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), um documento de caráter normativo, previsto na Constituição Federal e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (Brasil, 1996). A BNCC propõe que as disciplinas de química, física e biologia devem ser integradas dentro da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. No entanto, ainda persiste a ideia de apresentação dos conteúdos de maneira isolada, até a disciplina de química é particionada em química geral, química inorgânica, físico-química e química orgânica (Brasil, 2021).

No ensino de Química na Educação Básica ainda está enraizado a prática tradicional, com conceitos, fórmulas e representações de estruturas que devem ser memorizadas. Conforme Santos, Ribeiro e Souza, 2018, o modelo tradicional de ensino faz com que os alunos tenham a ideia de que o ensino de química em nível médio é, de certa forma, ineficaz. O extenso currículo da disciplina está entre os motivos que contribuem para as condições limitantes. Com a necessidade de ministrar uma grande quantidade de conteúdo, as explicações são resumidas e, muitas vezes, repassadas de forma a serem apenas memorizadas (Marques De Oliveira e Piazza Recena, 2014).

Entre estudantes do ensino médio, é comum o questionamento do porquê do estudo dos conceitos e fórmulas químicas, tendo em vista que, de acordo com a escolha de seus cursos no Ensino Superior, esses conteúdos não serão mais utilizados. As pesquisas mostram que no cotidiano grande parte dos estudantes possuem a dificuldade em compreender os termos científicos e de fazer relação com o dia a dia (Wartha, Mota e Guzzi Filho, 2012). Segundo Locatelli e Arroio, 2017; o ensino das ciências é muitas vezes abstrato, portanto, a análise deve ser direcionada levando em considerações as representações científicas em três níveis: submicroscópico; macroscópico e simbólico. O nível submicroscópico é relacionado com os rearranjos de moléculas, de átomos, nesse âmbito. O nível macroscópico refere-se aos processos que podem ser visíveis, ou seja é a parte observável da química. Já o nível simbólico representa toda e qualquer tipo de substâncias que utilizam modelos científicos, fórmulas, entre outros (Reis, Calefi e Alioto, 2017).

Depreende-se que a conexão entre esses três níveis de aprendizagem é complexa, e torna-se um desafio para os professores (Locatelli e Arroio, 2017). O tema polímeros pode ser considerado como um conteúdo abrangente da Química,

tanto em nível submicroscópico, macroscópico e simbólico. Quando algumas dessas aplicações são levadas para o ambiente escolar elas potencializam o processo de ensino-aprendizagem e atuam como ferramenta para o aperfeiçoamento das ações geradoras do professor. Na abordagem do conteúdo de polímeros, existe uma gama de conteúdos que podem ser utilizados para promover a efetividade do ensino, como por exemplo: tipos de polímeros e suas aplicações, reações poliméricas e reciclagem de polímeros (Santos, Ribeiro e Souza, 2018).

Conforme as orientações da LDB, em seu Art. 35 IV o Ensino médio terá como finalidade: “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina”. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Ciências devem auxiliar na formulação de uma visão articulada e menos fragmentada do mundo (Brasil, 1996). Nesse sentido, o objetivo central deste estudo foi propor uma sequência didática sobre o conteúdo de polímeros sintéticos que pudesse ser abordada no 3º ano do Ensino Médio, com conceitos, apresentação de sites de buscas de artigos científicos, utilização de textos de divulgação científica e experimentação.

2. Justificativa

A motivação para escolha e desenvolvimento deste trabalho vem da necessidade de trazer a atenção dos alunos para a temática polímeros, macromoléculas de extrema relevância para atualidade em diversos campos, mas que, embora imprescindível para a vida atual do homem contemporâneo, também são responsáveis por diversos problemas ambientais quando não descartada de maneira adequada.

Os conteúdos de Química aplicados no ensino médio muitas vezes são considerados complexos/abstratos pelos alunos, devido à relação direta entre os níveis submicroscópico, macroscópico e simbólico. Percebendo a dificuldade dos alunos em compreender a química como unidade a elaboração de uma sequência didática aparece como uma ferramenta que pode ser utilizada para sanar essa problemática (Locatelli e Arroio, 2017). No ensino básico, a química deve estar alinhada com o cotidiano dos alunos, tendo em vista a necessidade de um mínimo de conhecimento que deve ser aprendido pelos estudantes. Essa base de conhecimentos mínimos proporciona a alfabetização científica e possibilita conduzir ao aprendizado (Santos, Ribeiro e Souza, 2018).

Embora a aprendizagem significativa não seja sinônimo de aprendizagem de material significativo, no contexto atual, caracterizado pela fugacidade da informação, embasar a temática escolhida, No ensino de polímeros, evidenciando sua importância para a indústria, para a sociedade, além de sua atualidade no contexto científico possibilita esclarecer para o aluno o porquê da apresentação do conteúdo de polímeros na grade curricular (Santos, Ribeiro e Souza, 2018).

A familiarização dos estudantes com o conceito químico de polímeros proporciona conscientização sobre a importância das temáticas ambientais. Pois é notório a crescente utilização de subprodutos do petróleo, plásticos, e outros materiais de natureza polimérica que contribuem para a poluição do meio ambiente. A poluição ambiental é um problema em âmbito global, que possui severas consequências para o desenvolvimento humano (Sasseron, 2018). Essa temática é constante nos noticiários, nos sites jornalísticos, em concursos e sempre é abordada

no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), processo seletivo ao qual os alunos se submetem para conseguir uma vaga no Ensino Superior.

Algumas condições podem ser elencadas para justificar a dificuldade dos alunos na compreensão do conteúdo de polímeros, embora, sejam separados em dois grandes grupos, os naturais e os sintéticos, essas classes possuem inúmeros representantes o que torna necessário filtrar quais exemplos são mais pertinentes para o ensino em sala de aula. Outra observação interessante é que, geralmente, o conteúdo de polímeros é apresentado ao final do terceiro ano do ensino médio, época em que a maioria dos alunos encontrasse focada na realização do ENEM, e muitas vezes os professores acabam por negligenciar o conteúdo ministrado em sala de aula e focam em revisões e resoluções de questões.

Desse modo, a necessidade de apresentar ao aluno o conteúdo de forma, simples, contextualizada e significativa é para que haja uma nova aquisição de saberes de forma a modificar os saberes já adquiridos pelos alunos. Dessa forma, o ensino de ciências pode se tornar menos descomplicado. Conceitos, ideias, esquemas, estabelecimento de correlações e significações dão origem a uma sequência didática que poderá ser potencialmente significativa e eficiente para ministrar o conteúdo de polímeros.

3. Objetivos

3.1. *Geral*

- Desenvolver uma sequência didática que possa ser aplicada na disciplina de química orgânica para o ensino de polímeros sintéticos no 3º ano do ensino médio.

3.2. *Específicos*

- Realizar um questionário diagnóstico para verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática polímeros;
- Proporcionar um direcionamento de apoio ao professor para a mediação do conteúdo;
- Elaborar um roteiro de prática experimental que possa ser aplicado em turmas do ensino médio para o ensino de polímeros sintéticos;
- Utilizar textos de divulgação científica na abordagem do tema em sala de aula.

4. Referencial Teórico

4.1 Processo de Ensino-Aprendizagem

A aprendizagem se constitui de várias facetas, das quais, a aprendizagem significativa é uma das mais difíceis de ser alcançada. O complexo sistema que envolve as interações comportamentais entre os professores e os alunos recebe o nome de processo de ensino-aprendizagem (Belo, Leite e Meotti, 2019). O ensinar e o aprender são muito mais que etapas isoladas, pois atuam de forma simultânea e recíproca que depende igualmente da ação dos alunos e dos professores, para que seja alcançado em sua unidade.

O processo de ensino-aprendizagem pode ser dividido em três etapas, em que o professor como sujeito ativo, deve conhecê-las muito bem. De acordo com a Figura 1, observa-se que a aprendizagem aparece enumerada com 1, logo, apresenta o primeiro lugar de importância entre as etapas desse processo. Isso decorre da diferença existente entre o fenômeno de ensinar e o de aprender, que embora distintos, se relacionam mutuamente. A efetividade do ensino por parte do professor exige que ele detenha conhecimento sobre o resultado do processo, que é aprender (Braathen, 2012). Nesse sentido, é necessário que o professor seja ativo e conheça como os diferentes estudantes aprendem, além disso, torna-se imprescindível saber quais as condições necessárias para que uma aprendizagem significativa seja protagonista do processo.

Figura 1. Etapas que envolvem o processo de ensino-aprendizagem.



Adaptado de Braathen, 2012.

Entre as muitas analogias realizadas, pode-se entender o processo de ensino-aprendizagem como um avião e seus passageiros. Os passageiros são os alunos, e o avião pode ser entendido como o professor, o processo de ensino-aprendizagem é todo o trajeto entre o ponto de partida e o de chegada. Assim, se o processo não é efetivo, e o insucesso é atribuído aos alunos, seria como culpar os passageiros pela queda do avião, o que, de toda forma é um efeito-causa que não se sustenta, pois, os passageiros do avião não estão diretamente ligados com as atribuições que promovem o sucesso do voo (Jesus, Carvalho e Silva, 2019). Por exemplo, se em uma turma, a maioria obteve nota abaixo da média na avaliação de uma das etapas de aprendizagem, entende-se que houve uma falha no processo, e que será necessário a mudança de atitude, abordagem ou metodologia para promover um novo diagnóstico e assim aprimorar o processo. Na visão construtivista de aprendizagem, o processo é tido como idiossincrático, ou seja, para cada indivíduo em questão, a aprendizagem é resultante de uma série de fatores, como por exemplo a origem socioeconômica, cultural, meio de convivência e o conhecimento cognitivo anterior (Braathen, 2012).

4.2 Aprendizagem significativa

Por meio de um estudo sobre formas de aprendizagem, observou-se que, do viés cognitivo de aprendizagem, os alunos apresentam duas maneiras distintas de aprender: a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa. Na aprendizagem mecânica, o conhecimento retido é arbitrário, não estando relacionado ao entendimento ou a compreensão do conteúdo, dessa maneira, a aprendizagem pode ser vista como algo literal, pois, o aluno aprende da forma como lhe foi transmitido, sem que haja interpretação e ressignificação do que foi aprendido (Ausubel, Novak e Hanesian, 1978).

Por outro lado, a aprendizagem significativa decorre da incorporação de um novo conhecimento, que se relaciona a um já previamente estabelecido no aluno. Dessa forma, é possível exemplificar os dois tipos de aprendizagem tomando como base o conteúdo de polímeros, onde, o estudante que apenas memorizou pode reproduzir que polímeros são compostos formados por uma série de unidades menores que se repetem.

Alguns autores, sugerem que o conhecimento reside entre a aprendizagem mecânica e significativa. A soma de saberes construída ao longo da vida apresenta uma composição variável entre o que é decorado (aprendizado mecânico) e o que faz sentido (aprendizado significativo), sem que um exclua o outro (Jesus, Carvalho e Silva, 2019). Entretanto, a maior faceta de um ou outro tipo de aprendizado depende de certas habilidades, competências e especializações de cada indivíduo. É possível que um conhecimento, retido pelo aprendizado mecânico, possa se transmutar e se tornar significativo à medida que o conhecimento se expande (Belo, Leite e Meotti, 2019).

As duas condições são imprescindíveis para ocorrência da aprendizagem significativa, a primeira é a disposição para aprender, onde evita-se a memorização isolada e busca-se o aprendizado de um novo conhecimento de forma a entender seu real significado, Ausubel chama essa medida de Postura de Aprendizagem Significativa (Ausubel, Novak e Hanesian, 1978). Para que essa condição ocorra é necessário que o aluno esteja disposto a aprender, que considere o conteúdo relevante para sua vida pessoal, acadêmica e profissional. A segunda condição é a necessidade de um conhecimento prévio que seja correlato do novo conhecimento (Braathen, 2012).

A adoção ou não da postura de aprendizagem significativa não depende do tipo de pessoa, mas sim do contexto e da motivação do aluno (Lemow, 2010). Nesse sentido, o professor é fundamental para a adoção de um aprendizado significativo, atuando de forma a motivar os alunos, divulgando a ciência de forma a convencer o aluno do que é ensinado e não apenas passando o conhecimento de forma literal como foi ensinado, sem admitir flexibilidade de resposta (Braathen, 2012).

4.3 Estilos de aprendizagem

Diversos estudos sobre estilos de aprendizagem podem ser encontrados na literatura. Cada trabalho possui uma metodologia, mas todos têm em comum o mesmo objetivo, despertar o interesse e a curiosidade dos alunos a fim de evidenciar que os conteúdos das disciplinas estão inseridos no cotidiano e na vida de cada um. Além disso, a assimilação e aprendizagem do conteúdo pelos alunos

pode ocorrer de diversas formas, como por exemplo por visualização, memorização, reflexão, racionalização e ação (Silva *et al.*, 2020). A identificação do modelo que mais se ajusta ao perfil do aluno pode resultar no aumento da produtividade, pois assim, tem-se uma metodologia de ensino mais assertiva, que resulta na diminuição do desinteresse e da desmotivação dos estudantes.

Diante da complexidade do processo de ensino-aprendizagem, algumas metodologias podem ser empregadas para se chegar ao estilo que mais se adequa a realidade do educando. Entre essa, destaca-se a Aprendizagem de Kolb. David A. Kolb é um estudioso educacional norte-americano responsável pelo estimar a preferência de cada aluno por uma das estratégias de aprendizagem a qual nomeou de Inventário de Estilos de Aprendizagem (Jesus, Carvalho e Silva, 2019). Para Kolb, cada indivíduo possui uma preferência por um estilo de aprendizagem, que é proveniente da composição de “perceber” e de “processar” o que está sendo estudado. A percepção de uma informação ocorre por meio da experiência concreta (sentir) e da conceituação abstrata (pensar), por outro lado a internalização e o processamento das novas informações estão relacionadas com a experimentação ativa (fazer) e a observação reflexiva (observar) (Kolb, 1984).

A aprendizagem eficaz ou significativa ocorre por meio de um ciclo constituído de quatro estágios. Que são eles: (I) Experiência Concreta (EC), (II) Observação Reflexiva (OR), (III) Conceituação Abstrata (CA) e a Experimentação Ativa (EA). Em cada um dos estágios, algumas características podem ser observadas, como em EC, a realização e o fazer, em OR a análise e a avaliação, CA tem-se a elaboração de hipóteses e a generalização e em EA a aplicação do que foi aprendido na realidade. A Tabela 1, apresentada a seguir, traz os estilos de aprendizagem juntamente com a combinação dos estágios do aprender.

Tabela 1. Estilos e combinação dos estágios de aprendizagem.

Estilo de Aprendizagem	Combinação dos Estágios de aprendizagem	Características
Divergente	EC – OR	Imaginação, criatividade
Assimilador	OR – CA	Elaboração de modelos teóricos
Convergente	CA – EA	Resolução de problemas

Acomodador

EA – EC

Execução, experimentação

Adaptado de Kolb, 1984.

Os estilos e as combinações de aprendizagem apresentados acima ajudam a identificar o que é predominante na forma de cada aluno aprender, e assim possibilitar o desenvolvimento de novas habilidades que viabilizem o processo de ensino-aprendizagem com atividades e avaliações direcionadas para cada estilo. Embora seria a realidade das turmas muitas vezes não permita a avaliação individual do perfil de cada aluno, tendo em vista o grande número de alunos acompanhados pelos professores atualmente, é necessário que o professor, como um agente ativo de difusão de conhecimento considere em seu planejamento de ensino os tipos de aprendizagem e que elabore atividades e avaliações que contemplem todos os estilos dos seus alunos (Dantas, 2011).

Outras formas de compreensão foram estudadas por Gregorc, onde o aprendizado pode ocorrer de forma sequencial ou aleatório, e o conjunto de comportamentos inerentes ao processo de ensino-aprendizagem que se caracteriza por quatro etapas: 1) sequencial concreto, em que há o maior número de detalhes; 2) aleatório concreto, com predominância da observação; 3) sequencial abstrato, com aplicação das teorias e 4) aleatório abstrato, caracterizado pela inovação (Jesus, Carvalho e Silva, 2019).

O modelo de aprendizagem que se baseia no Visual Auditivo e Cinestésico (VAC) possui ampla aplicação nos dias atuais, pois permite a expansão dos diversos tipos de desenvolvimento, assimilação e aprendizagem (Cunha, 2015). Alguns estudantes aprendem melhor através da comunicação visual, e estes possuem preferência pela divulgação das informações que permitam os estímulos visuais, como por exemplo, esquemas, figuras, tabelas, por outro lado, certos indivíduos assimilam melhor o conteúdo por estímulos auditivos e se adaptam melhor através da divulgação de informações por meio da linguagem falada, com as explicações e discussões em sala de aula entre o professor e os alunos. Outra forma de aprender é o estilo cinestésico, que se caracteriza pelas pessoas que possuem maior facilidade de aprender por meio da realização de atividades, de forma prática com a realização de seus próprios resumos, esquemas e pela resolução de exercícios (Rodrigues e Schimiguel, 2018).

Sabe-se que, os estudantes apresentam maior propensão por determinadas formas de aprendizado que podem ser caracterizadas pelo domínio de um estilo ou pela mescla de todos eles, e o professor a partir do momento que o conhecimento de como a aprendizagem ocorre, pode ajudar seus alunos na identificação da melhor metodologia para efetivação da aprendizagem significativa (Sreenidhi e Tay, 2017).

4.4 Textos de divulgação científica - TDC

4.4.1 Estrutura dos textos de divulgação científica

Alguns textos de cunho científico podem ser utilizados já nas séries iniciais do Ensino Médio para familiarizar os alunos com os termos utilizados em química pelos pesquisadores. Como alguns alunos ainda não possuem uma boa base sobre os conceitos químicos, os Textos de Divulgação Científica (TDC) são uma abordagem interessante para proporcionar esse contato com a escrita científica (Ferreira e Queiroz, 2012; Rosa e Goi, 2020).

Os TDCs são elaborados com a finalidade de compartilhar informações, pesquisas e conceitos científicos com um público que não detém conhecimento específico da área ou que conhece pouco sobre o conteúdo (Rosa e Goi, 2020). Os TDCs são estruturados de modo a garantir a compreensão pelo leitor, portanto, fazem uso de uma linguagem mais simples e acessível, utilizam analogias com coisas costumeiras e são didáticos do ponto de vista visual, com a apresentação de figuras, gráficos e esquemas de fácil entendimento que facilitam o entendimento do conhecimento divulgado (Ferreira e Queiroz, 2012).

Embora os TDCs sejam feitos para um público mais leigo, a essência da informação divulgada precisa de uma forte base teórica, para isso, costumam apresentar teorias e conceitos seguidos por uma explicação sem a utilização de jargões, o que dificultaria a leitura e inviabilizaria a proposta dos TDCs (Zismann *et al.*, 2019). Por se tratarem de um texto de divulgação de informações científicas, os TDCs apresentam predominância da tipologia textual expositiva, onde o conteúdo é explicado com a finalidade de permitir que o leitor leia e compreenda o assunto sem grandes dificuldades (Filho, 2018).

Os TDCs não só apresentam uma linguagem mais acessível, mas também possuem uma estrutura que permite identificá-los. A estrutura pode variar um pouco, mas, em suma, tem-se que elementos como Título, Resumo, Introdução, Metodologia, Resultados e Discussão, Conclusão e as Referências estão sempre presentes (Colpo, 2019; Nascimento e Junior, 2010). O título reflete o conteúdo do artigo, de forma interessante e chamativa, deve conter também as palavras-chaves ligadas ao conteúdo principal que é divulgado, como a característica dos TDCs é a simplicidade da linguagem, o título deve evitar apresentar os jargões inerentes à temática abordada (Gomes, Silva e Machado, 2016; Melo, 2017). A observação das Figuras 2a e 2b permite identificar a presença dessas características.

Figura 2. Exemplos de títulos utilizados em textos de divulgação científica.

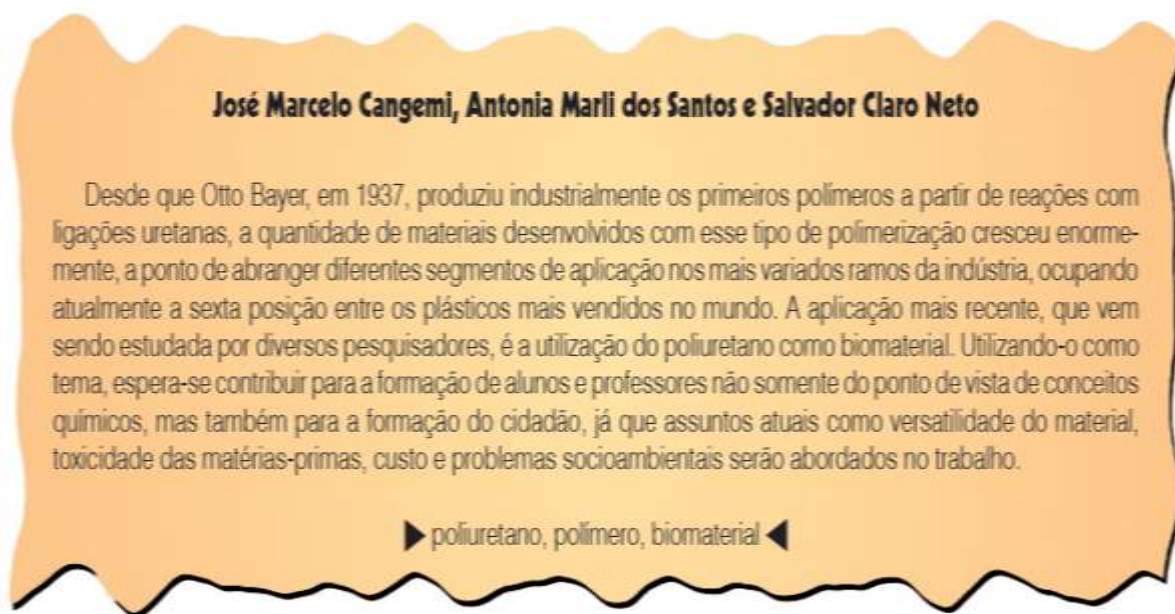


Adaptado de Cangemi, Santos e Neto, 2009; Marconato e Franchetti, 2002.

A segunda parte do TDC é composta pelo resumo, nessa seção geralmente o número máximo de palavras é fixo, deve ser escrito em um formato de um único parágrafo e conter obrigatoriamente o objetivo geral do artigo, a descrição básica da metodologia que foi aplicada para a aquisição dos resultados e os principais resultados. Por ser limitado quanto ao número de palavras no resumo não são discutidos os aspectos intrínsecos ao artigo, mas deve ser construído de forma a chamar a atenção do leitor para o tema que será abordado no trabalho (Colpo, 2019;

Filho, 2018). Como exemplo, na Figura 3 é apresentado exemplo de resumo utilizado em TDCs no ensino do conteúdo de polímeros.

Figura 3. Exemplo de resumo de um texto de divulgação científica.



Adaptado de Cangemi, Santos e Neto, 2009.

O assunto principal que norteia o texto é apresentado na introdução, nesse momento, são feitos levantamentos do aspecto central da temática, de maneira a informar o leitor sobre o assunto. A introdução é responsável por manter a atenção e preparar o campo para o que será desenvolvido no trabalho (Filho, 2018). A metodologia apresenta a maneira com que as informações foram colhidas, e imprescindível que todo o esquema seja bem detalhado, de forma a possibilitar futuras repetições (Colpo, 2019). Após a metodologia, os resultados são discutidos e explicados a fim de que o leitor possa assimilar e entender o conteúdo que foi divulgado, embora não seja especialista da área, nesse sentido, são apresentados os resultados, os dados estatísticos, são feitas comparações com outros trabalhos com o objetivo de explicar e tornar o conhecimento acessível ao público leigo (Melo, 2017; Wenzel e Colpo, 2018).

Os resultados alcançados, as novidades e as perspectivas futuras são reunidos na conclusão, geralmente apresentada após os resultados e discussão, a

conclusão é responsável por encerrar a exposição do tema com a recapitulação das ideias que foram desenvolvidas no corpo do trabalho (Filho, 2018). Ao fim, são apresentadas as referências bibliográficas que deram embasamento a temática abordada.

4.4.2 Textos de Divulgação Científica no Ensino de Polímeros

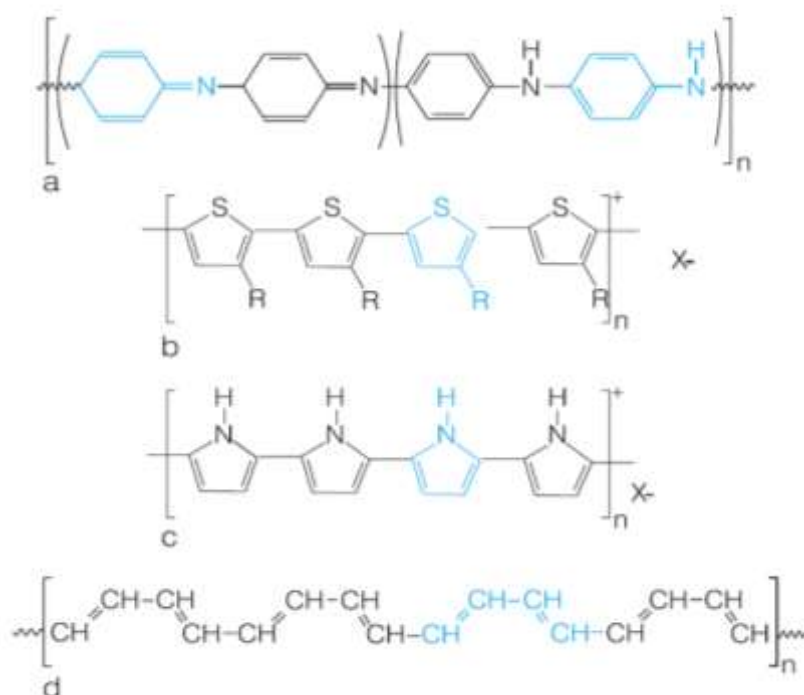
Os TDCs são abordados como uma ferramenta capaz de complementar o estudo das ciências na Educação Básica, apresentam-se como um aliado ao material didático já usualmente utilizado pelos professores (Ferreira e Queiroz, 2012). Os TDC também podem ser vistos como uma forma de despertar o interesse dos professores e alunos na elaboração de atividades que possam ajudar a contextualizar e a enriquecer os aspectos científicos. Dessa forma, o uso dos TDCs possibilita que a ciência seja disseminada entre os alunos da educação básica ajudando na compreensão do mundo em que estão inseridos (Rosa e Goi, 2020). Conforme o PCN para o Ensino Médio, os estudantes devem ser capazes de identificar formas de obter informações relevantes para o entendimento das disciplinas (Sasseron, 2018). Desse modo os TDCs podem ajudar na busca do conhecimento. A abordagem do conteúdo de polímeros por TDCs não é recente, por ser uma temática em constante desenvolvimento, diversos TDCs foram publicados com o enfoque nesses compostos.

Paoli(2001), abordou a temática dos polímeros no trabalho intitulado “*Plásticos Inteligentes*”, onde foi descrito a classe dos materiais, a sua constituição química, com informações sobre a história e forma de obtenção e também sobre a montagem dos dispositivos eletrocrômicos, eletromecânicos e fotoeletroquímicos. Na introdução, o autor apresenta as informações necessárias para a aprendizagem significativa do conteúdo, reforçando a importância dos polímeros no cotidiano. Segundo Paoli, 2001; os polímeros podem ser encontrados em quase todos os lugares e objetos, como por exemplo nos tecidos, medicamentos, embalagens, meios de transporte, comunicações, armazenamento de informações entre outros. Também é feito o conceito de polímeros e sua classificação de acordo com o tipo de constituinte em homopolímeros, formados de um único tipo de monômero, os copolímeros que possuem dois ou mais tipos, e as blendas, que são obtidas através

da mistura de materiais poliméricos que dá origem a um novo material com características mista aos dos materiais de origem. Para Paoli, 2001; os plásticos inteligentes são assim definidos por possuírem a capacidade de responderem a um estímulo específico de forma reprodutível e única, com a mudança de características como, cor, contração ou reações de oxirredução.

Por ser um texto de divulgação científica, nota-se a linguagem acessível em todo o corpo, além disso, observa-se o estabelecimento de paralelos com os conhecimentos prévios que se supõe estarem em posse do leitor. Isso pode ser verificado na passagem “O plástico inteligente mais antigo que conhecemos é a borracha. Os nativos sul e centro americanos conheciam-na muito antes da chegada de Colombo à América.”. O artigo é focado na aplicação dos chamados plásticos inteligentes, e para cativar o leitor e tornar o entendimento mais fluido, são apresentadas figuras que ajudam a explicar o conteúdo. Como por exemplo na Figura 4, apresentada abaixo.

Figura 4. Estrutura química dos plásticos inteligentes. As partes assinaladas em azul representam as unidades repetitivas.



Adaptado de Paoli, 2001.

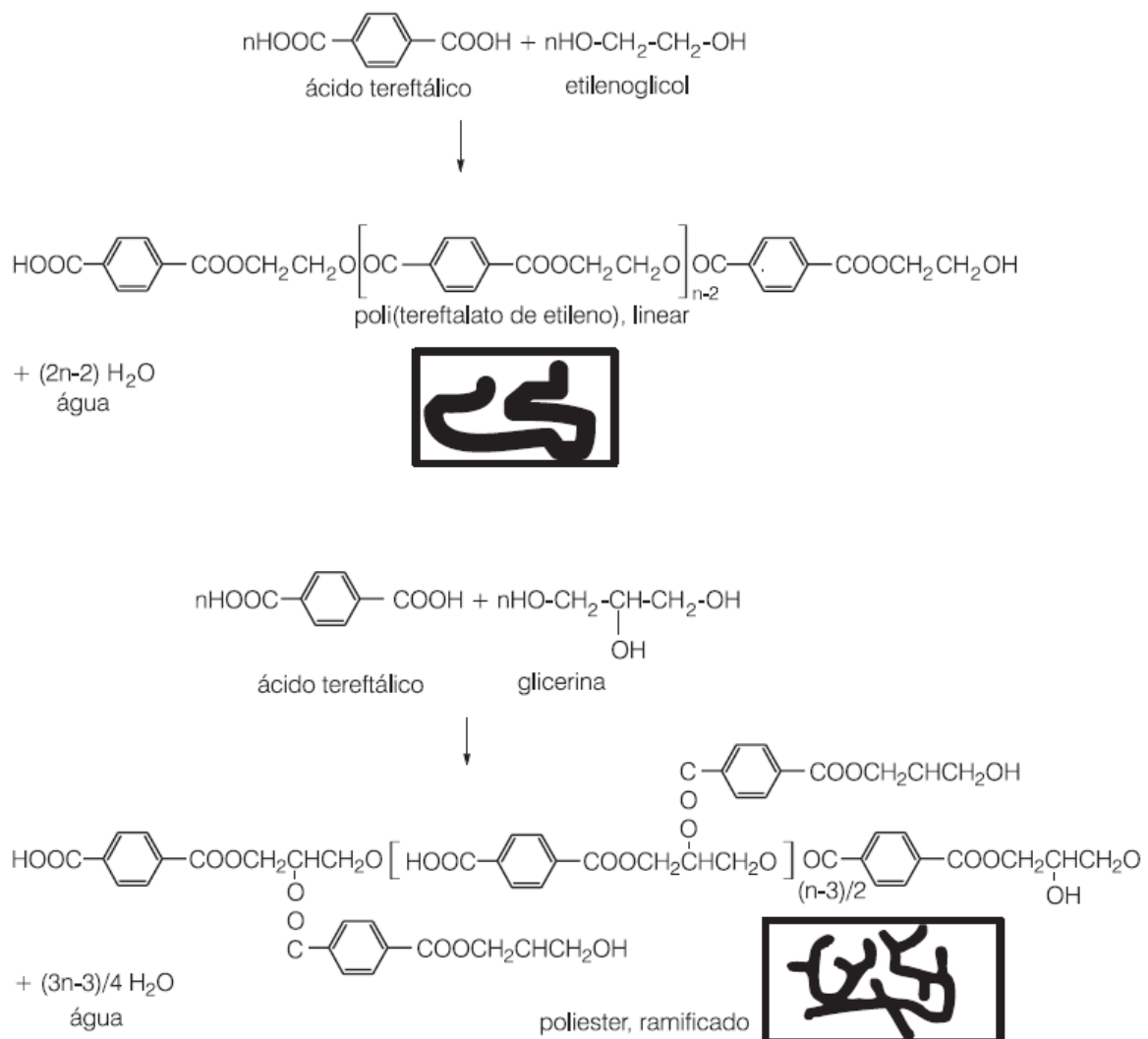
Na Figura 4, são abordadas as unidades monoméricas que dão origem aos polímeros responsivos, aqueles que podem responder a estímulos. Na Figura 4,

tem-se a estrutura formadora do poli(trans-acetileno), um polímero que apresenta condutividade elétrica, descoberto em meados de 1950, muito utilizado em eletrônica orgânica (Toya, Ito e Itami, 2018). Já na Figura 4b e 4c são apresentados o polipirrol e o politiofeno, que produzem filmes coloridos, na 4d é apresentado a polianilina. Com a apresentação das estruturas monoméricas o autor objetiva passar o conteúdo de forma didática, mas sem perder o cunho científico por trás do TDC, Paoli, 2001; buscou chamar a atenção do leitor para o universo dos materiais poliméricos que são comumente classificados como plásticos, exemplificando a categoria de polímeros eletroativos e suas principais utilizações como em materiais eletroluminescentes e até em músculos artificiais.

As características condutoras dos polímeros também foram abordadas por Faez *et al.*, 2000 e Rocha-filho, 2000. Um fator comum á todos os TDCs de polímeros é o estabelecimento do conceito desses compostos, embora diferentes, todos os conceitos convertem para a mesma informação básica de uma cadeia longa formada por unidades menores (Cangemi, Santos e Neto, 2009; Rocha-filho, 2000; Wan e Galembeck, 2001). Para entender como os polímeros são originados, tantos os naturais como os carboidratos, lipídeos e as proteínas, ou os sintéticos é necessário entender as reações químicas que estão por trás da formação dessas macromoléculas (Marconato e Franchetti, 2002).

A síntese dos polímeros sintéticos é abordada por Wan e Galembeck, 2001; que dão ênfase as aos mecanismos reacionais envolvidos. Os polímeros mais simples podem ser formados pela adição de moléculas iguais entre si, um exemplo comum é o polietileno, um tipo de plástico utilizado na fabricação de utensílios domésticos, brinquedos, garrafas plásticas, sacolas entre outros. É possível também obter polímeros pela condensação de dois monômeros com a eliminação de uma substância mais simples, que pode ser a água (H_2O), o ácido clorídrico (HCl) ou a amônia (NH_3). Na Figura 5, é apresentado o esquema para a formação do poliéster.

Figura 5. Mecanismo para a formação do poliéster a partir da reação de duas carboxilas com um diálcool.



Adaptado de Wan e Galembeck, 2001.

Os polímeros caracterizados por vários ésteres são obtidos pela esterificação entre um políácido e um poliálcool, para dar origem a extensa cadeia, essa reação é repetida várias vezes, esses polímeros são utilizados principalmente na indústria de tecelagem para fabricação de fibras têxteis. O entendimento das reações de síntese dos polímeros é fundamental para compreender as características físico-químicas desses compostos. Wan e Galembeck, 2001; abordam as classes de polímeros sintéticos insaturados, lineares, tridimensionais e a influência das cadeias poliméricas rígidas e flexíveis nas propriedades mecânicas desses compostos. Ao final é apresentado o ciclo de vida dos materiais poliméricos, pois, sabe-se que

plásticos e borrachas quando não descartados de maneira adequada, ou quando não submetidos ao procedimento de reciclagem, causam problemas ambientais.

Grande parte desses problemas estão relacionados à elevada durabilidade dos materiais poliméricos e não à sua toxicidade (Sasseron, 2018). A marca da aproximação entre o autor e o leitor que permeia os textos de divulgação científica pode ser verificada na seguinte passagem “*Esta poluição feita pelos plásticos não é um defeito dos plásticos em si, mas uma manifestação de má-educação de indivíduos, de burrice coletiva e de falta de responsabilidade por parte de empresas...*”, em especial pelo termo em destaque “*burrice coletiva*” de caráter informal e que não é adequado quando fala-se de textos e artigos científicos. Todavia, a flexibilidade dos TDCs possibilita esse tipo de marca de informalidade.

4.5 Polímeros sintéticos

Algumas moléculas podem ser encontradas na natureza com massa molecular bastante elevada e que compõem grande parte da estrutura dos seres vivos e seus tecidos, como por exemplo o amido e a celulose, abundante nos vegetais (Maitz, 2015; Potaufoux *et al.*, 2020). A palavra polímero surgiu em 1827, utilizada pela primeira vez por Jons Jakob Berzelius, que tem sua origem no idioma grego, onde *poli* significa “muitos” e *meros* significa “partes”, ou seja, os polímeros são compostos pela ligação de várias unidades menores, chamadas de monômeros que estão conectados por meio de ligações covalentes, e as cadeias laterais estão ligadas por forças intermoleculares mais fracas (Brown *et al.*, 2016). Os polímeros costumam apresentar pontos de fusão mais elevados que os sólidos moleculares, além disso, são mais flexíveis que os sólidos metálicos, iônicos ou covalentes (Guo, Zhou e Xu, 2021).

Os polímeros podem ser divididos em duas classes, os naturais e os sintéticos. Entre os polímeros de ocorrência natural encontram-se a borracha, formada pelo látex com unidades monoméricas do isopreno, os polissacarídeos como a celulose, o amido e o glicogênio, e também as proteínas, macromoléculas orgânicas mais abundantes nas células de animais, vegetais e nos vírus. As

proteínas são formadas por unidades menores chamados de aminoácidos, que estão unidos por meio de ligações peptídicas (Gregory e Phillips, 2021; Zhao *et al.*, 2022).

Os polímeros sintéticos ou artificiais são obtidos por processos laboratorial. Suas características variam de acordo com os precursores utilizados como unidades monoméricas. Devido à alta variabilidade de composição, os polímeros sintéticos possuem características físico-químicas diversas. As propriedades mais estudadas são a rigidez, flexibilidade, cristalinidade, estabilidade térmica, resistência mecânica, capacidade de conduzir eletricidade, entre outras (Liu *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2020). Esses compostos podem ser obtidos por diferentes rotas sintéticas, no entanto, para fins didáticos, este trabalho deterá atenção as reações de síntese por adição e condensação. Os exemplos mais conhecidos dos polímeros sintéticos são os plásticos, o náilon e o poliéster (Arumughan *et al.*, 2021).

A versatilidade dos materiais poliméricos é foco de pesquisas na área da medicina. A aplicação de materiais poliméricos na medicina começou por volta da década de 40 na Segunda Guerra Mundial, com utilização de poli(metacrilato de metila) (PMMA) como substituto artificial da córnea. Muitos desses primeiros polímeros foram projetados principalmente como plásticos, elastômeros e fibras para aplicações industriais não médicas, e muitas vezes foram escolhidos para aplicações médicas devido a sua estabilidade médica (Nazeer e Ahmed, 2020).

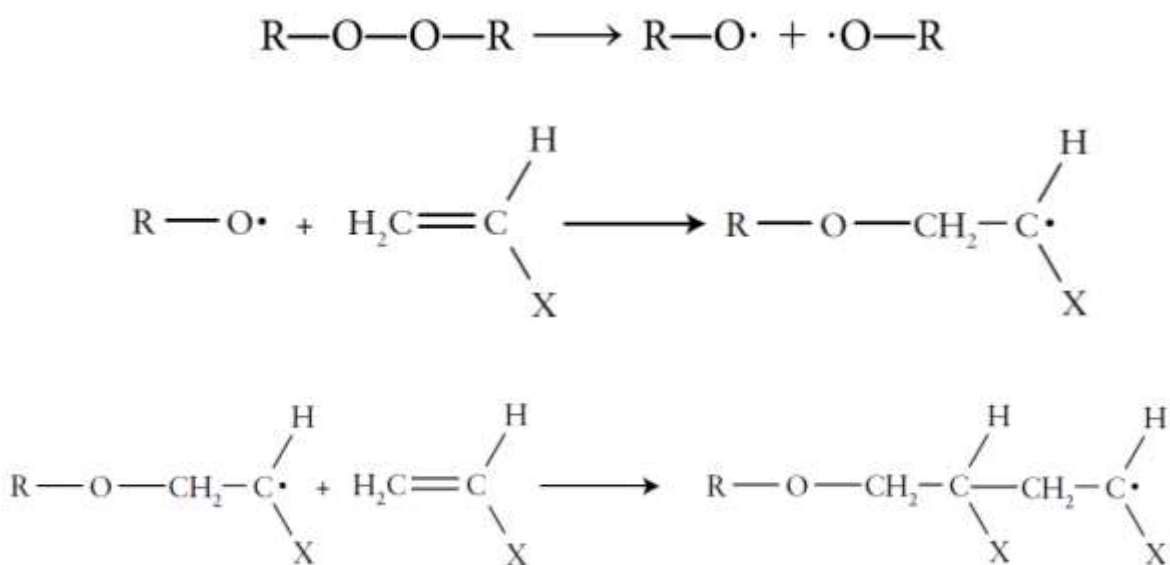
Recentemente, diversas pesquisas estão em andamento no ramo da medicina com a utilização de sistemas poliméricos (Zamboni, Kwok e Collins, 2022). Hidrogéis de peptídeos, compósitos a base de ácido hialurônico e quitosana, enzimas funcionalizadas com albumina já foram estudadas como fonte carreadora de sulfeto de hidrogênio para aplicações terapêuticas (Rong *et al.*, 2022). O tratamento gástrico também foi avaliado pela aplicação de um adesivo de hidrogel biocompatível com adesão tecidual para o controle de lesões e reparo de tecidos gástricos, o adesivo utilizado foi obtido por polimerização de radicais livres de ácido aspártico (Yu *et al.*, 2023).

4.5.1 Polimerização por adição

Durante as reações de polimerização por adição, todos as unidades atômicas do monômero se unem para formar a cadeia do polímero. Por exemplo, os alquenos podem reagir entre si e formar longas cadeias, desse modo, o eteno é o monômero, que ligam-se repetitivamente por covalência até formar as cadeias poliméricas. O polietileno $-(CH_2CH_2)_n-$ é o polímero mais simples formado pelos etenos, apresentado na Tabela 2. O polietileno é um material de extrema importância, com produção anual de 70 milhões de toneladas/ano (Brown *et al.*, 2016; Tátraaljai *et al.*, 2014). Outros polímeros foram obtidos utilizando monômeros de fórmula $CHX=CH_2$, o X é um radical que pode ser o Cl como no cloreto de vinila ($CHCl=CH_2$) ou a metila e formar o propeno ($CH_3CH=CH_2$). O cloreto de polivinila $(CHClCH_2)_n$ e o polipropileno $(CH(CH_3)CH_2)_n$ são polímeros formados pela união de etenos.

A síntese por adição dos polímeros pode ocorrer via radicais, desse modo uma unidade de eteno é comprimido a 1000 atm e aquecido a 100 °C em meio a peróxido orgânico ($R-O-O-R$, R = grupo orgânico) (Gomes, Duarte e Melo, De, 2011; Worona-Dibner *et al.*, 2021). A reação se inicia com a quebra da ligação O-O e forma dois radicais de acordo com a Figura 6.

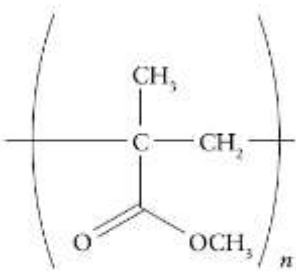
Figura 6. Reação de polimerização via radical.



Adaptado de Atkins, Jones e Laverman, 2018.

Após a primeira etapa, chamada de iniciação, ocorre a propagação onde há o ataque dos radicais as moléculas do monômero $\text{CHX}=\text{CH}_2$ e então, forma-se um novo radical de maior reatividade, esse novo radical ataca um novo monômero e então ocorre a formação da cadeia polimérica. O produto dessas reações em série são macromoléculas como unidades menores repetidas. Abaixo, na Tabela 2, são apresentados os polímeros de adição mais comuns, após a reação de polimerização o sufixo *-eno* é substituído por *-ileno* nos polímeros.

Tabela 2. Polímeros mais comuns formados por adição. Adaptado de Atkins, Jones e Laverman, 2018.

Nome dos monômeros	Fórmula	Fórmula do Polímero	Nome comum
Eteno	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$-(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-$	Polietileno
Cloreto de vinila	$\text{CHCl}=\text{CH}_2$	$-(\text{CHCl}-\text{CH}_2)_n-$	Cloreto de polivinila
Estireno	$\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)=\text{CH}_2$	$-(\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-\text{CH}_2)_n-$	Poliestireno
Acrilonitrila	$\text{CH}(\text{CN})=\text{CH}_2$	$-(\text{CH}(\text{CN})-\text{CH}_2)_n-$	Orlon, Acrilan
Propeno	$\text{CH}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$	$-(\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2)_n-$	Polipropileno
Metacrilato de metila	$\text{CH}_3\text{OOC}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$		Plexiglas, Lucita
Tetrafluoroeteno	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	$-(\text{CF}_2-\text{CF}_2)_n-$	Teflor, PTFE

Os compósitos poliméricos têm atraído muita atenção quanto a sua capacidade de atuar como substitutos aos componentes metálicos tradicionalmente empregados. A estrutura desses polímeros é reforçada pela adição de fibras especiais de características manométricas (1 a 100 nm) (Vahidi *et al.*, 2022). Quando dois ou mais materiais de natureza diferente são combinados, e pelo menos um, é de caráter polimérico (inorgânico ou orgânico) com o objetivo de se obter um produto de maior qualidade, com características mistas aos materiais de origem,

tem-se um compósito (Chi *et al.*, 2021). Os compósitos podem apresentar propriedades inerentes de cada constituinte e também propriedades intermediárias que são oriundas da formação de uma região interfacial (Muddemann *et al.*, 2020). A adição de fibras especiais torna o polietileno um compósito de alta densidade, amplamente utilizado na indústria devido às propriedades mecânicas para dissipação de energia, e aumento da viscosidade do polímero (Vahidi *et al.*, 2022). Além de serem utilizados para produção de compósitos, os materiais a base de polietileno podem ser reciclados, assim é possível reduzir o consumo de energia e a poluição ambiental, além de, em muitos casos, possibilitar a o aumento da eficiência econômica (Mohd Nasir *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2022).

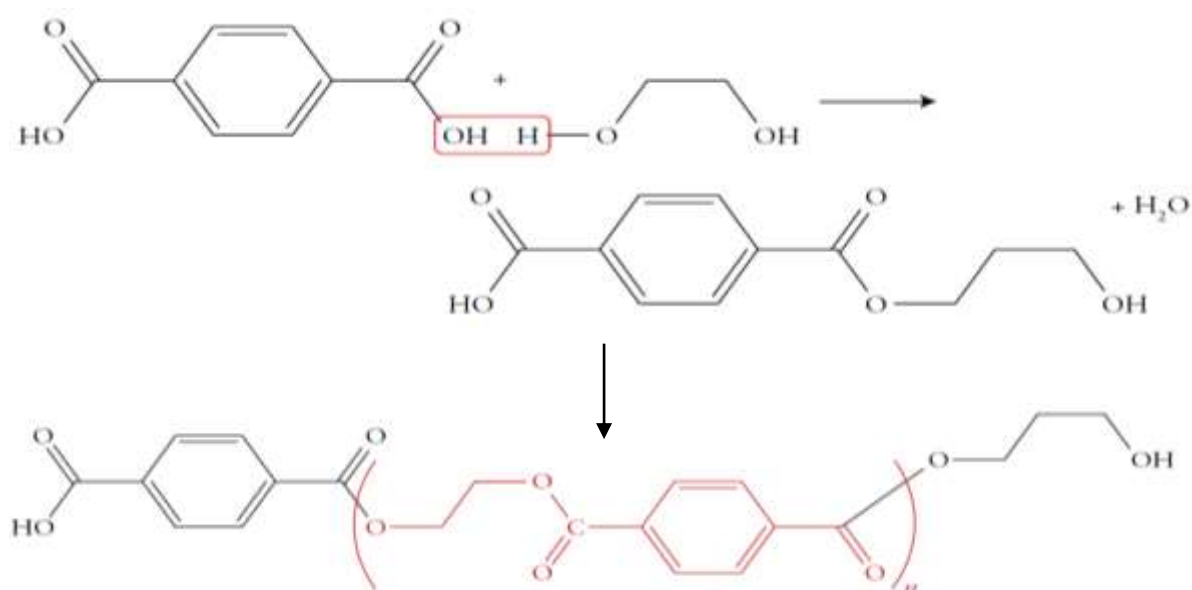
Outro polímero obtido por reações de adição, que é comumente encontrado no dia-a-dia é o politetrafluoretileno (PTFE ou Teflon (Marca)), esse material é um tipo de plástico bastante versátil (Feng *et al.*, 2018). O PTFE tem como características principais a inercia química, ou seja, pouco reativo, tem elevada resistência ao calor e a baixas temperaturas, é um excelente isolante elétrico e térmico, apresenta boa resistência a radiação ultravioleta, possui baixo coeficiente de atrito e baixa constante dielétrica (Huang, A. *et al.*, 2021). A versatilidade de aplicações do PTFE decorre das características físico-químicas altamente estáveis (Tang *et al.*, 2021). O PTFE pode ser utilizado como revestimento antiaderente em painéis, como fita isolante, em esmalte para unhas e em vasos de reação para digestões assistidas por micro-ondas (Hildebrandt *et al.*, 2022). Outras pesquisas abordam o sucesso do PTFE em implantes e dispositivos médicos, como em cateteres, implantes ortopédicos articulares, implantes faciais, entre outros (Roina *et al.*, 2021).

4.5.2 Polimerização por condensação

Outra possibilidade de obtenção de compostos poliméricos é através da condensação de monômeros que possuem em sua estrutura os grupos funcionais de ácido carboxílico com os que têm álcool, durante esse processo ocorre a saída de moléculas de água, por isso o nome de condensação, esses compostos são chamados de poliésteres (Fakirov, 2019). Esse tipo de material é muito utilizado na produção de fibras artificiais utilizadas no vestuário, em garrafas PET, filmes, tintas,

telas de LED entre outras aplicações (Gabirondo *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2021). Um exemplo de polimerização por condensação é apresentado na Figura 7. O Dacron ou Terylene (poli(tereftalato de etileno)) é um polímero obtido a partir do ácido tereftálico com o etilenoglicol. A primeira etapa da reação envolve a condensação entre a carboxila do ácido tereftálico e a hidroxila no etilenoglicol.

Figura 7. Reação de condensação entre o ácido tereftálico e o etilenoglicol para formar o poli(tereftalato de etileno).

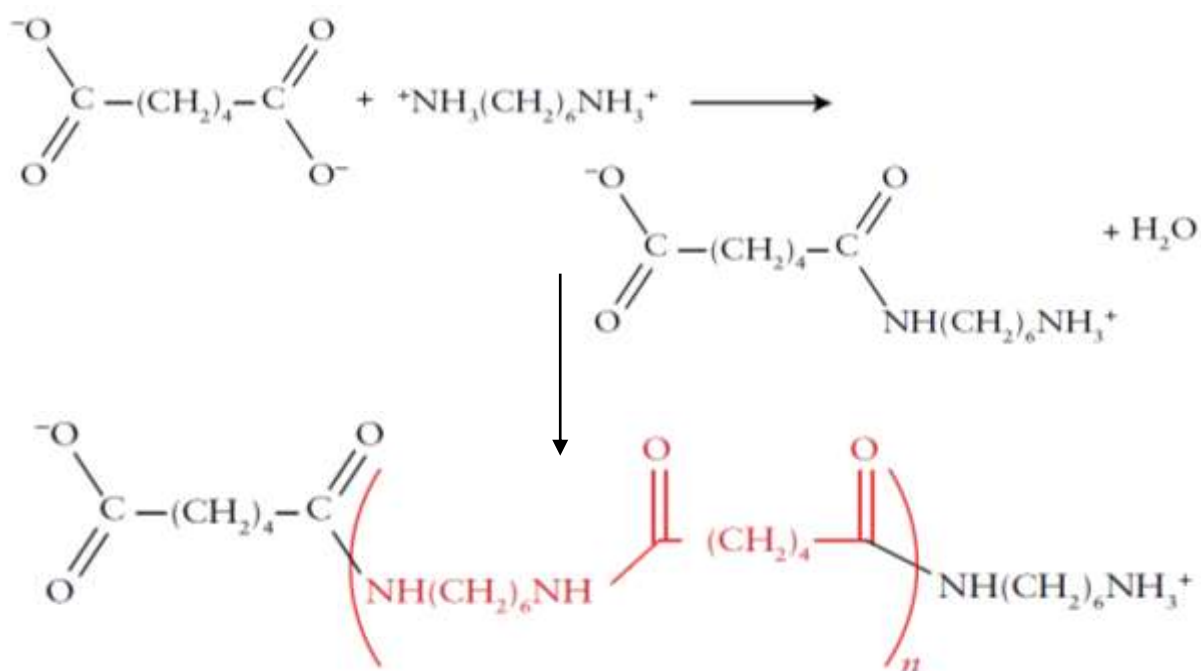


Adaptado de Atkins, Jones e Laverman, 2018.

Após a condensação, pode ocorrer a ligação entre o etilenoglicol e a carboxila localizada à esquerda, e depois uma outra molécula de ácido tereftálico, a hidroxila à direita. Com essas a formação dessas ligações, há o crescimento do polímero de acordo com a Figura 7. Durante a formação das cadeias poliméricas por condensação, o crescimento ocorre por ligações realizadas pelos grupos funcionais das extremidades, desse modo, a existência de ramificações nas cadeias é improvável. Além da polimerização dos ácidos carboxílicos com álcoois, também é possível a ocorrência da polimerização por condensação de aminas com ácidos carboxílicos, essa reação da origem as poliamidas, substâncias conhecidas como náilons, um exemplo é o náilon-66 formado pelo 1,6-diamino-hexano e H₂N(CH₂)₆NH₂ em meio ácido, o 66, presente no nome, refere-se ao número de

carbonos presentes em cada monômero formador da estrutura polimérica, hexametilenodiamina e o ácido adípico. A reação ocorre segundo a Figura 8, apresentada a seguir.

Figura 8. Condensação da hexametilenodiamina e do ácido adípico para formar o



náilon 66.

Adaptado de Atkins, Jones e Laverman, 2018.

Na condensação para a formação do náilon é preciso que dois grupos funcionais de cada monômero reajam em quantidades estequiométricas de 1:1. Para dar início a condensação é necessário proceder com o aquecimento do sistema. Então, após a condensação, há o alongamento da cadeia monomérica a partir das extremidades por sucessivas etapas de condensação. O produto final é representado pela poliamida (náilon), que costuma ser encontrados em fios, como os poliésteres. A resistência apresentada por esse polímero decorre das ligações de hidrogênio que se estabelecem entre o N-H . . . O=C formadas entre as estruturas vizinhas.

4.6 Sequência didática para o ensino de polímeros

A importância do ensino de polímeros reside na sua importância para a sociedade e para a economia. Os materiais poliméricos estão presentes na construção civil, na indústria elétrica, na agricultura, na medicina, na indústria farmacêutica entre outras. Dessa forma, é fundamental embasar bem esse conteúdo nos alunos do ensino básico considerando a necessidade de desenvolver nos educandos o senso crítico. Para o pleno desenvolvimento do conteúdo, alguns passos devem ser seguidos. Segundo Aguiar, 2005; a problematização, o desenvolvimento da narrativa de ensino, a aplicação de novos conhecimentos e a reflexão sobre o que foi aprendido, são etapas que podem ser seguidas pelos professores na elaboração de uma sequência didática para o ensino.

Com a problematização, etapa I, são explorados os conhecimentos prévios que o aluno detém, isso possibilita o engajamento dos educandos junto ao tema abordado, após a elaboração do problema inicial, a temática é desenvolvida na etapa II, com a exposição de pontos de vista pelos alunos com o objetivo de aprimorar os conceitos e as ideias. A etapa III, concentra-se na aplicação dos conhecimentos, onde o professor é o responsável por oportunizar aos educandos o momento de falar e pensar, dando suporte para o surgimento de novas ideias. A aplicação dos conhecimentos adquiridos é realizada na etapa IV, nesse momento os estudantes poderão obter significados próprios e singulares para os conceitos estudados, com a aplicação e a ressignificação das ideias. O fechamento da sequência ocorre com o desenvolvimento da narrativa pelos alunos do que foi aprendido (Aguiar, 2005).

Nesse sentido, esse trabalho busca o desenvolvimento de uma sequência didática que promova a efetivação do processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de polímeros sintéticos para alunos do 3º ano do Ensino Médio, além disso, anseia-se pela utilização da sequência desenvolvida aqui pelos professores, como uma maneira de aperfeiçoar o ensino.

5. Metodologia

5.1 Caracterização da pesquisa

A partir do objetivo definido que foi a elaboração de uma sequência didática, entende-se este trabalho como uma ação ativa que se desenvolve durante o processo de ensino-aprendizagem (Gil, 2008). Este tipo de pesquisa possui elementos da pesquisa-ação, que propõe uma mudança da realidade social por meio de um novo comportamento.

Uma pesquisa do tipo pesquisa-ação possui base empírica que é obtida e feita de maneira associada com uma ação ou com a resolução de um problema de caráter coletivo. Nesse tipo de abordagem, os pesquisadores e os participantes são ativos e atuam de modo cooperativo ou participativo (Thiollent, 1986). A pesquisa-ação possui a característica da simultaneidade entre o conhecimento e a ação desencadeado pelo processo de pesquisa (Baldissera, 2001).

A abordagem metodológica foi do tipo qualitativa que emprega elementos da pesquisa-ação de maneira a propiciar embasamento para a investigação das contribuições da sequência didática apresentada no ensino de polímeros sintéticos. A sequência didática elaborada é passível de modificações, adequações e aperfeiçoamento para atingir o seu objetivo, sendo construída a partir dos conhecimentos prévios que os estudantes possuem.

5.2 Escolha do tema: Polímeros Sintéticos

É notório que o ensino de Química ainda está embasado em práticas tradicionalistas. Considerando a atualidade das aplicações dos polímeros em diversas áreas, como medicina, engenharia, farmácia entre outras, optou-se por, dentre o largo espectro do conteúdo de polímeros, restringir a presente monografia aos polímeros sintéticos. Na abordagem desse conteúdo, foram destacados os principais tipos de polímeros, reações poliméricas e as principais aplicações. Os conteúdos utilizados para elaboração da sequência didática, apresentada na Tabela 5, foram selecionados após avaliação dos livros didáticos, Tabela 4, utilizados pelos

professores do 3º ano do ensino médio da escola pública Unidade Escolar Landri Sales na cidade de Picos – PI.

Os conteúdos mais recorrentes foram: Conceito e diferença entre polímeros naturais e sintéticos, polímeros obtidos por adição, polímeros de condensação e aplicação dos materiais poliméricos. Nesse sentido, foi realizada a avaliação da abordagem do conteúdo de polímeros sintéticos de forma a mesclar os conceitos e complementar o conteúdo apresentado pelos livros didáticos.

5.3 Material didático para o ensino de polímeros

Antes da elaboração da sequência didática, foi realizado um levantamento do material didático comumente utilizado pelos alunos do 3º ano do Ensino Médio, a seleção dos livros utilizados ocorreu por pesquisa entre os professores atuantes em escola pública de ensino médio da unidade Escolar Landri Sales na cidade de Picos-Piauí, os livros mais utilizados foram selecionados para o levantamento bibliográfico. Os autores mais utilizados são listados na Tabela 3 abaixo. Além disso, para a implementação da sequência didática, alguns materiais suporte foram selecionados, como livros complementares e textos de divulgação científica.

Tabela 3. Material didático selecionado para implementação da sequência didática.

Autores	Livro/Título
Lisboa <i>et al.</i> , 2016	Ser protagonista: Química 3º Ano
Feltre, 2011	Fundamentos de Química, Vol 3
Fonseca, 2016	Química: Ensino Médio
Usberco e Salvador, 2014	Conecte química - Volume 3
Bibliografia complementar	
Atkins, Jones e Laverman, 2018	Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente
Brown <i>et al.</i> , 2016	Química: a ciência central
Texto de Divulgação Científica	
Cangemi, Santos e Neto, 2009	Poliuretano: De Travesseiros a Preservativos, um Polímero Versátil
Faez <i>et al.</i> , 2000	Polímeros Condutores

Marconato e Franchetti, 2002	Polímeros Superabsorventes e as Fraldas Descartáveis
Paoli, 2001	Plásticos Inteligentes
Rocha-filho, 2000	Nobel 2000 Polímeros Condutores: Descoberta e Aplicações
Wan e Galembeck, 2001	Polímeros Sintéticos

5.3.1 Buscadores de artigos científicos

Com o objetivo de familiarizar os alunos com o meio da publicação científica, serão apresentado aos alunos dois buscadores de artigos científico: o *Science Direct* (<https://www.sciencedirect.com/>) e a *Scientific Electronic Library Online* (<https://www.scielo.br/>). Ambos, são largamente utilizados para a checagem de material científico, onde os artigos publicados passam por um processo criterioso de seleção, com revisores capacitados e experientes em suas áreas de atuação. Os buscadores (palavras-chaves) utilizados para as pesquisas estão no idioma Inglês, e a tradução será feita pelo sítio on-line <https://translate.google.com.br/>. As palavras chaves utilizadas para pesquisa serão: polímeros (*polymers*), polímeros sintéticos (*synthetic polymers*) e compósitos poliméricos (*polymeric composites*). Dar-se-á preferência aos periódicos publicados nos últimos cinco anos.

5.4 Elaboração da Sequência Didática

Primeiro serão realizado um levantamento prévio com os alunos sobre o conhecimento que eles já possuem do conteúdo, uma vez que, supõe-se que os estudantes já teriam contato com alguns dos temas mais básicos estudados na química nos anos anteriores. Uma forma de avaliar o nível de conhecimento prévio dos alunos é através de um questionário de nivelamento (Apêndice A). As questões terão com foco conhecimentos básicos sobre o mundo dos polímeros e os impactos ambientais desses materiais, os tipos de polímeros e uso ou aplicação dos polímeros no cotidiano. Segundo o Currículo Básico Comum (CBC), o aprendizado de química é embasado na premissa de que os educandos entendam as transformações que ocorrem no mundo físico e químico de forma abrangente e

multidisciplinar de maneira a possibilitar julgar de maneira crítica e reflexiva as informações recebidas, a fim de oportunizar a tomada de decisão. Segundo o CBC, os alunos do ensino médio devem apresentar algumas habilidades quanto ao conteúdo de polímeros, entre as quais, destacam-se: Reconhecer os polímeros mais comuns e suas fórmulas estruturais, identificar a aplicação de polímeros como celulose, polietileno, poliestireno, policloreto de vinila (PVC), náilon e borracha. Além disso, também é necessário o debate entre os educandos sobre o amplo espectro de fabricação e aplicação desses compostos.

De forma a restringir o tema, que de certa forma é bastante amplo, objetivou-se nesse trabalho o estudo dos polímeros sintéticos. Nesse sentido a sequência didática foi construída a partir dos conteúdos: definição de polímeros e monômeros; reações de adição e condensação; principais aplicações dos polímeros e impactos ambientais;

5.4.1 Etapas da elaboração da sequência didática

A sequência utilizada para elaboração da proposta metodológica é apresentada na Tabela 4. Primeiro, foi feito um estudo do tema de polímeros nos livros didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), depois, foi realizado um levantamento de um material de suporte, com livros direcionados ao ensino superior e textos de divulgação científica (Tabela 3). Posteriormente, foi proposta a sequência didática com a sugestão da aplicação na turma de 3º ano do Ensino médio. Após a aplicação da sequência didática propõe-se uma reavaliação e adaptação da metodologia de ensino.

Tabela 4. Sequência didática para aplicação da proposta metodológica.

Etapas de desenvolvimento	
1º	Estudo e revisão bibliográfica do material didático
2º	Questionário para investigação dos conhecimentos prévios
3º	Elaboração da sequência didática
4º	Aplicação em uma turma do 3º ano do ensino médio
5º	Aula prática: Realizar experimento de baixo custo do tema polímeros
6º	Avaliação da aprendizagem

- 7° Discussão e análise da sequência didática
 - 8° Aperfeiçoamento da metodologia com base nas informações colhidas durante o processo.
-

6. Resultados e Discussão

Com o levantamento bibliográfico dos livros do ensino médio, observou-se que a maioria aborda o conteúdo de polímeros levando em consideração o conceito, as reações de obtenção, a sociedade e a ciência. Além disso, constata-se que ao conteúdo de polímeros sintéticos, nos livros avaliados, é dedicado um capítulo especial (Feltre, 2011; Fonseca, 2016; Lisboa *et al.*, 2016; Usberco e Salvador, 2014). Supõe-se que isso se deve ao fato da grande amplitude dos dois grupos de polímeros, os sintéticos e os naturais, os polímeros naturais como por exemplo: borracha, celulose, proteínas, polissacarídeos entre outros, são em sua grande maioria abordados com maior profundidade pela disciplina de Ciências Biológicas.

Na abordagem segundo as relações entre Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), deve-se buscar desenvolver no aluno o pensamento crítico e consciente, dessa forma é fundamental apresentar para o aluno a real importância do conhecimento sobre os polímeros, pois, a partir da avaliação dos materiais didáticos, ficou evidente que nos livros do ensino médio, o termo polímero é restringido a garrafas pet e sacolas plásticas. No entanto, é imprescindível apresentar para o aluno uma visão mais abrangente e atual da temática. Para essa finalidade serão utilizados os sites repositórios de artigos científicos *Science Direct* e *SciELO*, para familiarizar os alunos com a importância desses compostos. O planejamento das aulas é apresentado na Tabela 5.

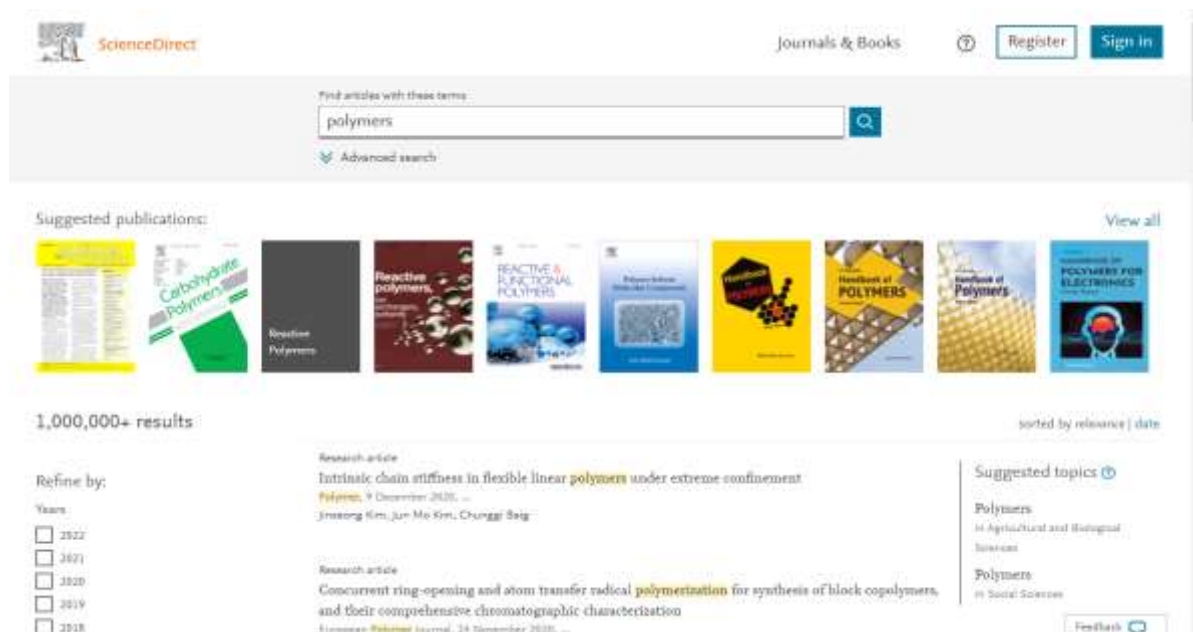
Tabela 5. Cronograma das aulas para o desenvolvimento da sequência didática.

Aula	Atividades a serem desenvolvidas
50 min/h	
1°	✓ Apresentação da proposta para a turma, com a discussão sobre a importância dos polímeros.
2°	✓ Aplicação do questionário (Apêndice A), com posterior repercussão sobre as questões.
3°	✓ Conceito de polímeros, diferença entre polímeros naturais e sintéticos. ✓ Polímeros de Adição.
4°	✓ Polímeros de condensação.
5° - 6°	✓ Atividade em grupo sobre os Textos de Divulgação Científica.
7°	✓ Aula prática sobre polímeros (Apêndice B).
8°	✓ Aplicação do questionário para avaliação da sequência didática abordada (Apêndice C).
9°	✓ Repercussão com a turma sobre os pontos positivos e negativos da sequência didática elaborada.

6.1 Primeira aula - Apresentação da proposta para a turma, com a discussão sobre a importância dos polímeros.

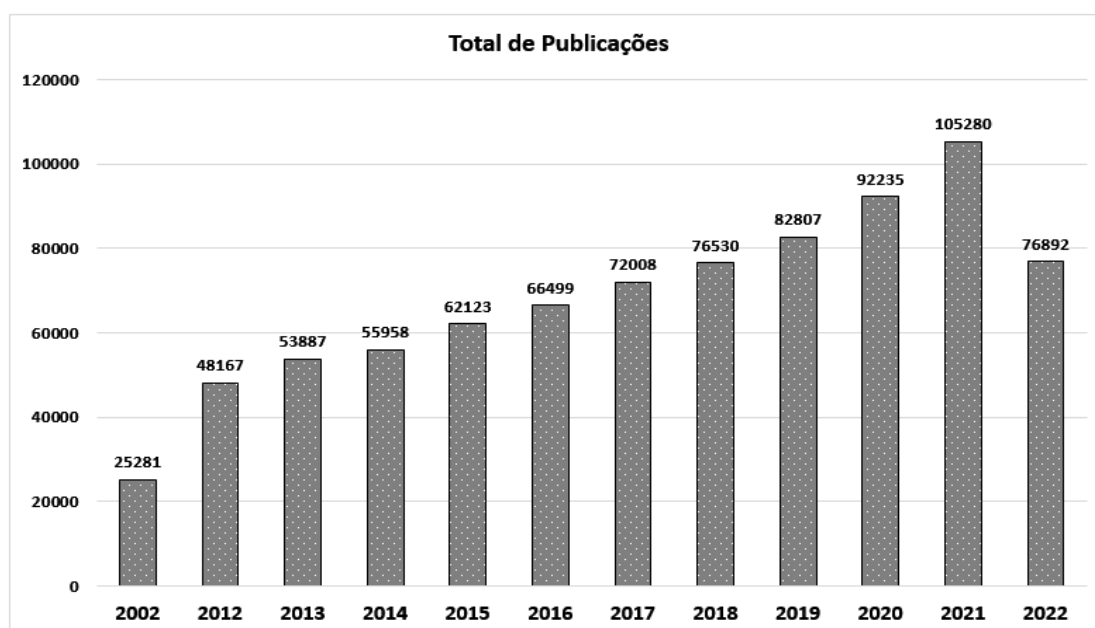
Na primeira aula, será feita a apresentação da proposta com a descrição dos objetivos, das atividades desenvolvidas, da apresentação do material bibliográfico complementar e dos TDCs. Na Tabela 5, consta as principais atividades que serão desenvolvidas na sequência didática para o ensino de polímeros. A partir da problematização inicial, será indagado aos alunos o que eles sabem sobre polímeros, nesse momento, o professor ouvirá as respostas dos alunos e após a motivação inicial irá apresentar os gráficos sobre as publicações científicas sobre polímeros. O buscador utilizado para esse fim será “polymers” (polímeros), utilizando o repositório *Science Direct* apresentado na Figura 9.

Figura 9. Página do repositório de artigos e livros científicos Science Direct.



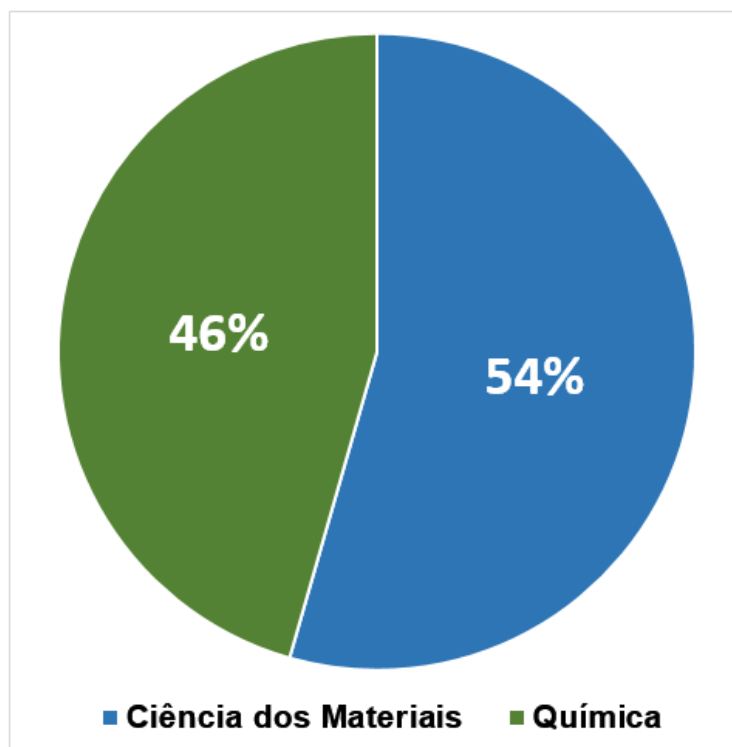
O professor, como intermediador do processo de ensino-aprendizagem, deverá chamar atenção dos alunos para o número de materiais de cunho científico já publicados contendo o buscador “*polymers*” (polímeros), mais de um milhão de resultados. Após isso, será feito um filtro do número de publicações nos últimos 10 anos, conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10. Número de publicações por ano utilizando o buscador polymers no sitio on-line Science Direct.



Com a apresentação do total de publicações por ano, almeja-se chamar a atenção dos alunos para a importância crescente do estudo dos polímeros pela ciência com o passar dos anos, onde o ano de 2002 foi inserido para proporcionar melhor visualização do incremento no número de publicações. Como forma de estimular a participação, o professor deverá indagar aos alunos o porquê de no ano 2022, o número de publicações ser inferior ao ano de 2021. Após isso, o professor irá questionar aos alunos quais as áreas das ciências que mais publicam com o tema de polímeros, então, depois da discussão dos alunos, os dados são apresentados na Figura 11. A problematização da temática dos polímeros poderá ser realizada de diversas formas, como por exemplo, com perguntas a serem debatidas no grupo ou debatidas com toda a turma, mas, nesse primeiro momento, deverá ser evitado o direcionamento de questões, pois esse é o momento de adaptação dos alunos a proposta metodológica.

Figura 11. Porcentagem das áreas de publicação utilizando o buscador polymers no Science Direct.



Desse modo, objetiva-se com a primeira aula, atrair a atenção dos alunos para o crescente número de trabalhos científicos desenvolvidos com o tema de

polímeros e que, a química é o ramo das ciências onde esses trabalhos mais se enquadram. Como proposta para atividade posterior à aula presencial, o professor deverá solicitar aos alunos que realizem o mesmo tipo de pesquisa utilizando o buscador SciELO, para isso, eles deverão utilizar as palavras-chave: polímeros (*polymers*), polímeros sintéticos (*synthetic polymers*) e compósitos poliméricos (*polymeric composites*). O mediador da atividade, o professor, pode optar por não apresentar o site aos alunos, e verificar quais estudantes conseguiram investigar e obter as informações solicitadas, como total de publicações, publicações por ano e área de publicação, sem o prévio direcionamento. Com isso, objetiva-se instigar nos alunos o senso investigativo, promovendo aos alunos a oportunidade resolverem seus próprios obstáculos.

6.2 Segunda Aula - Aplicação do questionário, com posterior repercussão sobre as questões.

Após o momento inicial de apresentação da proposta metodológica, o professor irá realizar um questionário diagnóstico para avaliar o que os alunos já sabem sobre o conceito de polímeros (Apêndice A). Partindo da Teoria da Aprendizagem Significativa, é necessário que o novo conhecimento se funda de maneira não arbitrária ao conhecimento já adquirido pelo educando, dessa maneira, os conhecimentos prévios propiciam o somatório de significados com modificação do conhecimento, que contribuem para a efetividade do processo de ensino-aprendizagem (Braathen, 2012; Moreira e Masini, 2006).

Embora, exista a premissa de que os estudantes chegam à sala de aula como uma folha em branco, isso não é verdade. Pois, cada um carrega consigo um conjunto de saberes prévios oriundos de experiências pessoais, profissionais ou educacionais. A bagagem de cada aluno é única, e embora certos indivíduos possam detê-la em menor nível, ela sempre existe. Dessa maneira, tomar conhecimento do que o aluno já sabe e a partir disso definir as estratégias metodológicas de ensino é altamente relevante (Campbell e Campbell, 2009). Assim, o professor começa a conhecer o perfil dos seus alunos e pode traçar melhor a abordagem de ensino. O questionário foi desenvolvido com base em situações do cotidiano dos alunos, fatos reportados nos veículos de comunicação, como jornais,

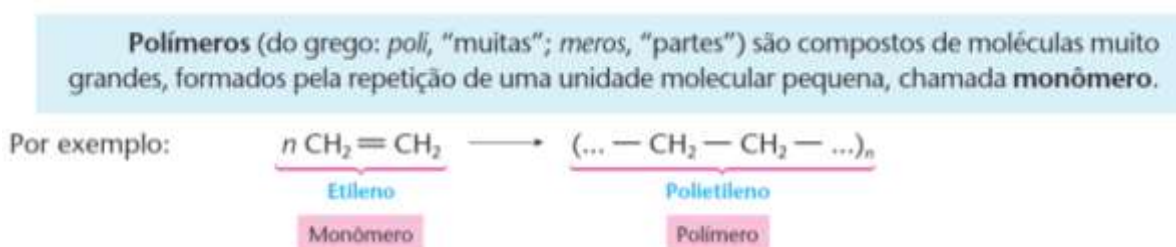
revistas e mídias sociais, de maneira a não causar estranheza nos alunos quanto aos temas abordados.

6.3 Terceira aula – Conceito de polímeros, diferença entre polímeros naturais e sintéticos

Após a revisão do material didático, optou-se por seguir o conteúdo apresentado pelo livro didático Fundamentos de Química, Vol 3. (Feltre, 2011). O fator que motivou essa escolha foi o conjunto de discussões apresentadas pelo autor, como o uso, aplicações, descarte e a obtenção dos principais materiais. Somado a esses fatores, está a disponibilidade de exercícios resolvidos e questões. Além disso, foi levado em consideração a disponibilidade do material on-line em pdf, a partir da busca simples no site <https://www.google.com/> é possível encontrar o livro, utilizando como palavras-chaves: Ricardo Feltre Química Orgânica. O capítulo utilizado para o acompanhamento será o 17: polímero sintéticos.

No início da aula, deverá ser feito um breve resumo das atividades desenvolvidas nas aulas 1º e 2º. A partir do questionamento da influência das macromoléculas no cotidiano. Então, o conceito de polímero é apresentado na Figura 12.

Figura 12. Conceito de polímeros abordado no livro didático Fundamentos de Química, vol. 3.



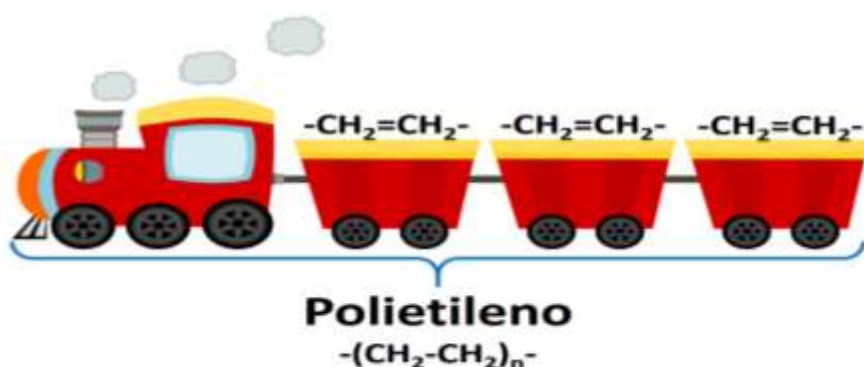
Adaptado de Feltre, 2011.

Por outro lado, no livro Ser protagonista (Lisboa *et al.*, 2016), os autores abordam o conceito de maneira diferente, apresentando primeiro a sequência de ideias da união de macromoléculas, do conceito atribuído a esse tipo de união entre moléculas menores até a formação da unidade maior das unidades monoméricas, os

polímeros, conforme destacado a seguir “A união de muitas unidades de monômeros para formar uma molécula maior – a macromolécula – chama-se polimerização, e a molécula formada, polímero.” Em consonância com os outros livros didáticos avaliados nesta monografia a autora Fonseca, 2016 apresenta um conceito similar onde unidades menores se juntam para formar uma estrutura maior, evidenciando o nome da reação que dá origem aos compostos poliméricos. Segundo Fonseca, 2016; “Polímeros são macromoléculas obtidas pela combinação de um número imenso (da ordem de milhares) de moléculas pequenas, os monômeros. O processo pelo qual isso é feito é denominado polimerização”.

Deve-se chamar atenção para a união de moléculas menores até a formação de uma estrutura molecular muito maior a exemplo de um trem. Essa analogia promove a instigação do imaginário dos alunos, onde algo que é de conhecimento da maioria, o trem e seus vagões são associados a temática abordada, polímeros e os monômeros. As unidades monoméricas de etileno, são os vagões e as suas ligações dão origem ao polímero polietileno, que é representado pelo trem de acordo com a Figura 13.

Figura 13. Analogia entre polímeros e o trem.



Fonte: Autor, 2022.

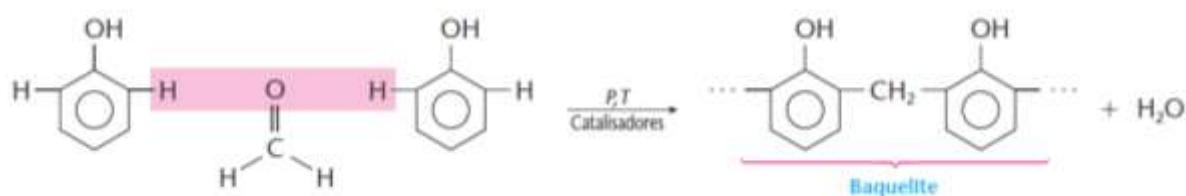
O conceito de polímeros sintéticos e naturais deverá apresentar como base o seguinte pensamento: Os polímeros naturais ou biopolímeros são os que ocorrem na natureza: Borracha, os polissacarídeos (amido, celulose e glicogênio) e as proteínas. E os polímeros sintéticos ou artificiais são produzidos em laboratório.

Então será indagado aos alunos exemplos de polímeros naturais e sintéticos que podem ser encontrados dentro da sala da aula. Como motivação, o professor pode iniciar a atividade questionando se a caneta é feita de material polimérico e de qual tipo, sintético ou natural e se as unhas possuem em sua estrutura macromoléculas formadas por unidades menores, os monômeros.

Após o primeiro momento de conceituação e indagação da natureza dos polímeros, será questionado aos alunos sobre a origem, como podem ser formados os materiais poliméricos. Então o professor apresentará o mecanismo reacional dos polímeros obtidos por adição. Nesse momento, pode-se tomar como exemplo a analogia do trem, com base no polietileno. A esse exemplo deve ser ressaltado as aplicações do polietileno na fabricação de objetos plásticos.

6.4 Quarta aula – Polímeros de condensação

Após a discussão sobre os polímeros obtidos pela adição de monômeros, o professor deve chamar a atenção para outra forma de obtenção desses materiais, a condensação. Alguns tópicos são imprescindíveis para o bom entendimento e a diferenciação dessas duas obtenções: Recapitular os polímeros de adição; Frisar que há a eliminação uma substância mais simples (por exemplo, H_2O , HCl , NH_3 etc.); Destacar que a rota de obtenção influencia diretamente nas propriedades desses materiais. A Figura 14 apresenta o esquema da obtenção do polímero baquelite a partir da condensação de moléculas de fenol e formaldeído.



Adaptado de Feltre, 2004.

Outros polímeros por condensação podem ser abordados, como por exemplo: os poliésteres, náilons e o kevlar. Ao final da aula, o professor irá solicitar aos alunos que apresentem a equação de síntese para os polímeros poliésteres, náilons e o

kevlar, e que apresentem as aplicações desses materiais. Os alunos deverão pesquisar também dois outros polímeros sintéticos, apresentando sua equação de síntese bem como aplicações.

6.5 Quinta e Sexta Aula – Atividade em grupo sobre os Textos de Divulgação Científica.

Sabendo-se da importância dos TDCs para o ensino de Ciências. Nesse momento será repassado aos alunos que se organizem em seis grupos. O professor irá direcionar a cada aluno um dos TDCs apresentados na Tabela 3. Primeiro, será feito a apresentação do gênero Texto de Divulgação Científica, com a apresentação das principais características dessa modalidade textual. Após isso, será solicitado aos alunos que em grupo realizem as tarefas e respondam o questionário apresentado na Tabela 6:

Tabela 6. Roteiro de atividades para a leitura do texto de divulgação científica.

Elemento do TDC	Atividade
Título	• A partir da leitura do título do texto, qual o assunto que você acha que será abordado nos tópicos seguintes.
Resumo	• Quais informações são apresentadas no resumo do TDC?
Introdução	• Apresente os principais pontos levantados na introdução sobre a temática abordada. • Qual o objetivo do TDC?
Desenvolvimento	• Qual o conceito de polímeros apresentado? • Quais os polímeros citados no TDC e suas aplicações? • Desenhe as estruturas dos monômeros e os polímeros a que eles dão origem. • Quais desses polímeros você já ouviu falar, e quais são utilizados no cotidiano?

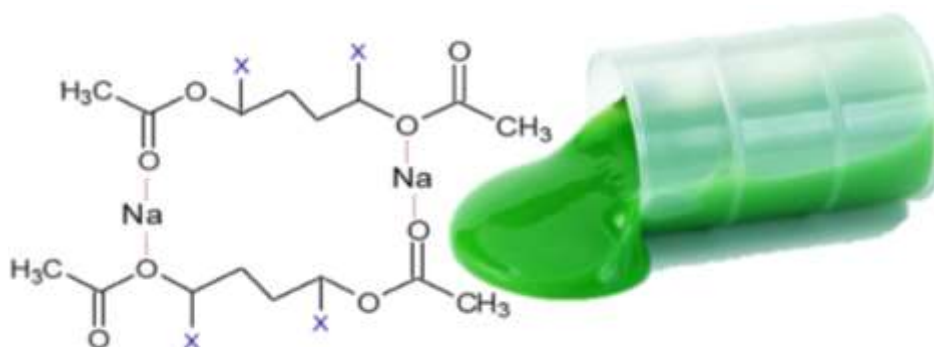
	• Qual foi a informação principal repassada pelo TDC
Conclusão	• A conclusão permite identificar o conteúdo abordado no desenvolvimento do TDC? • Quais as principais informações que constam na conclusão
Título	• Após a leitura do TDC, sugira um título alternativo.

Após o fim da atividade pelos alunos, o professor deve solicitar que nos 40 minutos restantes da sexta aula, os alunos discutam sobre o título dos TDCs que lhes foram indicados. Após a leitura do título por um grupo, os outros deverão levantar hipóteses sobre o conteúdo de cada TDC baseando-se nas informações do título. As respostas das atividades deverão ser finalizadas em horário extraclasse, com a entrega na aula posterior.

6.6 Sétima Aula – Prática sobre polímeros.

Com o objetivo de fixar o conteúdo aprendido durante as aulas iniciais, foi proposto que os estudantes realistassem um experimento com a temática dos polímeros. Por ser um experimento simples, e não apresentar grandes riscos à saúde, o experimento proposto pode ser realizado em sala de aula. Primeiro, o professor deverá colher a atividade feita pelos grupos na aula anterior, e nos primeiros 15 minutos questionar os alunos sobre as dificuldades durante a realização da tarefa. Após isso, o professor irá apresentar o experimento e solicitar que os grupos sejam novamente formados. O roteiro do experimento é apresentado no Apêndice B, os alunos deverão realizar a prática e ao final responder o questionário sobre o experimento. O experimento escolhido foi o de produção de amoeba, também conhecida como slime, uma massa de gelatina usada como brinquedo conforme a Figura 15.

Figura 15. A estrutura molecular dos cátions sódio ligados ao poliacetato de vinila, constituinte da amoeba.



Fonte: Autor, 2022.

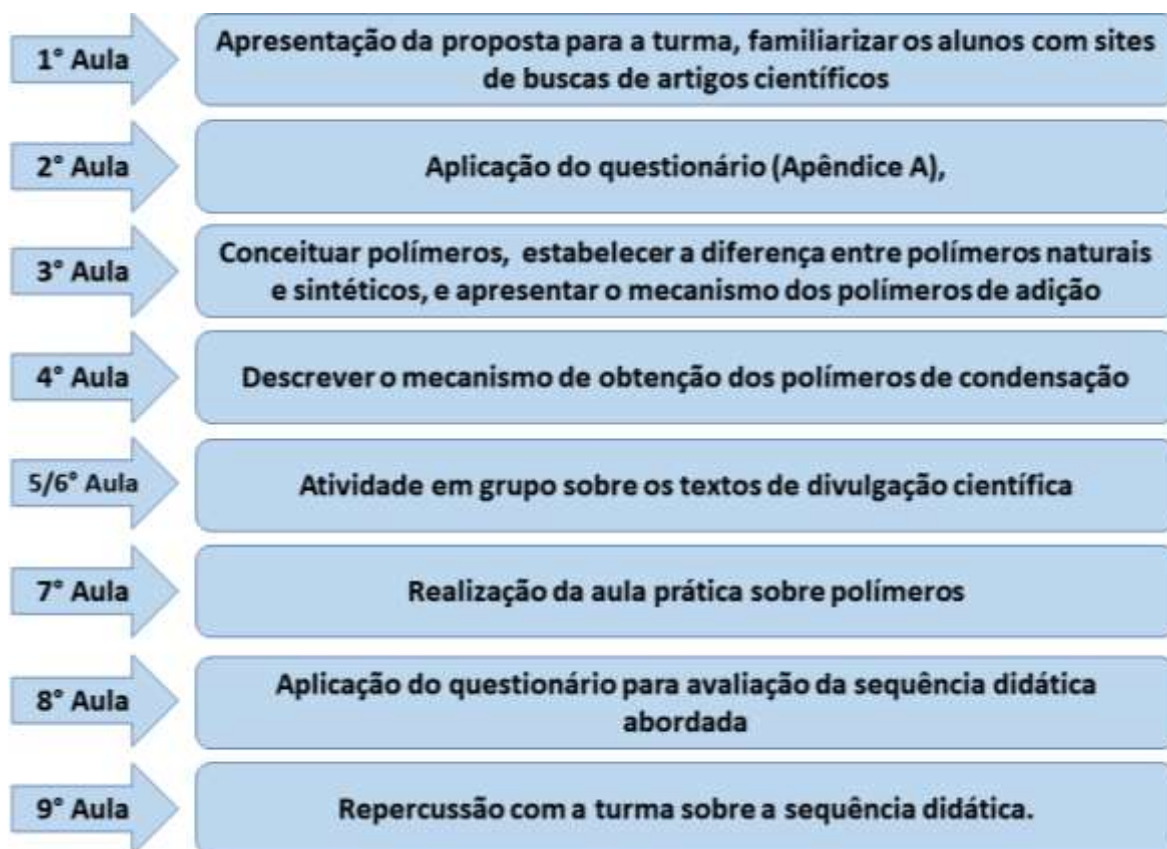
6.7 Oitava Aula – Aplicação do questionário para avaliação da sequência didática abordada.

A verificação da sequência didática será realizada pela aplicação de um questionário composto pela primeira atividade realizada, acrescido de mais 5 questões (Apêndice C). As questões 6, 7 e 8 terão caráter conteudista sobre o que foi discutido em sala de aula, e as questões 9 e 10 abordarão a avaliação da sequência didática utilizada pelo ponto de vista dos alunos. Com isso, é possível verificar a evolução dos alunos, comparando as respostas antes e após a aplicação das atividades.

6.8 Nona Aula – Repercussão com a turma sobre os pontos positivos e negativos.

Para poder aperfeiçoar a metodologia é necessária uma reavaliação. O resumo das aulas necessárias para o desenvolvimento da sequência didática desenvolvida nesta monografia é apresentado na Figura 16.

Figura 16. Fluxograma das aulas para a aplicação da sequência didática.



Fonte: Autor, 2022.

Assim, será indagado aos alunos quais foram os pontos positivos e os pontos negativos da metodologia abordada. Também será discutido quais as sugestões para a melhora do processo de ensino e aprendizagem.

6. Considerações Finais

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma sequência didática para o conteúdo de polímeros sintéticos para turma de 3º ano do Ensino Médio. Ao passo que, caracteriza-se como um material que serve de apoio para o professor em sala de aula, de maneira a agregar conhecimento sobre a temática abordada. Este trabalho aliou os fundamentos teóricos da aprendizagem significativa ao ensino de química, propiciando a união de textos de divulgação científica com experimentos simples, que podem ser realizados em sala de aula.

No que diz respeito a construção das aulas, estas foram estruturadas no total de nove, iniciando com a apresentação da proposta metodológica para a turma, na primeira aula com a discussão da importância dos polímeros. No decorrer da sequência didática, segunda aula, a aplicação do questionário para verificação dos conhecimentos prévios possibilita ao professor ter uma noção do quanto os alunos conhecem sobre o mundo dos polímeros. Posteriormente, na terceira, quarta é abordado o conteúdo de polímeros de adição e condensação, na quinta e sexta aula há uma atividade em grupo utilizando textos de divulgação científica. Por fim, nas aulas oito e nove, a conclusão da sequência didática é feita com a aplicação do questionário inicial, acrescido de cinco questões, para avaliar a proposta bem como a repercussão junto a turma sobre os pontos positivos e negativos da sequência adotada.

Nesse sentido, em relação as perspectivas futuras, pretende-se aplicar a metodologia em sala de aula e verificar a viabilidade da proposta, bem como avaliar e melhorar o que foi desenvolvido ao longo da sequência de didática para o ensino de polímeros sintéticos.

7. Bibliografia

AGUIAR, J. O. G. **Projeto de Desenvolvimento Profissional de Educadores: O Planejamento de Ensino**. Disponível em:

<https://pensaraeducacao.com.br/rbeducacaobasica/wp-content/uploads/sites/5/2017/02/Planejamento-do-Ensino_Orlando-Aguiar.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2022.

ARUMUGHAN, V.; NYPELÖ, T.; HASANI, M.; LARSSON, A. Fundamental aspects of the non-covalent modification of cellulose via polymer adsorption. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 298, n. September, 2021.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. ed ed. New York: [s.n.].

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. .; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2 ed ed. [s.l: s.n.].

BALDISSERA, A. Pesquisa-ação: uma metodologia do “conhecer” e do “agir” coletivo. **Sociedade em Debate**, v. 7, n. 2, p. 5–25, 2001.

BELO, T. N. .; LEITE, L. B. P. .; MEOTTI, P. R. M. As dificuldades de aprendizagem de química: um estudo feito com alunos da Universidade Federal do Amazonas. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, p. 1–9, 2019.

BRAATHEN, C. P. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. **REVISTA EIXO n. 1**, v. 1, p. 7, 2012.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases. Lei nº 9394**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>.

____. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/biblioteca-de-apoio/pcn-e-pcn-ensino-medio/>>.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E.; MURPHY, C. J.; WOODWARD, P. M.; STOLTZFUS, M. W. **Química: a ciência central**. 13. ed ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

CAMPBELL, L.; CAMPBELL, B. Beginning With What Students Know. *In: Mindful Learning: 101 Proven Strategies for Student and Teacher Success*. [s.l.] Corwin Press, 2009. .

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M. DOS; NETO, S. C. Poliuretano: De Travesseiros a Preservativos, um Polímero Versátil. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, v. 31, n. 3, p. 159–164, 2009.

CARROCCIO, S. C.; SCARFATO, P.; BRUNO, E.; APREA, P.; DINTCHEVA, N. T.; FILIPPONE, G. Impact of nanoparticles on the environmental sustainability of polymer nanocomposites based on bioplastics or recycled plastics – A review of life-cycle assessment studies. **Journal of Cleaner Production**, v. 335, n. November 2021, p. 130322, 2022.

CHI, H.; WANG, S.; LI, T.; LI, Z. Recent progress in using hybrid silicon polymer composites for wastewater treatment. **Chemosphere**, v. 263, p. 128380, 2021.

COLPO, C. C. Estratégias de leitura de Textos de Divulgação Científica e a constituição docente de uma Professora de Química. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 3, p. 48–55, 2019.

CUNHA, A. R. F. VARK: como é que aprendo melhor? Uma mudança no processo de ensino-aprendizagem. **Instituto Politécnico de Viana de Castelo, Portugal**, p. 186, 2015.

DANTAS, L. A. DE O. A. Aplicação do teste de Kolb na análise dos estilos de aprendizagem em ingressantes do curso de Ciências Contábeis. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 1, n. 3, p. 1–14, 2011.

FAEZ, R.; REIS, C.; FREITAS, P. S. DE; KOSIMA, O. K.; RUGGERI, G.; PAOLI, M. DE. Polímeros Condutores. **Química Nova na Escola**, v. 11, p. 13–18, 2000.

FAKIROV, S. Condensation Polymers: Their Chemical Peculiarities Offer Great Opportunities. **Progress in Polymer Science**, v. 89, p. 1–18, 2019.

FELTRE, R. **Fundamentos de Química, Vol 3**. São Paulo: EDITORA MODERNA, 2011.

FENG, S.; ZHONG, Z.; WANG, Y.; XING, W.; DRIOLI, E. Progress and perspectives in PTFE membrane: Preparation, modification, and applications. **Journal of Membrane Science**, v. 549, n. October 2017, p. 332–349, 2018.

FERREIRA, L. N. DE A.; QUEIROZ, S. L. Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 3–31, 2012.

FILHO, U. C. A construção composicional em enunciados de divulgação científica : uma análise dialógico- comparativa de ciência hoje e la recherche. **Linha D'Água**, v. 31, n. 3, p. 99–120, 2018.

FONSECA, M. R. M. DA. **Química: Ensino Médio**. 2 ed ed. São Paulo: [s.n.].

GABIRONDO, E.; SANGRONIZ, A.; ETXEBERRIA, A.; TORRES-GINER, S.; SARDON, H. Poly(hydroxy acids) derived from the self-condensation of hydroxy acids: From polymerization to end-of-life options. **Polymer Chemistry**, v. 11, n. 30, p. 4861–4874, 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, P. B.; DUARTE, M. A.; MELO, M. D. C. B. DE. Comparison of the effectiveness of polyethylene glycol 4000 without electrolytes and magnesium hydroxide in the treatment of chronic functional constipation in children. **Jornal de Pediatria**, v. 87, n. 1, p. 24–28, 2011.

GOMES, V. B.; SILVA, R. R. DA; MACHADO, P. F. L. Elaboração de textos de divulgação científica e sua avaliação por alunos de Licenciatura em Química. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 387–403, 2016.

GREGORY, H.; PHILLIPS, J. B. Materials for peripheral nerve repair constructs: Natural proteins or synthetic polymers? **Neurochemistry International**, v. 143, n. December 2020, p. 104953, 2021.

GUO, Y.; ZHOU, Y.; XU, Y. Engineering polymers with metal-like thermal conductivity—Present status and future perspectives. **Polymer**, v. 233, p. 124168,

2021.

HILDEBRANDT, L.; GAREB, F. EL; ZIMMERMANN, T.; KLEIN, O.; KERSTAN, A.; EMEIS, K.-C.; PRÖFROCK, D. Spatial distribution of microplastics in the tropical Indian Ocean based on laser direct infrared imaging and microwave-assisted matrix digestion. **Environmental Pollution**, v. 307, n. May, p. 119547, 2022.

HUANG, A.; LIU, F.; CUI, Z.; WANG, HAOKUN; SONG, X.; GENG, L.; WANG, HANKUN; PENG, X. Novel PTFE/CNT composite nanofiber membranes with enhanced mechanical, crystalline, conductive, and dielectric properties fabricated by emulsion electrospinning and sintering. **Composites Science and Technology**, v. 214, n. June, p. 108980, 2021.

HUANG, J.; KOGBARA, R. B.; HARIHARAN, N.; MASAD, E. A.; LITTLE, D. N. A state-of-the-art review of polymers used in soil stabilization. **Construction and Building Materials**, v. 305, n. September, p. 124685, 2021.

HUANG, Q.; CHEN, Y.; LIU, M.; LIU, J.; WANG, J.; ZHOU, K.; LI, H.; DENG, Y.; ZHANG, X.; WEI, Y. The combination of mussel-inspired chemistry and surface-initiated redox polymerization for surface modification of silica microspheres and their environmental adsorption applications. **Journal of Molecular Liquids**, v. 248, p. 871–879, 2017.

JARVIS, P.; CARRA, I.; JAFARI, M.; JUDD, S. J. Ceramic vs polymeric membrane implementation for potable water treatment. **Water Research**, v. 215, n. March, p. 118269, 2022.

JESUS, W. O. .; CARVALHO, C. V. M. .; SILVA, L. A. S. Estilo de aprendizagem de Kolb: reflexões acerca do diagnóstico de um curso de licenciatura em química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 12, n. 3, p. 285–306, 2019.

KOLB, D. **Experimental learning: experience as the source of learning and development**. 2 ed ed. New Jersey: Englewood Cliffs, 1984.

LEMOW, D. **Teach like a champion**. 2 ed ed. [s.l: s.n.].

LI, S.; LORANDI, F.; WANG, H.; LIU, T.; WHITACRE, J. F.; MATYJASZEWSKI, K. Functional polymers for lithium metal batteries. **Progress in Polymer Science**, v. 122, p. 101453, 2021.

LISBOA, J. C. F.; BRUNI, A. T.; NERY, A. L. P.; BIANCO, A. A. G.; RODRIGUES, H.; SANTINA, K.; LIEGEL, R. M.; AOKI, V. L. M. **Ser Protagonista: Química 3º Ano**. 3 ed ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

LIU, C.; WANG, L.; LIU, S.; TONG, L.; LIU, X. Fabrication strategies of polymer-based electromagnetic interference shielding materials. **Advanced Industrial and Engineering Polymer Research**, v. 3, n. 4, p. 149–159, 2020.

LOCATELLI, S. W. .; ARROIO, A. Dificuldades na transição entre os níveis simbólico e submicro – repensar o macro pode auxiliar a compreender reações químicas? **Enseñanza de las Ciencias**, p. 4239–4244, 2017.

MA, R.; SHI, L. Trade-off effect of polymeric nano-medicine in anti-cancer drug delivery. **Giant**, v. 8, p. 100074, 2021.

MAITZ, M. F. **Applications of synthetic polymers in clinical medicine Biosurface and Biotribology**, 2015.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. Polímeros superabsorventes e as fraldas descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros. **Química Nova na Escola**, v. 15, p. 1–3, 2002.

MARQUES DE OLIVEIRA, A.; PIAZZA RECENA, M. O Ensino de Polímeros na Perspectiva da Educação Dialógica com Enfoque em CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 103–126, 2014.

MELO, L. B. Títulos em notícias de divulgação científica: estratégias discursivas e funcionalidades na interface do Facebook. **Linguagem em Discurso**, v. 17, n. 1, p. 51–66, 2017.

MOHD NASIR, N. H.; USMAN, F.; SAGGAF, A.; SALOMA. Development of composite material from Recycled Polyethylene Terephthalate and fly ash: Four decades progress review. **Current Research in Green and Sustainable Chemistry**, v. 5, n. January, p. 100280, 2022.

MOREIRA, M. A. .; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: a teoria da David Ausubel**. 2º ed ed. São Paulo: Ed. Centauro, 2006.

MUDDERMANN, T.; HAUPT, D.; ENGELKE, M.; SIEVERS, M.; FISCHER, A.; KIEFER, C.; FILIP, K.; ZIELINSKI, O.; HICKMANN, T.; KUNZ, U. Combination of magnetically actuated flexible graphite–polymer composite cathode and boron-doped diamond anode for electrochemical water softening or wastewater treatment. **Electrochimica Acta**, v. 354, p. 136729, 2020.

NASCIMENTO, T. G.; JUNIOR, M. F. R. A produção de textos de divulgação científica na formação inicial de licenciandos em ciências naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 1, p. 1–22, 2010.

NAZEER, N.; AHMED, M. **Polymers in medicine**. [s.l.] Elsevier Inc., 2020.

PAOLI, M. DE. Plásticos inteligentes. **Química Nova na Escola**, p. 9–12, 2001.

POTAUFÉUX, J. E.; ODENT, J.; NOTTA-CUVIER, D.; LAURO, F.; RAQUEZ, J. M. A comprehensive review of the structures and properties of ionic polymeric materials. **Polymer Chemistry**, v. 11, n. 37, p. 5914–5936, 2020.

REIS, M. J. .; CALEFI, P. S. .; ALIOTO, M. R. Educação problematizadora no ensino de Química: A indústria sucroalcooleira como tema gerador de uma sequência didática em uma escola pública de Sertãozinho. **Revista Iluminart**, v. 15, p. 155–177, 2017.

ROCHA-FILHO, R. C. Nobel 2000 Polímeros Condutores: Descoberta e Aplicações. **Química Nova na Escola**, v. 12, p. 11–14, 2000.

RODRIGUES, A. .; SCHIMIGUEL, J. Estilos de aprendizagem em um curso de sistemas de informação. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 3, n. 4, 2018.

ROINA, Y.; AUBER, F.; HOCQUET, D.; HERLEM, G. ePTFE functionalization for medical applications. **Materials Today Chemistry**, v. 20, p. 100412, 2021.

RONG, F.; WANG, T.; ZHOU, Q.; PENG, H.; YANG, J.; FAN, Q.; LI, P. Intelligent

polymeric hydrogen sulfide delivery systems for therapeutic applications. **Bioactive Materials**, v. 19, n. April 2022, p. 198–216, 2022.

ROSA, A. P.; GOI, M. E. J. A utilização de textos de divulgação científica no ensino de Química The use of scientific dissemination texts in Chemistry teaching El uso de textos de divulgación científica en la enseñanza de la Química Recebido : 03 / 04 / 2020 | Revisado : 16 / 04 /. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. 1–24, 2020.

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

SASSERON, L. H. 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, p. 1061–1085, 2018.

SILVA, D. C. DA; ALMEIDA, G. S.; LYDIJUSSE, J. M. DE C.; ALENCAR, L. P. DE; SILVA, M. H. S. C. Estudo de identificação dos tipos de alunos frequentadores da disciplina de química de um cursinho. **Expressa extensão**, v. 25, n. 3, p. 70–82, 2020.

SREENIDHI, S. K. .; TAY, C. H. Styles of learning based on the research of Fernald, Keller, Orton, Gillingham, Stillman, Montessori and Neil D Fleming. **International Journal For Innovative Research In Multidisciplinary Field**, v. 3, n. 4, p. 17–25, 2017.

STEPHAN, A.; ANADON, L. D.; HOFFMANN, V. H. How has external knowledge contributed to lithium-ion batteries for the energy transition? **iScience**, v. 24, n. 1, p. 101995, 2021.

TANG, E.; SUN, Z.; HAN, Y.; YU, W.; CHEN, C.; XU, M.; CHANG, M.; GUO, K.; HE, L. Dynamic characteristics of enhanced Al/PTFE and real-time quantitative evaluation of impact release energy under vacuum environment. **Results in Physics**, v. 31, p. 105019, 2021.

TÁTRAALJAI, D.; MAJOR, L.; FÖLDES, E.; PUKÁNSZKY, B. Study of the effect of natural antioxidants in polyethylene: Performance of β -carotene. **Polymer Degradation and Stability**, v. 102, n. 1, p. 33–40, 2014.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa - ação**. 2 ed ed. São Paulo: Cortez, 1986.

TOYA, M.; ITO, H.; ITAMI, K. Recent advances in acetylene-based helical oligomers and polymers: Synthesis, structures, and properties. **Tetrahedron Letters**, v. 59, n. 16, p. 1531–1547, 2018.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Conecte química - Volume 3**. 2 ed ed. [s.l.] Editora Saraiva, 2014.

VAHIDI, G.; BAJWA, D. S.; SHOJAEIARANI, J.; STARK, N. M. Experimental investigation into the direct feeding of coupling agent, cellulose nanocrystals, and nano zinc oxide in high-density polyethylene. **Composites Part C: Open Access**, v. 8, n. June, p. 100287, 2022.

WAN, E.; GALEMBECK, E. Polímeros Sintéticos. **Química Nova na Escola**, p. 5–8,

2001.

WANG, L.; LIU, C.; SHEN, S.; XU, M.; LIU, X. Low dielectric constant polymers for high speed communication network. **Advanced Industrial and Engineering Polymer Research**, v. 3, n. 4, p. 138–148, 2020.

WARTHA, E. J. .; MOTA, J. R. .; GUZZI FILHO, N. J. O experimento da gota salina e os níveis de representação em química. **Educación Química**, v. 23, p. 55–61, 2012.

WENZEL, J. S.; COLPO, C. C. A leitura de textos de divulgação científica como modo de qualificar o uso da linguagem química no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 4, p. 134–143, 2018.

WORONA-DIBNER, L.; VÁZQUEZ-FRIAS, R.; VALDEZ-CHÁVEZ, L.; VERDIGUEL-OYOLA, M. Efficacy, safety, and acceptability of polyethylene glycol 3350 without electrolytes vs magnesium hydroxide in functional constipation in children from six months to eighteen years of age: A controlled clinical trial. **Revista de Gastroenterología de México (English Edition)**, n. xxxx, 2021.

YU, J.; QIN, Y.; YANG, Y.; ZHAO, X.; ZHANG, Z.; ZHANG, Q. Bioactive Materials Robust hydrogel adhesives for emergency rescue and gastric perforation repair. **Bioactive Materials**, v. 19, n. April 2022, p. 703–716, 2023.

ZAMBONI, F.; KWOK, C.; COLLINS, M. N. Bioactive Materials Hyaluronic acid association with bacterial , fungal and viral infections : Can hyaluronic acid be used as an antimicrobial polymer for biomedical and pharmaceutical applications ? **Bioactive Materials**, v. 19, n. April 2022, p. 458–473, 2023.

ZHANG, F.; LI, D.; LIANG, X.; GUO, K.; LI, B.; XU, H.; LI, J.; ZHANG, Z.; WANG, S.; FAN, F.; SUN, Y. Forming luminescent oligomer nanoparticles via condensation polymerization: A strategy for real-time visualized detection of hydrazine in solution and gas phase. **Dyes and Pigments**, v. 185, n. September 2020, p. 1–7, 2021.

ZHANG, Y.; PEDERSEN, J. N.; ESER, B. E.; GUO, Z. Biodegradation of polyethylene and polystyrene: From microbial deterioration to enzyme discovery. **Biotechnology Advances**, v. 60, n. May, p. 107991, 2022.

ZHAO, S.; HUANG, C.; YUE, X.; LI, X.; ZHOU, P.; WU, A. Application advance of electrosprayed micro/nanoparticles based on natural or synthetic polymers for drug delivery system. **Materials & Design**, p. 110850, 2022.

ZISMANN, J. J.; BACH, S. T.; EUGÊNIO FRANTZ, E.; LARGO, C.; JUDITE, R. S.; WENZEL, S. a Leitura De Texto De Divulgação Científica No Ensino De Cinética Química the Reading of Scientific Dissemination Texts in the Teaching of Kinetic Chemistry. v. 2, p. 127–137, 2019.

Apêndice A

Questionário

1º A partir da leitura do fragmento abaixo, reflita e responda o que se pede.

Os plásticos fazem parte da rotina dos seres humanos. É quase impossível uma pessoa não ter o contato com algo feito do material ao longo de um dia. Logo ao acordar, a maioria das pessoas escova os dentes utilizando um objeto feito de plástico. Ou tem contato ao segurar o cabo da panela, vendo os componentes da geladeira, do celular, carro, TV, enfim, os polímeros e suas aplicações são fundamentais na vida em sociedade. Tudo por conta de vários processos realizados para facilitar o dia a dia justamente em razão de algumas características que fazem do plástico um excelente material, como flexibilidade e boa durabilidade.

(adaptado de: <https://www.neuplast.com.br/blog/quais-sao-os-polimeros-utilizados-em-nosso-dia-a-dia-e-quais-as-suas-principaisaplicacoes/#:~:text=%C3%89%20assim%20que%20os%20polipropilenos,isopor%20a%20bolas%20de%20bilhar.> Acesso 16 de junho de 2022).

Os plásticos, assim como as borrachas e o náilon, são exemplos de polímeros que são utilizados no cotidiano. Você já tinha ouvido falar no termo polímeros? Em qual contexto esse termo lhe foi apresentado? Discuta, a partir dos seus conhecimentos prévios sobre como esses compostos estão presentes na sociedade atual.

2º Observe a figura a seguir:



(fonte: <https://www.atomjr.com.br/post/pol%C3%ADmeros-entenda-o-que-s%C3%A3o-e-como-s%C3%A3o-classificados.>

Acesso 16 de junho de 2022).

Com base na figura acima, apresente cinco exemplos de polímeros sintéticos que são utilizados no seu cotidiano. Quais suas aplicações? E quais características físico-químicas esses materiais apresentam? São maleáveis? Rígidos? Estáveis termicamente? Apresentam cheiro? Os exemplos da questão 1º não devem ser repetidos.

3º Os polímeros podem ser de duas classes, naturais ou sintéticos. Cite três exemplos de cada classe desses materiais e explique a diferença entre materiais poliméricos sintéticos e polímeros



natura
is.

4º Apresente cinco exemplos de polímeros sintéticos que foram utilizados hoje por você. Qual a finalidade de cada um e quais as características eles apresentam?

5° Analise a charge abaixo:



(Fonte: <https://envolve.eco.br/blogs/news/o-lixo-e-a-economia-circular>. Acesso em 14 de junho de 2022)

A partir da análise da charge, elabore um texto de no mínimo cinco linhas, sobre os impactos ambientais da produção e do descarte irregular dos polímeros sintéticos. Apresente, também possíveis soluções para essa problemática.

Apêndice B

Produção de Amoeba

Introdução

O acetato de polivinila é um polímero obtido a partir da união de diversos monômeros de vinila ($\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$). A sua cadeia polimérica costuma ter entre 100 a 5.000 unidades monoméricas de vinila. O acetato de polivinila possui diversos usos, como por exemplo a cola de madeira e a tinta látex, além de ser utilizado como base para a produção de chicletes. No ramo da construção civil, o cloreto de polivinila é utilizado misturado ao cimento, para promover o aumento da resistência mecânica. As principais características desse polímero são, forma amorfa, termoplástica, insípido, inodoro, atóxico e propriedades adesivas. Por ser muito empregado em colas, esse polímero pode ser obtido a partir da cola de isopor e ser utilizado para fabricação de amebas, uma massa de aspecto gelatinoso utilizado como brinquedos.

Objetivo

Produzir amoeba a partir da cola de isopor.

Parte Experimental

Materiais

- Água boricada (adquirida em farmácias);
- Cola de isopor;
- Bicarbonato de sódio;
- Anilina (corante alimentício).

Procedimento

Em um recipiente de vidro (copo ou béquer) adicionar 50 mL de água boricada, e 20 gramas de bicarbonato de sódio. Agitar a mistura até que a produção de bolhas seja sessada. A essa mistura, a cola de isopor e algumas gotas de anilina

e mexer a solução vigorosamente até que seja adquirido a consistência de uma pasta.

Questionário

1° Como o acetato de polivinila é sintetizado no processo industrial?

2° Equacione o mecanismo de síntese do acetato de polivinila? O mecanismo ocorre por adição ou condensação?

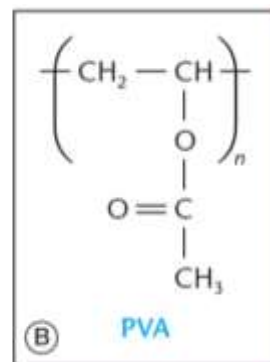
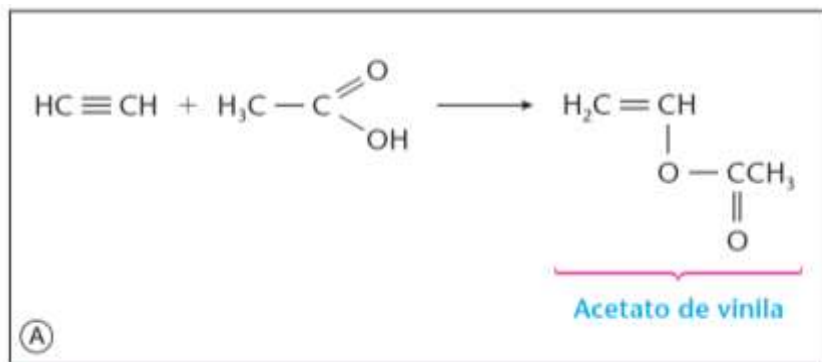
3° Apresente três principais usos do acetato de polivinila.

4° O que ocorre quando o bicarbonato de sódio e água boricada são adicionados a cola de isopor? Escreva a equação balanceada da reação.

Apêndice C

Questionário

6° (Vunesp) Acetileno pode sofrer reações de adição como a que ocorre em A:



A polimerização do acetato de vinila forma o PVA, de fórmula estrutural dada em B:

- a)** Escreva a fórmula estrutural do produto de adição do HCl ao acetileno.
- b)** Escreva a fórmula estrutural da unidade básica do polímero formado pelo cloreto de polivinila (PVC).

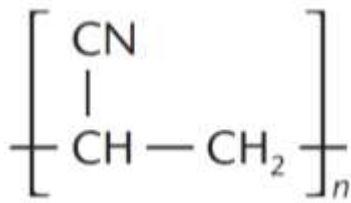
7° (UFPI) Os polímeros (plásticos, borrachas etc.), relacionados na coluna II, são produzidos a partir da polimerização dos monômeros listados na coluna I.

coluna I	
a) $\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$	c) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$
b) $\text{H}_2\text{C}=\underset{\begin{array}{c} \\ \text{Cl} \end{array}}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$	d) 

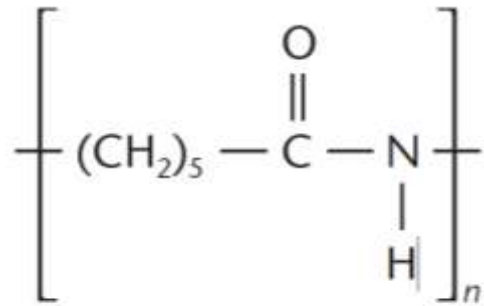
coluna II
1) polietileno
2) poliestireno
3) politetrafluoretileno
4) policloropreno

Ordene a coluna I com a coluna II, de modo a determinar o monômero que origina seu respectivo polímero e cite as principais aplicações de cada um.

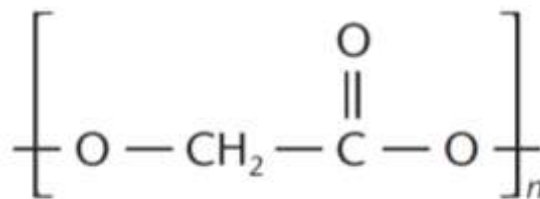
8° (UFSM-RS) Analisando as representações de polímeros sintéticos apresentados abaixo identifique o tipo de reação que deu origem a cada um.



①



②



③

9° Na sua opinião, quais foram os pontos positivos e negativos da sequência didática utilizada para o ensino de polímeros sintéticos.

10° Cite ações que podem ser utilizadas para aperfeiçoarem a sequência didática.