UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E HUMANAS

ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE QUÍMICA

Ensino de polímeros na perspectiva química e ambiental

Talita Angelica dos Santos

Santo André – SP

2021

Talita Angelica dos Santos

Ensino de polímeros na perspectiva química e ambiental

Monografia apresentada ao Programa de Especialização em Ensino de Química da Universidade Federal do ABC como requisito parcial para obtenção do título de especialista em ensino de química.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Paula de Mattos Arêas Dau

Santo André – SP

2021

AGRADECIMENTOS

A Deus, razão da minha existência e força motora que esteve comigo em todos os momentos permitindo-me chegar até aqui.

À minha mãe, Creusa Ferraz, por estar comigo na adversidade e na alegria, por me educar e me amar.

A meu amado pai (*in memoriam*), Antonio Barbosa, por me educar, me amar, por estar sempre vivo dentro do meu coração e em minhas memórias mais doces e felizes.

A toda minha família (avós, tios e primos) e meus estimados amigos da UFABC.

A minha orientadora Ana Paula de Mattos Arêas Dau por me auxiliar durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Aos professores do programa de Especialização em Ensino de Química da UFABC, que se dedicaram no preparo das aulas e atividades no decorrer do curso.

Aos professores membros da banca avaliadora desse trabalho.

A Universidade Federal do ABC por me ajudar a ampliar os meus conhecimentos acadêmicos, científicos e culturais. A todos os professores que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico e colaboraram para a construção do meu conhecimento.

RESUMO

Atualmente, os materiais poliméricos são usados em diversos setores, porém, seu uso em larga escala gera preocupações relacionadas ao seu descarte pós-consumo, porque os polímeros levam anos para se decompor, causando assim, diversos problemas ambientais. Levando-se em conta a importância dos polímeros e os problemas relacionados ao seu descarte inadequado, torna-se de grande importância a conscientização dos alunos do Ensino Médio sobre o que são, sobre o uso, a reciclagem a reutilização e o descarte pós-consumo desses materiais. O tema polímeros é abordado no 3º ano do Ensino Médio, porém, seu ensino apresenta diversas barreiras, como, a falta de tempo para ministrá-lo, infraestrutura insuficiente das escolas e de despreparo dos professores. Portanto, é de grande importância o preparo do professor em relação ao ensino contextualizado e a atividades práticas e teóricas usando diferentes abordagens pedagógicas. Algumas teorias que o professor deve saber e que pode colaborar para o ensino de polímeros são a de Ausubel, Piaget, taxonomia de Bloom e abordagens CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente), uso de *webquest*, trabalho por projetos (educação problematizadora), uso de analogias e atividades lúdicas. Nesse trabalho, objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica de artigos e trabalhos publicados em anais de congressos sobre o ensino de polímeros no ensino médio, e em seguida realizou-se uma proposta do evento "Feira de Polímeros" para os alunos do 3º ano do Ensino Médio com o auxílio do uso de uma *webquest*. Na revisão bibliográfica, foi possível observar que se pode utilizar diversas estratégias pedagógicas para o ensino de polímeros e que atividades práticas, lúdicas, projetos e oficinas, facilitam e estimulam os alunos durante o processo de ensino-aprendizado. O evento Feira de Polímeros foi proposto abordando diversas atividades contextualizadas, práticas e projetos como oficina de reciclagem, júri simulado, projetos de conscientização ambiental, projetos práticos e amostra cinematográfica, visando diversificar as metodologias de ensino e garantir aos alunos um aprendizado contextualizado e ativo, que contribui para a formação cidadã do aluno na perspectiva química e ambiental. Neste trabalho, foi possível observar as diferentes metodologias e atividades relacionadas ao ensino de polímeros na literatura e propor a realização de um evento, com atividades diversas, que é promissor para garantir um ensino ativo e cidadão do tema polímeros.

Palavras-chave: ensino, ensino médio, polímeros, química, conscientização ambiental.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO……..... 6

2 OBJETIVO……..…..... 9

2.1 Objetivo geral……..... 9

2.2 Objetivos específicos……..…….…..... 9

3 METODOLOGIA……..... 9

CAPÍTULO 1 - Ensino de polímeros 10

1.1 Limitações encontradas no ensino de polímeros ……..... 11

1.2 Metodologias didático-pedagógicas facilitadoras do ensino de polímeros……..... 12

CAPÍTULO 2 - Revisão bibliográfica sobre metodologias para o ensino de polímeros no ensino médio……..... 19

CAPÍTULO 3 - Proposta de sequência didática - desenvolvimento da "Feira de Polímeros"……...…..... 33

3.1 Cronograma de desenvolvimento da Feira de Polímeros…….……. 33

3.2 Estrutura da escola para o desenvolvimento da Feira de Polímeros…... 34

3.3 Detalhamento da feira - *webquest*……..... 35

3.4 Pós-realização do evento Feira de Polímeros……. 39

3.5 Avaliação do evento Feira de Polímeros……..……... 40

3.6 Análise da proposta do evento Feira de Polímeros levando em consideração os domínios cognitivos da taxonomia de Bloom revisada…… 41

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS…….…… 44

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 45

1 INTRODUÇÃO

Os polímeros, conhecidos popularmente como plásticos, atualmente são usados em nosso cotidiano em diversas áreas, como na indústria têxtil, alimentícia, automobilística, farmacêutica e civil (ABIPLAST, 2017; RASMUSSEN, 2018).

Esses materiais começaram a ser desenvolvidos em 1870, e seu uso foi expandido após a revolução industrial devido às suas propriedades vantajosas (RASMUSSEN, 2018). Os polímeros apresentam baixo custo de produção, alta durabilidade e resistência química, facilidade de produção e baixa densidade, o que os tornam materiais ideais para diversas aplicações cotidianas (MICHAELI *et al.*, 2008; MARK, 1999).

Devido às suas propriedades vantajosas, os polímeros são usados em larga escala. Entre os anos de 2007 e 2018, a produção brasileira de polímeros variou entre 6,0 e 7,5 x 10^6 t/ano. Essa alta produção de polímeros, gera preocupações relacionadas à sua matéria prima e também ao seu descarte pós-consumo (ABIPLAST, 2018).

O descarte pós-consumo dos polímeros, quando realizado de maneira errônea, pode causar problemas ambientais, porque, os polímeros possuem estabilidade térmica e química, e levam entre 10 e 500 anos para se decompor. Os resíduos poliméricos descartados erroneamente acumulam-se em locais inadequados, provocando enchentes, amontoados de lixo e até mesmo contaminações de rios, mananciais e oceanos, o que resulta na morte de diversos animais e em danos a flora, fauna e aos seres humanos (GEYER, JAMBECK e LAW, 2017; SPINACÉ e DE PAOLI, 2005).

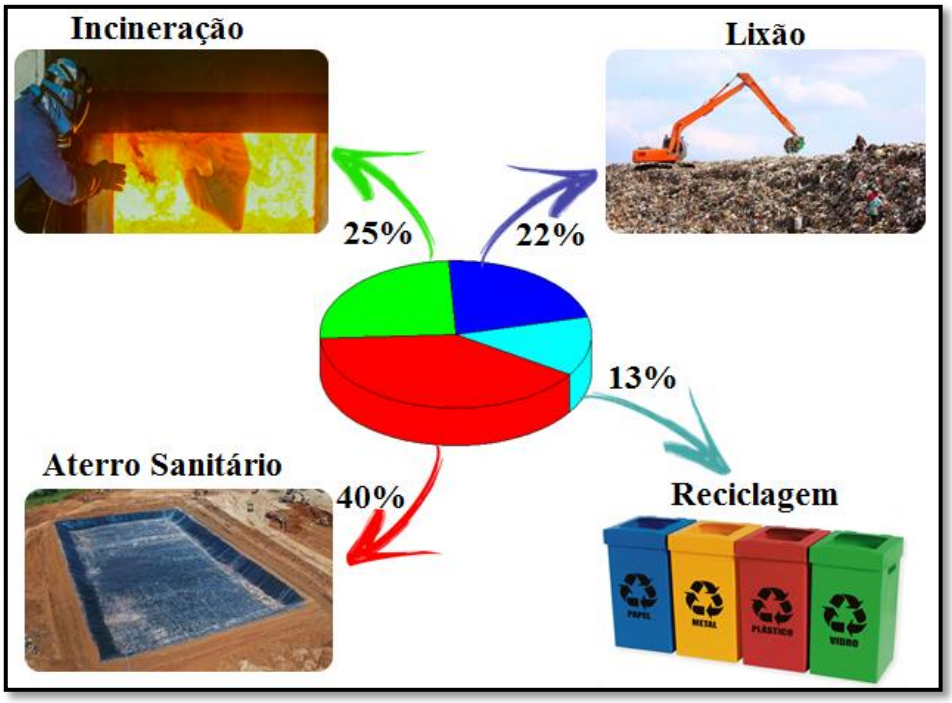
No Brasil, algumas alternativas para minimizar os danos causados pelos resíduos sólidos urbanos (RSU) poliméricos são o descarte em aterros sanitários, reciclagem, reutilização e incineração. A Figura 1 mostra que atualmente cerca de 40% dos RSU são destinados a aterros sanitários, 25% incinerados, 22% descartados em lixões e 13% são reciclados (YIN e YANG, 2020).

O aterro sanitário, embora seja uma alternativa para o descarte dos RSU, ocupam grandes espaços, produzem chorume (líquido contaminante), e liberam gases poluentes como o metano (CH_4) e o dióxido de carbono (CO_2). Além da contaminação do solo e do ar, os aterros sanitários são locais propícios para transmissão de doenças e proliferação de animais sinantrópicos como ratos, pulgas, baratas e mosquitos (GEYER, JAMBECK e LAW, 2017).

Os lixões são locais totalmente inadequados para o descarte de resíduos, pois, geram os mesmos problemas associados ao aterro sanitário, porém, possuem o agravante de

não apresentar sistema de manta para proteção do solo ou coleta de gases e líquidos (GEYER, JAMBECK e LAW, 2017).

Figura 1: Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).



Fonte: adaptado de YIN e YANG, 2020.

A incineração, apesar de ser um método rápido e fácil de descarte dos polímeros, apresenta diversas desvantagens, entre elas, a produção de diversos gases tóxicos como as dioxinas, furanos, e bifenilos policlorados. Outra desvantagem da incineração é seu alto custo devido à utilização de combustíveis fósseis para a realização do processo (GEYER, JAMBECK e LAW, 2017; VERMA *et al.*, 2016).

A reciclagem é viável, porque, para o reprocessamento do polímero pós-consumo são economizados recursos naturais e energia. Os polímeros reciclados, além de mais econômicos, podem ser usados em diversas aplicações como em sacolas plásticas, peças internas de carros, tubos, peças decorativas e embalagens. Porém, a reciclagem ainda é limitada, porque depende de políticas públicas e da colaboração dos cidadãos; desse modo, para que se torne uma alternativa vantajosa, há a necessidade de conscientização dos cidadãos e de políticas governamentais que incentivem a reciclagem (GEYER, JAMBECK e LAW, 2017; VERMA *et al.*, 2016).

Outras alternativas viáveis para minimizar os problemas relacionados ao descarte inadequado de resíduos poliméricos são reutilização ou o uso dos polímeros biodegradáveis (ROSA e FILHO, 2003).

Os polímeros biodegradáveis decompõem-se em, no máximo 2 anos, porque sua estrutura química pode ser clivada por microrganismos (fungos e bactérias). Embora os polímeros biodegradáveis apresentem rápida decomposição, eles possuem propriedades mecânicas e térmicas inferiores e maiores custos, o que dificulta o uso desses materiais quando comparado aos polímeros *commodities* de origem fóssil (AGARWAL, 2020; JÚNIOR, 2012; TORGBO e SUKYAI, 2020).

A reutilização é a alternativa mais viável para minimizar os danos ambientais causados pelo descarte inadequado dos polímeros, porque é economicamente viável (gera custo mínimo ou nulo), não utiliza recursos naturais ou energia e não exige reprocessamento. Porém, a reutilização ainda não é muito praticada, devido, principalmente, à insuficiência ou total ausência de conscientização ambiental dos cidadãos, além do baixo incentivo político e empresarial para essa prática (AGARWAL, 2020; JÚNIOR, 2012; TORGBO e SUKYAI, 2020).

Levando em consideração os aspectos ambientais citados, nota-se que é de extrema importância que haja conscientização sobre os benefícios e malefícios causados pelo uso dos polímeros no nosso cotidiano. Bem como, faz-se necessário que os cidadãos tenham conhecimentos das principais alternativas (reciclagem, reutilização, polímeros biodegradáveis, aterro sanitário, incineração) para minimizar os danos ambientais causados pelo descarte inadequado dos polímeros (SPERLING, 2013; ALCANTARA-GARCIA e PLOEGER, 2018).

Dessa forma, considerando que o Ensino Médio possui como função formar cidadãos conscientes de suas ações e que vivemos na “Era dos plásticos”, é importantíssimo que ocorra o ensino de polímeros nas perspectivas ambiental e química para os alunos desse nível de educação formal (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018).

Portanto, nesse trabalho, o Capítulo 1 trará os principais aspectos relacionados ao ensino de polímeros no ensino médio. No Capítulo 2 serão expostos os resultados de uma busca bibliográfica realizada, a fim de verificar quais são as metodologias e atividades usadas para o ensino de polímeros. Por fim, no Capítulo 3 será realizada a proposta de uma atividade para o ensino de polímeros.

2 OBJETIVO

Objetivo geral

Realizar uma revisão bibliográfica e propor uma nova atividade sobre o ensino de polímeros para alunos da 3º série do Ensino Médio.

Objetivos específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica das atividades que envolvem o ensino de polímeros: citar os principais trabalhos brasileiros e as principais atividades que são realizadas com alunos no ensino médio sobre o tema, levando em consideração os aspectos químicos e ambientais envolvidos;
- Propor uma sequência didática, distinta da encontrada na literatura, para o ensino do tema "Polímeros na perspectiva química e ambiental", usando diferentes ferramentas de ensino (*webquest*, aulas práticas);
- Planejar e avaliar a sequência didática proposta com base na taxonomia de Bloom.

3 METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se uma busca de artigos e de trabalhos brasileiros publicados em anais de congressos nos sites Scielo e Google Acadêmico, usando as palavras-chave "ensino de polímeros" entre os anos de 2010 e 2020.

Em seguida, realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática, que será descrita no Capítulo 2, mostrando um resumo da metodologia e os principais resultados dos trabalhos encontrados na literatura sobre ensino de polímeros.

Após a revisão bibliográfica, foi proposta a realização de um evento para o ensino de polímeros (Capítulo 3), que será aplicado aos alunos do 3º ano do Ensino Médio. O evento foi proposto com base nas atividades sobre o ensino de polímeros, encontradas na revisão bibliográfica do Capítulo 2.

CAPÍTULO 1 - Ensino de polímeros

O ensino do conteúdo sobre polímeros, além de ser importante para a formação do cidadão, também está incluso nos aspectos de educação ambiental e no currículo de química, e envolve todos os níveis e todas as modalidades de educação, sejam formais, informais ou não formais e deve estar presente no projeto político pedagógico (PPP) das escolas (CRUZ, SOUZA e FREITAS, 2020; ANDRIGHETTO e MACIEL, 2019).

A educação ambiental é amparada pela constituição Federal de 1988, pela Lei de Diretrizes Básicas da Educação (LDB) de 1996, e, ainda, está inclusa no PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) Meio Ambiente, como um tema transversal. Além desses documentos, a educação ambiental também está presente no PNE (Plano Nacional de Educação) (MURY, CANTANHEDE e CANTANHEDE, 2015; MEC).

No Estado de São Paulo, a educação ambiental aparece no Currículo do Estado de São Paulo - Ciências da Natureza, para o 4º Bimestre para o 3º ano do Ensino Médio, no bloco intitulado "O que o ser humano introduz na atmosfera, hidrosfera e biosfera" (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011).

O tema "Polímeros", além de obrigatório na legislação brasileira, tem relação com duas vertentes importantes para o aprendizado do aluno, a vertente ambiental e a química.

Na vertente ambiental, o ensino de polímeros é entendido como uma prática socioeducativa, permanente e contínua que visa à formação do cidadão crítico como agente de transformação no meio ambiente. Portanto, é fundamental à conscientização do aluno sobre os recursos naturais para obtenção dos plásticos, o uso desses materiais no cotidiano e as alternativas (reciclagem, reutilização) para minimizar os danos ambientais causados pelo descarte inadequado e pelo uso excessivo dos polímeros (MURY, CANTANHEDE e CANTANHEDE, 2015; ANDRIGHETTO e MACIEL, 2019).

Na perspectiva química, o ensino de polímeros está relacionado com a química de materiais e pode ser associado com o uso de diversos polímeros sintéticos (PET, poliésteres, poliamidas, polipropileno, polietileno etc) e a polímeros naturais como borracha, celulose, proteínas e alguns carboidratos) presentes no dia a dia do aluno (MURY, CANTANHEDE e CANTANHEDE, 2015). O ensino de polímeros também está associado a conteúdos teóricos de química, expressos no currículo do estado de São Paulo e também nos PCN, como ligações intermoleculares, funções orgânicas,

propriedades da matéria (densidade e tipo de ligações químicas) (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011).

Embora o estudo sobre polímeros seja obrigatório, segundo a legislação e parâmetros vigentes, e também seja um assunto importante que é cobrado em vestibulares e no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), muitas vezes, o tema não é trabalhado em sala de aula devido a diversas limitações que são encontradas para o seu ensino (CRUZ, SOUZA e FREITAS, 2020; COELHO, 2020).

1.1 Limitações encontradas no ensino de polímeros

As principais limitações encontradas para o ensino de polímeros no ensino médio são a falta de tempo hábil para incluir o tema no planejamento de aulas do professor e também a compreensão dos conteúdos prévios sobre química e meio ambiente.

Em relação aos conteúdos químicos prévios, estão inclusas as limitações relacionadas à dificuldade de compreensão dos conceitos nos três níveis do conhecimento químico (macroscópico, microscópico e submicroscópico). Para que haja a compreensão e aprendizado do aluno nos três níveis do conhecimento, são necessários o uso de ferramentas pedagógicas que consigam fazer com que o aluno associe os conceitos e o fenômeno macro com os níveis micro e/ou submicroscópico (ARRUDA e CATÃO, 2020).

Em relação ao conhecimento ambiental prévio, as principais limitações são a interdisciplinaridade e a dificuldade de compreensão sobre os conceitos ambientais como, por exemplo, os termos reciclável e biodegradável (ARRUDA e CATÃO, 2020).

Além das dificuldades de compreensão de conteúdos químicos e ambientais prévios, outro fator que prejudica o ensino de polímeros é o desinteresse e desmotivação dos alunos devido ao ensino tradicional. Associado à desmotivação, está à desconexão dos conteúdos químicos com o cotidiano dos alunos, pois, com o ensino tradicional há dificuldades de percepção da aplicabilidade do conhecimento químico no dia a dia do aluno (AZEVEDO e MOREIRA, 2020; GUERREIRO *et al.*, 2015).

Para aprimorar a contextualização e motivar os alunos, faz-se necessário o uso de metodologias de ensino diversificadas e conectadas ao cotidiano. Porém, o despreparo dos professores, em relação a novas metodologias de ensino e às limitações físicas (recursos multimídias e laboratórios) e orçamentárias da escola para a implementação

de projetos, dificulta a melhoria do processo de ensino-aprendizagem (AZEVEDO e MOREIRA, 2020; GUERREIRO *et al.*, 2015).

Levando em consideração essas limitações, existem diversas metodologias de ensino que facilitam a inserção e o estudo do tema polímeros no ensino médio.

1.2 Metodologias didático-pedagógicas facilitadoras do ensino de polímeros

Embora, atualmente, tenhamos à disposição mais recursos pedagógicos que em décadas anteriores, o ensino de química dos polímeros ainda é realizado de maneira mecânica e memorística, o que faz com que o ensino seja fragmentado e desconectado da realidade (SILVEIRA *et al.*, 2018). Para facilitar o ensino de química dos polímeros é ideal que o processo de ensino-aprendizagem se dê de maneira significativa e construtivista.

A teoria da aprendizagem significativa foi proposta por David Ausubel e considera que o ensino do conteúdo deve ocorrer de maneira não arbitrária e não literal. Ausubel considera o conhecimento prévio dos alunos, a respeito dos temas que estão sendo estudados, como ponto de partida para a aprendizagem significativa (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

Para Ausubel, os alunos não são páginas em branco e possuem conhecimentos prévios que são relativos às suas experiências de vida. O conhecimento prévio é denominado subsunçor, que é adquirido por um processo de formação de conceitos, ideias, modelos, proposições ou representações, e que inicia-se no nascimento e se desenvolve por toda a vida do indivíduo. Dessa forma, os subsunçores são o ponto de partida para a aprendizagem, que se dá por meio da interação da nova informação com a estrutura cognitiva que o aluno já possui (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

Para que a aprendizagem significativa ocorra, Ausubel propõe a preparação de um material potencialmente significativo que não seja abordado de forma arbitrária, somada com a disposição do aprendiz em introjetar aquele conteúdo de maneira substancial, conectando com seus conhecimentos prévios. Portanto, Ausubel sugere que a aprendizagem se desenvolva por meio da descoberta, usando processos investigativos e interação entre aluno e professor, que geram uma ponte cognitiva entre o que o aprendiz já sabe, e o que ele precisa aprender (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

O material potencialmente significativo é retido pelo aluno, por meio da Teoria da Assimilação, na qual, os subsunçores atuam na transformação desse material para ele ser retido e o material atua na transformação dos subsunçores, possibilitando a assimilação de novos subsunçores. Nesse ponto a teoria de Ausubel se entrelaça com a de Piaget, que denomina esse processo de acomodação, na qual, as novas acomodações levam à construção de novos esquemas de assimilação (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

Nesse contexto, o professor torna-se um facilitador do aprendizado, pois, insere mecanismos que provocam o interesse e a capacidade dos alunos de assimilarem, o que eles já sabem, com os novos conceitos ensinados. Para que isso ocorra, o professor precisa valorizar a estrutura cognitiva do aprendiz e desenvolver a percepção e a habilidade de planejar suas aulas de acordo com as necessidades da turma, levando em consideração o contexto social, político e econômico no qual os alunos estão inseridos (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

Nesse caso, o ensino de polímeros pode ocorrer por meio da aprendizagem significativa e dos conceitos que o aluno já sabe sobre polímeros. Inicialmente os alunos não dominam os termos técnicos da área, porém, eles reconhecem a importância dos plásticos no seu dia a dia e conhecem alguns dos problemas ambientais gerados pelo seu descarte inadequado. Portanto, partindo desses conhecimentos, torna-se mais fácil despertar o interesse dos alunos para que aprendam de maneira significativa sobre o tema (SANTOS, RIBEIRO e SOUZA, 2018; MOREIRA e MASINI, 2008).

A fim de minimizar as limitações relacionadas ao ensino de polímeros utilizando a aprendizagem significativa, podem-se utilizar metodologias que visam facilitar o ensino e aumentar o interesse do aluno, dentre elas estão à experimentação, a contextualização por meio de temas geradores e CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), interdisciplinaridade, uso de analogias e modelos e o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC).

A contextualização é uma maneira muito eficaz de despertar o interesse dos alunos para ensino de química porque envolve diversos assuntos e aspectos do dia a dia. O ensino contextualizado relaciona o conteúdo do currículo do aluno com aspectos sócios científicos, como questões ambientais, políticas, éticas e econômicas (AZEVEDO e MOREIRA, 2020; FUMAGALE, 2012; TAMIASSO-MARTINHON *et al.*, 2019).

O ensino contextualizado é facilitado quando trabalhado de forma interdisciplinar, desse modo, consegue-se articular o assunto em diversas disciplinas com enfoques

distintos, dando assim uma maior amplitude de conhecimento aos alunos e aumentando a complexidade dos assuntos abordados (AZEVEDO e MOREIRA, 2020).

A contextualização, em conjunto com a interdisciplinaridade, facilita a aproximação do aluno com os conteúdos teóricos que são aprendidos na escola, dessa maneira, consegue-se obter um aprendizado mais eficaz. No ensino contextualizado e interdisciplinar de química, é possível relacionar o conteúdo de química, com a educação ambiental, com dados estatísticos estudados em matemática, com a produção de textos estudados em português, com geografia, biologia, entre outros (AZEVEDO e MOREIRA, 2020).

Outros instrumentos facilitadores do ensino-aprendizagem de química é o uso de analogias (comparação baseada em similaridades) e modelos (representações), que possibilitam a melhor compreensão dos processos químicos. Essas ferramentas facilitam a associação dos conceitos, a construção do conhecimento e também a resolução de problemas associados ao tema (AZEVEDO e MOREIRA, 2020; MONTEIRO e JUSTI, 2000).

Para que o ensino auxiliado por analogias ou modelos seja eficaz, deve haver uma seleção criteriosa e refinada dos modelos e analogias usados, a fim de evitar ou minimizar interpretações errôneas, associações inválidas ou concepções alternativas. Portanto, no planejamento didático-pedagógico do professor, torna-se essencial levar em consideração, na seleção dos modelos e/ou analogias, as concepções alternativas e tentar minimizá-las durante as aulas (MONTEIRO e JUSTI, 2000).

A experimentação é uma das maneiras mais interativas e eficazes de auxiliar a aprendizagem significativa dos alunos, porque proporciona uma maior articulação entre o fenômeno e a teoria, conectando assim, o pensar ao saber fazer (AZEVEDO e MOREIRA, 2020; GOMES, CALEFI e MELO,2017; MELO, GOMES e SILVA, 2019).

A experimentação, quando realizada de forma investigativa, facilita a aprendizagem significativa, pois, permite que os alunos construam o conhecimento por meio da tentativa-erro e da proposição de hipóteses. Caso sejam realizadas práticas que usam roteiros prontos ou práticas demonstrativas, deve haver uma discussão dos fenômenos e resultados observados, articulando os 3 níveis do conhecimento químico (macro, micro e submicroscópico), para que a aprendizagem se dê de maneira significativa (ARRUDA e CATÃO, 2020).

Embora a experimentação seja altamente eficiente para a aprendizagem dos alunos, ela é limitada devido a fatores físicos e estruturais. As principais dificuldades encontradas para realizar a experimentação, estão associadas à infraestrutura insuficiente das escolas, falta de materiais (reagentes, vidrarias e equipamentos), elevado número de estudantes por turma e ausência de mão de obra técnica para auxiliar o professor com o preparo dos reagentes e aplicação das aulas (MELO, GOMES e SILVA, 2019).

Uma alternativa para minimizar os problemas relacionados à aplicação de atividades experimentais é o uso de experimentos demonstrativos-investigativos, realizados em sala ou por vídeo, desse modo, consegue-se articular melhor o conhecimento teórico com a prática sem a necessidade de uma infraestrutura complexa (MELO, GOMES e SILVA, 2019).

Para tornar a aprendizagem significativa e contextualizada a fim de motivar os alunos, pode-se inserir o tema química dos polímeros em uma abordagem CTSA. Segundo Araújo et al. (2017):

> "Trabalhar com enfoque CTSA em química permite uma formação plena, que valoriza a reflexão e mudança de atitude quanto à utilização do conhecimento científico, ainda enriquece a sistematização dos conteúdos, minimiza a distância entre a educação básica e o meio acadêmico e aumenta o vínculo entre o estudante e a realidade socioambiental que o cerca".

A química dos polímeros em uma abordagem CTSA pode ser dividida em duas vertentes principais: os polímeros e a sociedade e ambiente, que envolve a dependência desses materiais *versus* problemas ambientais; e os polímeros na Ciência e tecnologia, que envolve processos produtivos, noções sobre química e desenvolvimento científico e propriedades desses materiais (SILVEIRA *et al.*, 2018).

O ensino de química dos polímeros, na perspectiva CTSA, pode ser um tema gerador quando abordado por meio da educação problematizadora, a qual foi estudada e proposta por Paulo Freire. A problematização a respeito do uso, descarte e desenvolvimento de produtos plásticos pode ser ensinada a fim do aluno exercer a ação transformadora da sua realidade. Nesse contexto, o diálogo proporciona a problematização das situações nas quais o estudante pode participar como um cidadão ativo, no qual o conhecimento é construído como uma via de mão dupla entre o professor e o aluno (OLIVEIRA e RECENA, 2014).

Para facilitar o ensino CTSA, pode-se fazer o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) que permitem ao aluno e ao professor utilizar simulações, realizar

pesquisas e atividades que aumentem o fluxo de informações e que facilitem a pesquisa e entendimento dos novos conceitos (SOUZA, RECENA e JORGE, 2014). O uso das TICs permite que o conhecimento se dê de forma ativa a interativa o que amplia ainda mais as possibilidades de alcançar uma aprendizagem significativa (SOUZA, RECENA e JORGE, 2014).

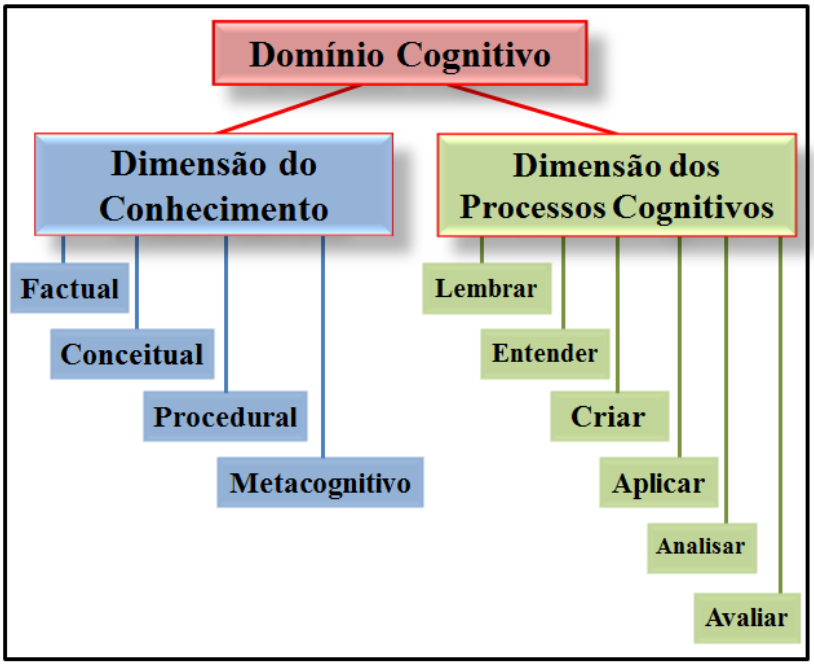
Um recurso interessante usando as TIC's são os *webquests*, ou seja, o uso de sites da disciplina, que apresentam conteúdos (textos, vídeos, slides) e atividades (questionários, jogos) que são direcionados e filtradas pelo criador do recurso. Uma das maiores dificuldades do uso desse instrumento, principalmente em regiões periféricas, é a falta de computadores, internet e recursos audiovisuais, o que limita o seu uso a escolas ou alunos que possuem recursos necessários para o acesso (SOUZA, RECENA e JORGE, 2014).

Em conjunto com as diversas ferramentas já citadas para proporcionar uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem, pode-se utilizar também a taxonomia. Taxonomia, segundo o dicionário Michaelis, é "*Ciência ou estado dos princípios gerais da classificação cientifica*", portanto, taxonomia na área da educação, trata da classificação dos domínios cognitivos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem e que são fundamentais para um melhor planejamento das atividades e das aulas (SILVA e MARTINS, 2014; FERRAZ e BELHOT, 2014).

Na área da educação a taxonomia de Bloom, criada em 1956 e revisada a partir de 1995, é a mais usada para a classificação do domínio cognitivo que está envolvido no ensino. A Figura 2 mostra a classificação da dimensão do conhecimento e dos processos cognitivos envolvidos na Taxonomia de Bloom Revisada, onde é possível observar que a dimensão do conhecimento é dividida em factual, conceitual, procedural e metacognitivo; e a dimensão dos processos cognitivos é dividida em lembrar, entender, criar, aplicar, analisar e avaliar (SILVA e MARTINS, 2014; FERRAZ e BELHOT, 2014).

No Quadro 1, está mostrado um resumo dos processos cognitivos envolvidos na dimensão do conhecimento segundo a Taxonomia de Bloom revisada; e no Quadro 2, está mostrado um resumo da dimensão dos processos cognitivos na Taxonomia de Bloom revisada.

Figura 2: Classificação da dimensão do conhecimento e dos processos cognitivos envolvidos na Taxonomia de Bloom Revisada.



Fonte: GALHARDI e AZEVEDO, 2013.

Quadro 1: Resumo dos processos cognitivos envolvidos na dimensão do conhecimento segundo a Taxonomia de Bloom revisada.

Conhecimento Factual: possui relação com o conteúdo básico que o estudante deve saber para resolver os problemas sobre o conteúdo. Nessa etapa não há necessidade de compreensão ou de combinações, os fatos precisam ser apenas reproduzidos.
Conhecimento Conceitual: está diretamente relacionado com a inter-relação ou interconexão dos elementos básicos em um contexto elaborado. Envolve a conexão de elementos simples que já foram estudados. Nessa etapa trabalha-se com esquemas, estruturas, modelos, classificação, categorização e generalização, porém, não envolve a aplicação dos modelos e sim apenas a conscientização da sua existência.
Conhecimento Procedural: possui relação com o "como fazer alguma coisa", usando técnicas ou métodos, critérios ou algoritmos. Nessa fase, o conhecimento abstrato é estimulado apenas dentro de um contexto e não envolve interdisciplinaridade.
Conhecimento Metacognitivo: possui relação com a consciência e a profundidade do conhecimento que foi adquirido. Esse conhecimento possui relação com a interdisciplinaridade e utiliza os conhecimentos prévios para a resolução de problemas.

Fonte: Adaptado de SILVA e MARTINS, 2014.

Quadro 2: Resumo da dimensão dos processos cognitivos na Taxonomia de Bloom revisada.

Lembrar: possui relação com o reconhecimento e com a reprodução de ideias e conteúdos. O reconhecimento requer a distinção e a seleção de determinada informação e a reprodução possui relação com a busca de informações memorizadas. ***Verbos associados:*** reconhecer, relembrar, listar, nomear, definir, escrever, apontar.
Entender: possui relação com o estabelecimento de conexões entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento adquiridos. Desse modo, a informação é compreendida pelo aprendiz, quando ele é capaz de reproduzi-la com o seu vocabulário (suas próprias palavras). ***Verbos associados:*** interpretar, exemplificar, classificar, sumarizar, inferir, comparar, explicar.
Criar: está diretamente relacionada com a criação de uma nova visão, estrutura, solução ou um novo modelo usando os seus conhecimentos prévios. São ideias originais, que podem ser criadas por meio de uma perspectiva interdisciplinar. ***Verbos associados:*** gerar, planejar, produzir, criar, inventar, desenvolver, elaborar hipóteses.
Aplicar: possui relação com a execução ou com o uso de procedimentos em situações específicas, ou então com o uso dos seus conhecimentos em situações inusitadas ou novas. ***Verbos associados:*** executar, implementar, computar, resolver, demonstrar, utilizar, construir.
Analisar: possui relação com a divisão das informações em partes relevantes e irrelevantes, sabendo identificar assim as relações existentes entre as partes. ***Verbos associados:*** diferenciar, organizar, atribuir, comparar, contrastar, separar, categorizar.
Avaliar: possui relação com o julgamento, baseado em critérios ou em padrões (quali ou quantitativos) para uma tomada de decisão com eficácia e eficiência. ***Verbos associados:*** verificar, criticar, julgar, recomendar, justificar, apreciar, ponderar.

Fonte: Adaptado de SILVA e MARTINS, 2014 e GALHARDI e AZEVEDO, 2013.

Na taxonomia de Bloom, as categorias ordenadas possuem certa hierarquia relacionada à complexidade e a abstração, sendo assim, para atingir uma categoria posterior há a necessidade de domínio completo ou parcial das antecessoras (SILVA e MARTINS, 2014).

Desse modo, levando em consideração a Taxonomia de Bloom e as diversas ferramentas que auxiliam o ensino de química dos polímeros, é possível realizar atividades que proporcionam um ensino contextualizado, interdisciplinar e que tem potencial para tornar a aprendizagem do aluno significativa, atuando também na formação do aluno como cidadão.

CAPÍTULO 2 - Revisão bibliográfica sobre metodologias para o ensino de polímeros no ensino médio

A seguir serão apresentados os principais resultados de uma revisão bibliográfica sobre diferentes metodologias e atividades para o ensino de polímeros em escolas públicas e particulares do Brasil.

Guerreiro et al (2015) aplicaram uma sequência didática, relacionada ao tema polímeros, para estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de Maracanaú (Ceará). A 1º parte da sequência didática consistiu na aplicação de um questionário para avaliar a situação socioeconômica e os conhecimentos prévios dos alunos, em seguida realizou-se aula expositiva com apresentação de slides e experimentos químicos - Detecção de amido na maçã; dissolvendo o poliestireno expansível; o líquido que quer ser sólido; fabricando cola caseira a partir da proteína do leite. A 2º parte da sequência consistiu em aulas expositivas com apresentação de slides e aplicação de jogo lúdico, denominado “Polimerizando ideais”. A avaliação dos alunos foi realizada por meio de questões nos padrões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Os resultados da avaliação mostraram que a metodologia aplicada implicou em um maior acerto de questões do ENEM. A aplicação da sequência didática se mostrou eficaz para avaliar os efeitos da aplicação de atividades lúdicas, experimentais em conjunto com as aulas expositivas tradicionais e mostrou resultados satisfatórios, evidenciando assim, a importância da aplicação de novas metodologias que despertem o interesse dos alunos e torne o processo de ensino-aprendizagem dinâmico.

Guckert e Souza (2019) utilizaram o tema “Polímeros plásticos aplicados a construção civil” para realizar atividades para o 3º ano do Ensino Médio da E.E. Irmã Maria Teresa. Realizou-se um conjunto de aulas, cuja finalidade foi a identificação dos materiais plásticos utilizados na estrutura predial da escola. Na primeira aula, realizou-se uma prática investigativa de identificação dos plásticos usados na construção do prédio escolar. Entre a segunda e a quarta aulas, foram apresentados os conceitos a respeito dos materiais poliméricos, bem como as funções orgânicas, propriedades e reações de síntese. Na quinta e na sexta aula, os alunos realizaram um trabalho, no qual, deveriam procurar informações específicas sobre algum material polimérico usado na construção civil. Na sétima aula, realizou-se a explicação de propriedades sobre polímeros (densidade, propriedades mecânicas) e sua relação com os conceitos de interações intermoleculares e com a reciclagem desses materiais. Por fim, na oitava aula, os alunos compartilharam, por meio de uma apresentação oral, os dados pesquisados e realizou-se um portfólio no site da escola com o material teórico pesquisado pelos alunos levando em consideração os aspectos sociais, científicos e econômicos da pesquisa.

A metodologia usada, mesclando aulas teóricas com projetos práticos e pesquisa guiada, foi eficiente para o ensino voltado para a cidadania, em conjunto com a abordagem de conceitos químicos, e que, estimulou a construção do conhecimento dos alunos. Por meio da aplicação dessa atividade, foi possível realizar o estudo do tema polímeros, contextualizado com a realidade presente no ambiente escolar.

Costa e Silva (2013) aplicaram uma sequência de aulas para introduzir o assunto polímeros em um contexto CTSA para alunos do 3º ano do Ensino Médio. Na primeira aula (50 minutos), utilizou-se o *software Prezi* para explanar o tema da aula “Polímeros: solução ou poluição?”. Inicialmente, exibiram-se imagens da presença dos polímeros no cotidiano e do lixo acumulado devido ao descarte inadequado dos polímeros; em seguida, exibiu-se um vídeo que relaciona o descarte inadequado e o período de decomposição dos polímeros com as enchentes. Após analisarem as imagens e os vídeos, os alunos discutiram sobre a quantidade e o descarte do lixo que eles produzem.

Na segunda aula (150 min), articulou-se o contexto tecnológico com o químico. Foram apresentados vídeos mostrando o processo produtivo, os tipos de reações de polimerização e a classificação dos polímeros. Em seguida, os alunos assistiram a outro vídeo sobre o impacto ambiental dos plásticos no meio ambiente, e, foram divididos em

grupos para propor alternativas para minimizar os problemas observados no vídeo. Por fim, foi apresentado o material teórico e os alunos resolveram alguns exercícios.

Na terceira aula da sequência didática (50 min), realizou-se a reflexão sobre questões socioambientais onde os grupos compartilharam as respostas e puderam realizar uma discussão crítica.

A abordagem CTSA, escolhida pelos autores, favorece a formação do aluno de maneira contextualizada, construtivista e interacionista, na qual, ele é estimulado a desenvolver o seu senso crítico baseado em aspectos científicos e sociais. A aplicação de vídeos se mostrou eficaz para despertar o interesse dos alunos e pode ser uma maneira simples e fácil de incentivá-los. Vale ressaltar que em período de pandemia, no qual as aulas estão sendo realizadas parcialmente em casa, os vídeos tornam-se uma ferramenta essencial para atingir os objetivos desejados.

Castro e Rosas (2018) realizaram a aplicação de uma sequência didática em uma escola da rede estadual de Manaus (AM), com 126 estudantes do 3º ano do Ensino Médio. A sequência iniciou-se com a aplicação de um pré-teste sobre polímeros, seguido de uma aula teórica abordando os conceitos, a classificação dos polímeros (naturais e sintéticos) e as principais reações de polimerização - adição, condensação e rearranjo. Em seguida, realizaram-se duas práticas em sala de aula, a prática "Geleca 100% caseira" e a prática "Produção de um polímero biodegradável (amido termoplástico) usando biomassa da batata". Por fim, a última aula da sequência, foi expositiva a fim de discutir a prática e realizou-se a aplicação de um pós-teste, envolvendo os conceitos estudados durante as aulas.

Por meio da avaliação do pré e do pós-teste, foi possível observar que as respostas obtidas no pós-teste, para todas as questões e em todas as turmas, apresentaram um maior número de acertos em relação ao pré-teste, o que indica que a metodologia usada foi eficaz para a compreensão dos assuntos estudados.

Job et al (2015) estudaram a aplicação de uma sequência didática, com o objetivo de debater o tema "Polímeros e reciclagem", na Escola Estadual "Angélica de Oliveira", em Álvares Machado (SP), para 80 alunos do 2º e 3º ano do Ensino Médio. Inicialmente, aplicou-se um questionário aberto, com a finalidade de analisar quais são os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema polímeros, lixo e reciclagem. Por meio das respostas, foi possível observar que os alunos fazem associações errôneas ou superficiais sobre o tema, o que é preocupante, levando-se em conta que os termos "reciclagem, lixo e polímeros" estão presentes no cotidiano desses alunos. Após analisar

os resultados do questionário aberto, realizou-se um seminário a respeito do tema, onde foram destacadas a importância e os impactos dos materiais poliméricos na sociedade, objetivando ampliar o conhecimento dos alunos e mostrar a eles os polímeros em uma perspectiva científica e social.

Na terceira aula, realizou-se uma discussão com os alunos com a finalidade de propor projetos de conscientização que possam ser aplicados nas comunidades próximas à escola. Dentre as propostas, destacou-se um mutirão, que seria realizado pelos alunos, com a finalidade de conscientizar as pessoas sobre a importância da preservação ambiental, reciclagem e dos malefícios causados pelo descarte inadequado de polímeros. Os alunos também propuseram a criação de folders sobre a separação dos materiais poliméricos, palestras e gincanas educativas para a comunidade.

Por meio do estudo, foi possível observar que há a necessidade do ensino sobre polímeros, reciclagem e meio ambiente no Ensino Médio, e, que esse estudo precisa ser contextualizado. Por meio da proposta de atividade prática, foi possível perceber que os alunos conseguiram pensar em ações para mudar a realidade onde vivem, o que indica que a sequência didática aplicada contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento do senso crítico dos alunos. Destaca-se que a ação realizada na atividade foi pontual, e, que para a formação com o senso crítico em relação às questões ambientais ela deve ser abordada durante toda a formação do aluno e de maneira contínua e interdisciplinar.

Nunes et al (2012) realizaram a aplicação de uma oficina temática denominada “Mãe, onde eu jogo a garrafa PET?”, a fim de contextualizar o tema polímeros com temáticas sociais (meio ambiente e reciclagem). A oficina foi aplicada para 40 estudantes do 3° ano do Ensino Médio de duas cidades de Sergipe. Inicialmente, realizou-se a leitura de um texto sobre aplicações dos polímeros e os estudantes assistiram a um vídeo que abordava os principais conceitos químicos sobre o tema polímeros e seus aspectos ambientais e sociais. Em seguida, aplicou-se um questionário. Na segunda parte da oficina, realizaram-se as seguintes atividades experimentais: Meleca (brinquedo); Absorção de líquidos por fraldas descartáveis; Medida da densidade de plásticos em água e álcool e; Refração em esferas de aquário. Por fim, realizou-se uma atividade prática de separação e leitura de rótulos de diferentes polímeros para aprender a descartá-los corretamente.

Os resultados do questionário, aplicado aos alunos, mostrou que a maior parte dos estudantes conseguiram identificar os conceitos envolvidos. Observou-se que o uso da

experimentação foi eficiente para chamar a atenção dos alunos, o que foi perceptível pelo maior interesse e curiosidade em buscar compreender os fenômenos observados na prática. Portanto, a aplicação da oficina proporcionou aos alunos a compreensão dos aspectos ambientais, sociais e científicos sobre polímeros e meio ambiente além de colaborar para a formação consciente dos alunos.

Damiance et al (2020) estudaram a aplicação de projetos experimentais de matemática, química e física, para 3 alunos do Ensino Médio de diferentes escolas. Nos projetos de química, foram desenvolvidos dois experimentos: Polímeros superabsorventes (fraldas descartáveis) e Biodegradação de polímeros (amido termoplástico).

A realização dos experimentos cumpriu com seu objetivo principal, que foi o desenvolvimento de experimentos químicos relacionados a polímeros. Por meio da análise e da discussão dos resultados entre os alunos e professores, foi possível observar que a prática auxiliou na compreensão dos fenômenos, porque através da observação em nível macro pode-se explicar a teoria e relacionar ao nível submicroscópico. As práticas realizadas foram de simples execução e podem ser realizadas em sala de aula para auxiliar na compreensão do tema. Porém, vale ressaltar, que a proposta foi realizada com apenas 3 alunos, o que gera em um resultado específico para um pequeno grupo, para um resultado mais global seria necessário a realização das atividades com um número maior de alunos.

Valentim (2020) realizou a aplicação de uma sequência didática sobre polímeros para 167 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, de escolas estaduais da região metropolitana do Rio de Janeiro. A sequência foi dividida em 3 etapas, na primeira, realizou-se duas semanas de aulas teóricas (discursivas dialogadas) sobre o tema polímeros. A segunda etapa consistiu na realização de um experimento prático demonstrativo de síntese de poliuretano, seguido da discussão sobre a prática (estrutura química e reação de polimerização). Por fim, a terceira etapa consistiu no instrumento avaliativo, que foi a elaboração de relatório sobre a prática.

Por meio da análise da aplicação da sequência didática, foi perceptível que a aula experimental facilita a compreensão dos alunos e desperta o seu interesse. A metodologia de avaliação por relatório colaborou para elevar a média bimestral dos alunos, o que indica que o uso desse instrumento avaliativo foi uma boa estratégia.

Coelho et al (2020) aplicaram uma sequência didática sobre o tema polímeros para 33 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública, usando 6 aulas de 50

minutos. Primeiro, aplicou-se um questionário para identificar as concepções prévias sobre polímeros, e, em seguida, uma aula expositiva dialogada, abordando os principais assuntos relacionados a polímeros (estrutura, reações, classificação). Na segunda aula, os alunos foram divididos em grupos e realizou-se uma dinâmica denominada "Reconhecendo polímeros no dia a dia", na qual, os alunos deveriam associar as amostras de polímeros distribuídos aos grupos com a sua estrutura química e com a sua nomenclatura. Por fim, foi aplicado o jogo denominado "Quiz dos polímeros", no qual, perguntas eram projetadas e os alunos tinham 1 min para discutir e escolher como resposta uma das quatro alternativas projetadas pelo professor.

Os resultados dos questionários prévios mostraram que, embora os polímeros estejam inseridos no cotidiano dos alunos, eles ainda não estão habituados aos termos científicos, nomenclaturas ou conceitos químicos relacionados ao tema. Porém, os alunos conseguem reconhecer que a compreensão do tema é importante para o seu dia a dia, para a preservação do meio ambiente e para vestibulares. Portanto, a aplicação da sequência didática mostrou que os alunos necessitam de um ensino mais intenso sobre o tema polímeros, abordando as perspectivas químicas e ambientais. A aplicação de atividades práticas e jogos são eficientes para despertar o interesse dos alunos e favorecem o processo de ensino e aprendizagem sobre o tema.

Cruz, Sousa e Freitas (2020) realizaram a aplicação de uma sequência didática sobre polímeros e meio ambiente, para 45 alunos do 2º ano do Ensino Médio na Escola Estadual Vila Bela (RJ). Na primeira etapa, composta por sete encontros, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre polímeros e sobre a relevância da reutilização de garrafas PET. Na segunda etapa, foi proposto o desenvolvimento de uma feira de ciências sobre o reuso de garrafas PET. Nessa atividade, os alunos coletaram garrafas PET em torno da escola e propuseram algumas maneiras de reutilizá-las. Durante a feira de ciências também foi realizada a prática da geleca e de polímeros superabsorventes (fraldas). A avaliação do evento foi realizada por meio da aplicação de um questionário antes da feira, sobre polímeros (conceito, aplicação, descarte e meio ambiente) e outro questionário após a feira, sobre garrafas PET (reciclagem, reutilização, conscientização sobre o descarte).

A análise das respostas dos questionários aplicados mostrou que grande parte dos alunos não havia visitado uma feira de ciências anteriormente e que os principais conceitos teóricos sobre polímeros eram desconhecidos pelos alunos. O questionário aplicado, após a feira, mostrou que a estratégia usada para conscientização dos alunos

sobre reciclagem e reutilização foi eficiente, pois, os alunos mostraram maior desenvoltura em suas respostas.

A feira de ciências mostrou-se como uma ferramenta de potencialidade e utilidade para contextualizar o tema polímeros, porque foi possível trabalhar essa temática em um contexto científico/tecnológico que facilitou o aprendizado. Entretanto, a execução da feira exige muita organização e demanda tempo, estudo e comprometimento dos alunos e, principalmente, do professor, o que pode torná-la de difícil execução.

Tamiasso-Martinhon et al (2019) realizaram a proposta de uma sequência didática, para alunos do Ensino Médio, sobre polímeros e meio ambiente, compreendendo seis momentos pedagógicos. O primeiro momento consistiu no levantamento de definições e concepções prévias dos alunos, e, realização de uma aula expositiva com apresentação de um vídeo sobre a produção de um plástico biodegradável a partir de batatas. No segundo momento, propôs-se a leitura de textos e reportagens sobre polímeros e a vida cotidiana/meio ambiente e debate com os alunos. No terceiro momento, o intuito foi a realização de uma atividade de coleta seletiva no entorno do colégio para conscientização dos alunos. O quarto momento compreenderia a aplicação de um jogo didático denominado “roleta polimérica”, que consiste em um jogo de roleta simples, no qual, há cartas com perguntas sobre o tema polímeros e reciclagem. No quinto momento, propôs-se a realização de uma atividade experimental usando uma matéria-prima presente em nosso cotidiano, o leite de vaca. Por fim, o sexto momento foi a avaliação, por meio de um questionário com quatro perguntas.

A sequência didática proposta envolve aulas teóricas, debates, projetos, atividades práticas e lúdicas (jogo), o que se mostra uma estratégia ampla para o ensino de polímeros e meio ambiente. A vantagem em utilizar diversas metodologias de ensino para desenvolver um tema é que é possível realizar o ensino de forma contextualizada e ativa, colaborando para a formação crítica e científica do aluno, o que foi demonstrado por meio dos resultados positivos da avaliação. Outra vantagem em utilizar diversas abordagens pedagógicas é que é possível contemplar estudantes com necessidades distintas e com diversos estilos de aprendizagem.

Monteiro e Justi (2000) analisaram 11 coleções de livro-texto de química para o Ensino Médio, totalizando 28 volumes. Os resultados das análises mostraram que a presença de analogias com polímeros só representou 2,4% do total de analogias presentes nos livros didáticos. Analogias com polímeros estavam presentes apenas em uma das 11 coleções e em duas delas, o tema *polímeros* não era abordado. A presença

de poucas analogias nos livros dificulta a aprendizagem do tema, e o professor deve procurar outros materiais ou atividades alternativas, caso deseje ensinar o tema com maior profundidade.

Santos, Ribeiro e Souza (2018) aplicaram uma sequência didática em duas turmas do 3º ano do Ensino Médio de escolas de Sergipe, da qual participaram 17 alunos da rede privada e 27 da rede estadual de ensino. Na primeira fase da sequência didática, foram aplicados questionários com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos e, a partir das respostas obtidas, elaborou-se um segundo questionário para ser aplicado no final. Na segunda fase, os alunos realizaram um seminário, que foi avaliado e discutido pelo professor em conjunto com a turma. Em seguida, foi aplicada uma sequência didática de 5 aulas expositivas e uma aula prática (experimento da geleca) com a discussão dos temas: conhecendo a história dos polímeros; polimerizando; e reciclagem e CTSA. No último encontro, realizou-se a aplicação de um questionário avaliativo.

Os resultados mostraram que a sequência didática usando seminários, questionário prévio, aulas teóricas e práticas e questionário avaliativo foi eficiente para a identificação e ampliação dos conhecimentos dos alunos, relacionados ao tema polímeros. Foi possível trabalhar o tema de maneira contextualizada e em uma perspectiva CTSA, além de permitir relacionar os aspectos químicos, de forma a assegurar ao aluno uma aprendizagem significativa e cidadã.

Araújo et al (2017) utilizaram um questionário semiestruturado com 15 questões (fechadas e abertas), aplicado a 5 professores de 3 escolas distintas, com o objetivo de obter informações sobre o objeto de estudo, utilizando a abordagem CTSA. Por meio da análise das respostas dos questionários, foi possível verificar que os professores conhecem a importância do ensino de polímeros, porém, nenhum deles obteve formação quanto à utilização do enfoque CTSA em suas aulas. Apenas um dos professores desenvolve projetos relacionados ao tema, o projeto desse docente é denominado “Plástico: Nosso bem ou nosso mal?”.

Nota-se que ainda há falta de formação do professor para ensinar sobre química dos polímeros. Para minimizar esse problema, é necessário que, durante a licenciatura ou na formação continuada do docente, seja incorporada a perspectiva, que requer a modificação no perfil de ensino tradicional e abertura para novas possibilidades e metodologias de ensino.

Gomes, Calefi e Melo (2017) aplicaram uma sequência didática de duas aulas para 140 alunos, de quatro turmas do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual do norte do Espírito Santo. Na sequência didática, inicialmente, aplicou-se um questionário, com 4 perguntas, para identificar conhecimentos prévios dos alunos sobre os polímeros. Em seguida, realizou-se o experimento da geleca e os resultados foram discutidos com a turma.

Por meio da análise das respostas, concluiu-se que os alunos possuem uma noção superficial do que é um polímero e apresentam dificuldades em distinguir as características e as classes dos polímeros (termoplásticos e termofixos). Em relação ao experimento, os estudantes conseguem propor hipóteses para o modo como ocorreu a formação da geleca, porém, as respostas necessitam de um maior embasamento químico. Por fim, foi possível observar que o conteúdo sobre polímeros, caso seja trabalhado em conjunto com aulas experimentais, facilita a aprendizagem dos alunos, pois os alunos são capazes de fazer indagações, propor hipóteses e soluções para o fenômeno ocorrido, correlacionando à teoria e à prática. Destaca-se o papel primordial do professor na articulação dos conteúdos, uma vez que ele se torna responsável pela condução e orientação dos estudantes no experimento e nas discussões.

Silveira et al (2018) propuseram que os alunos avaliassem uma sequência didática aplicada sobre o tema polímeros. O estudo foi aplicado a 48 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de Maringá (PR). Inicialmente, foi aplicada uma sequência didática que envolvia aulas teóricas e experimentais, com o tema polímeros na perspectiva CTSA. Em seguida, aplicou-se um questionário com questões discursivas, cujo objetivo principal era que os alunos avaliassem qual foi o momento da sequência didática que chamou mais a atenção.

A análise das respostas dos questionários mostrou uma boa aceitação da proposta de ensino pelos alunos, porque apenas um aluno descreveu que não havia nada que tivesse chamado a atenção nas atividades desenvolvidas. Os alunos descreveram que entenderam as atividades em duas principais categorias, a primeira delas envolve a compreensão de aspectos químicos relacionados à produção dos plásticos; e a segunda envolve a consciência social e ambiental sobre a presença dos plásticos na sociedade. Portanto, a aplicação da sequência didática em uma perspectiva CTSA contribuiu para a formação dos alunos de maneira cidadã com enfoques químicos, sociais e econômicos.

Pereira e Ferreira (2018) estudaram a aplicação dos três momentos pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento)

para o ensino de polímeros. As atividades foram realizadas, em 3 aulas, em uma escola pública da cidade de Dourados (MS), com alunos do Ensino Médio. O primeiro momento pedagógico consistiu na problematização do uso dos polímeros em relação à reciclagem e os danos ambientais causados pelo seu descarte inadequado no meio ambiente. No segundo momento pedagógico (organização do conhecimento), foi abordado o conteúdo teórico a respeito dos polímeros, com a finalidade de compreenderem melhor os aspectos relacionados à reciclagem. O terceiro momento pedagógico consistiu na atividade prática de identificação de polímeros, no qual os alunos utilizaram os conceitos científicos das aulas anteriores para realizar a identificação dos plásticos.

Por meio da aplicação da pesquisa, foi possível observar a importância do ensino de polímeros, visto que, muitas das vezes esse tema passa despercebido pelos alunos. O uso da metodologia dos três momentos pedagógicos foi eficaz, porque os alunos conseguiram pensar no tema a partir de uma problematização e contextualização do conteúdo, o que também contribui para a formação cidadã desses alunos.

Köhnlein (2016) realizou a aplicação de atividade sobre polímeros para 50 alunos do 2º e 3º ano dos períodos matutino e noturno, de uma escola pública da cidade de Santa Maria (RS). Para os alunos do 2º ano, inicialmente, realizou-se uma aula expositiva sobre o que são polímeros (classificação, reações de síntese) e as problemáticas ambientais envolvidas - reciclagem, reutilização, consequências do descarte errôneo no meio ambiente. Em seguida, foi realizada uma atividade prática de identificação de alguns plásticos e foi aplicado um questionário sobre a atividade.

Para os alunos do 3º ano, inicialmente, realizou-se uma aula expositiva usando slides, explicando os principais conceitos sobre polímeros. Em seguida, realizou-se a atividade prática de reconhecimento de alguns tipos de plásticos, porém, nesta etapa, foi utilizado um material teórico para ajudar na resolução do questionário, que continha questões sobre a prática e sobre química de polímeros.

Os questionários permitiram avaliar individualmente quais são as principais dificuldades encontradas pelos alunos nas atividades, entre elas, foi perceptível a dificuldade de argumentação, preguiça em descrever uma resposta completa e concisa e a cópia de conceitos que estavam disponibilizados nos livros didáticos. O questionário aplicado pode ser melhorado e direcionado, de forma que, facilite a resposta dos alunos com mais detalhes. A aplicação das atividades foi eficiente porque os alunos se

mostraram receptivos com a atividade prática e conseguiram discutir em grupo sobre a separação dos materiais poliméricos.

Freitas e München (2020) estudaram a aplicação de uma sequência didática, sobre o tema polímeros, para 37 alunos de uma escola pública de Dourados (MS). Na primeira aula (uma hora), realizou-se uma problematização inicial usando um vídeo contextualizando o tema polímeros e meio ambiente e aplicou-se um questionário. A segunda aula (duas horas) foi expositiva dialogada, onde os alunos discutiram os conceitos químicos e propriedades de alguns polímeros além de refletirem sobre o uso dos polímeros no contexto CTSA. Por fim, na terceira aula (duas horas), a turma foi dividida em dois grupos e realizou-se um júri simulado com o tema "Proibição do uso de sacolas plásticas em supermercados", após o júri, foi aplicado um questionário para avaliar se a sequência didática alcançou seus objetivos.

A aplicação do júri foi importante para o ensino contextualizado, porque durante o júri os alunos conseguiram aplicar os conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores e desenvolveram a sua capacidade argumentativa e senso crítico. Foi perceptível que, nas discussões realizadas, os alunos não abordaram com profundidade algumas questões como, por exemplo, a diminuição do consumo. Portanto, o uso da estratégia de júri simulado é uma prática eficiente para o ensino sobre materiais poliméricos do ponto de vista ambiental e CTSA, desde que seja acompanhada e orientada pelo docente.

Fumagale (2012) realizou a proposta de aplicação de um projeto para o ensino de polímeros para alunos do 3º ano do Ensino Médio de escolas públicas do município de São João do Caiuá (PR). A proposta foi dividida em 8 etapas, a primeira consistiu na aplicação de um questionário sobre "Utilização de plásticos em quase tudo que nos dá conforto e bem-estar" onde há perguntas sobre a importância, o descarte, as alternativas e os problemas gerados pelo uso excessivo de polímeros. Na segunda etapa, realizou-se uma discussão em grupo (4 alunos) das respostas do questionário e pesquisas sobre códigos de reciclagem (separação de embalagens com códigos).

Na terceira etapa, realizou-se uma pesquisa orientada sobre como surgiram, quais as vantagens, durabilidade e danos ambientais dos plásticos além de uma atividade prática de separação de plásticos de acordo com a densidade (em água). A quarta etapa, foi a leitura de um texto (como o fio de aranha) e discussão sobre ele; seguida de exercícios de identificação de polímeros e fórmula química. Na quinta etapa, realizou-se as atividades experimentais "Sintetizando plásticos em laboratório" e "Identificação do PVC (teste de chama)". A sexta etapa foi uma discussão sobre os plásticos no meio

ambiente e uma proposta de visita técnica ao lixão. Na sétima etapa, ocorreu a realização de uma visita técnica a fábrica de refrigerante com o foco no uso das garrafas PET para o envase dos refrigerantes. E por fim, na oitava etapa, uma visita técnica a um barracão de reciclagem para conhecer a separação dos plásticos, processos de reciclagem com suas vantagens e desvantagens além da reflexão sobre as nossas ações, mudando as rotinas e atitudes.

A proposta do projeto é muito interessante e completa, porém para executá-la, o docente deve dispor de muito tempo e colaboração dos alunos, da direção e da coordenação da escola, levando em conta que, além de atividades teóricas e experimentais, há também visitas técnicas que envolvem custos e planejamento.

Silva et al (2012) realizaram uma atividade sobre polímeros para os alunos do 3º ano do Ensino Médio da rede estadual pública de ensino. A atividade foi um experimento que consistiu em mergulhar um pedaço de isopor em um recipiente com acetona. Após a realização do experimento, aplicou-se um questionário sobre polímeros e sobre o que foi observado na prática a nível macro e micro.

A análise dos questionários permitiu observar que os alunos apresentam dificuldades em relacionar a teoria com a prática, porém, esse fator pode ser solucionado ou minimizado com uma discussão mais profunda por parte do professor. A prática foi proveitosa para o ensino de polímeros porque chamou a atenção dos alunos e permitiu que, grande parte dos estudantes visitasse o laboratório pela primeira vez.

Oliveira e Recena (2014) realizaram uma pesquisa sobre polímeros em uma escola pública de Dourados (MS), com 32 alunos do 3º ano do Ensino Médio, com faixa etária entre 17 e 30 anos. A primeira fase foi o desenvolvimento da pesquisa, onde os alunos assistiram a um vídeo e responderam um questionário com questões discursivas abertas sobre reciclagem, descarte e polímeros e meio ambiente. A segunda fase foi o desenvolvimento do tema plásticos em 3 eixos: mídia e consumismo, meio ambiente e políticas públicas; onde foram abordados os aspectos históricos, os conceitos químicos e as principais questões CTSA de forma contextualizada e problematizada.

Por meio da pesquisa, foi possível observar a importância da educação problematizadora durante a construção do conhecimento dos alunos relacionado a esse tema. O estudo mostrou que uma postura crítica e cidadã dos alunos pode ser desenvolvida empreendendo um esforço permanente relacionado às questões CTSA, o que proporciona reflexões sobre as atitudes cotidianas dos alunos e que é capaz de alterar o curso de vida e a postura dos mesmos.

Azevedo e Moreira (2020) aplicaram um questionário para pessoas com diferentes graus de escolaridade e diferentes anos de formação, e mostrou que as maiores dificuldades encontradas para o ensino de química são a complexidade e abstração, fórmulas, estruturas e reações, falta de contextualização e falta de afinidade com o tema. Durante essa mesma pesquisa, foi identificado que 34% das pessoas não conhecem, 34% talvez conheçam e 32% não possuem conhecimentos sobre o tema polímeros. Embora a maior parte das pessoas não conheça ou não tenha estudado o tema, 77% dos pesquisados reconhecem que o tema de polímeros é importante e aplicável para a maioria dos objetos cotidianos. Isso mostra que o ensino de polímeros não tem sido trabalhado nas escolas como deveria.

Esse estudo também possibilitou compreender que a falta de interesse dos alunos está relacionada, em geral, a falta de atividades experimentais e contextualizadas, que afasta os alunos, pois não conseguem estabelecer uma relação direta com o que observam no seu cotidiano e o que é estudado em química. Por isso, o uso de experimentação e metodologias alternativas, uso de espaços não formais e aulas que estimulem a participação dos alunos são fundamentais para aumentar o interesse e melhorar o processo de ensino-aprendizagem e construção do conhecimento dos alunos.

Souza, Recena e Jorge (2014) aplicaram uma sequência didática sobre polímeros em uma escola pública do estado do Mato Grosso do Sul, para 66 alunos do 3º ano do Ensino Médio. Inicialmente, realizou-se um pré-teste sobre materiais poliméricos e sobre questões ambientais relacionadas ao descarte desses materiais. Na segunda aula, fez-se o uso de uma *Webquest*, na forma de site, contendo a teoria sobre polímeros, onde, a partir do material disponibilizado, os alunos deveriam elaborar uma apresentação de slides discutindo o tema "Polímeros e as implicações de seu uso em nossa sociedade". A terceira atividade foi uma amostra fotográfica, na qual, os alunos deveriam fotografar locais próximos de suas residências que contém acúmulo de polímeros e discutir com a turma as fotografias. Por fim, o pré-teste foi reaplicado na forma de pós-teste, com o objetivo de verificar se os alunos compreenderam os assuntos abordados.

Verificou-se que, após a aplicação da atividade, os alunos conseguiram compreender os conceitos sobre polímeros e os impactos ambientais destes materiais no meio ambiente. Percebeu-se que, mesmo após o uso da *webquest*, ainda houve a confusão de termos muito comuns da área, como por exemplo, os termos biodegradável e reciclável. Cerca de 80% dos alunos descreveram que a *webquest* foi útil para ajudá-los a elaborar

a tarefa, e que o seu uso facilitou o ensino contextualizado. Portanto, o uso de sistemas *webquest* pode ser um aliado e um facilitador do ensino contextualizado de polímeros.

Mury e Cantanhede (2015) realizaram uma proposta de ensino de polímeros com 2 aulas (de 50 min) para o 3º ano do Ensino Médio. Na primeira aula, a proposta é trabalhar os conceitos relacionados a polímeros (classificação, síntese) de forma expositiva dialogada. Na segunda aula, os alunos devem ler o texto "Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos!" e responder um questionário avaliativo sobre os temas estudados. A proposta de ensino envolvendo polímeros, em um contexto ambiental, abordando os temas lixo e reciclagem pode ser executada de maneira simples e rápida, e pode contribuir para que os alunos compreendam melhor sobre os polímeros e suas implicações no meio ambiente.

Arruda, Silva e Catão (2020) realizaram a elaboração de um material paradidático, com base em busca bibliográfica sobre o tema "*Polímeros: materiais que transformaram o mundo"*. O material objetivou proporcionar uma compilação circunstanciada e interdisciplinar, destacando o tema e sua relação com aspectos CTSA. Na elaboração do material, procurou-se utilizar muitas ilustrações e textos que busquem contextualizar o ensino. Portanto, caso haja disponibilidade do professor, ele pode elaborar apostilas e materiais didáticos com o conteúdo específico para o estudo de materiais poliméricos, fomentando discussões relevantes e aprendizagem significativa dos alunos.

Um tema atual, que pode ser abordado junto com o tema polímeros, é a nanotecnologia. Atualmente, faz-se o uso do tema nanomateriais constantemente, nesse aspecto, pode-se relacionar a formação dos polímeros a partir dos monômeros, as ligações intermoleculares e os nanocompósitos poliméricos. Esse assunto pode chamar a atenção dos alunos, pois é um tema discutido em diversos noticiários, em textos científicos e de divulgação científica além de jornais e revistas (CASTRO, CAVALCANTE e PEDROSA, 2019).

O tema de polímeros também pode ser usado como ponto de partida para o incentivo da entrada de mulheres nas áreas exatas e engenharias. Sabe-se que grande parte dos alunos ingressantes desses cursos são homens, por essa razão, pode-se fazer oficinas extraclasse para o estudo de polímeros, com a intenção de incentivar e encorajar as meninas a ocuparem seus espaços nessas áreas. Battirola et al (2019) estudaram oficinas práticas sobre materiais poliméricos direcionadas para alunas do

Ensino Médio, e, foi perceptível que o interesse pela área de exatas aumentou quando em contato com experimentação (BATTIROLA *et al.*, 2019).

Por meio da revisão bibliográfica realizada, observou-se que há na literatura diversas metodologias para ensinar o tema de polímeros, bem como, observam-se quais são as maiores dificuldades para o desenvolvimento do tema. São relatadas diversas atividades que englobam o ensino contextualizado e CTSA, atividades práticas, projetos e oficinas. Portanto, observou-se que o uso de estratégias pedagógicas diversificadas contribui para um melhor rendimento no processo de ensino-aprendizado e resulta em um alcance maior da diversidade de alunos existente na sala de aula.

CAPÍTULO 3 - Proposta de sequência didática - desenvolvimento da "Feira de Polímeros"

Baseado na revisão bibliográfica, realizada no Capítulo 2, realizou-se uma proposta didática distinta da encontrada na literatura. Propõe-se uma "Feira de Polímeros" usando um site de referência (*webquest*).

O objetivo principal do evento é proporcionar um aprendizado baseado na problematização e na formação cidadã do aluno, utilizando temas relacionados à CTSA. Na feira, serão aplicadas atividades semelhantes à encontrada na literatura, como o júri simulado (FREITAS E MÜNCHEN, 2020), produção cinematográfica, *webquest* (SOUZA, RECENA e JORGE, 2014), oficina de reciclagem (NUNES *et al.*, 2012), desenvolvimento de projetos (JOB *et al.*, 2015) e experimentação (BATTIROLA *et al.*, 2019). Desse modo, este trabalho uniu algumas atividades que já foram aplicadas na literatura em um evento, o qual tem potencial para melhoria da aprendizagem significativa dos alunos.

3.1 Cronograma de desenvolvimento da Feira de Polímeros

Uma das dificuldades, relatada na literatura, referente ao estudo de polímeros é que o tema é o último a ser estudado no 3º ano do Ensino Médio; o que resulta em ausência de tempo hábil para o professor abordar o tema de maneira adequada. A fim de minimizar esse problema, o evento proposto deve ser realizado nas últimas semanas de aula do ano letivo, porém, o seu preparo ocorrerá majoritariamente fora da sala de aula (durante o semestre) com o acompanhamento do professor.

O cronograma de preparo da feira será o seguinte: na primeira semana de aula do segundo semestre, será abordado o tema “Polímeros” em duas aulas expositivas dialogadas. Nessas duas aulas, serão explanados os conceitos básicos sobre polímeros (estrutura química – meros, funções orgânicas principais) e sua classificação (naturais, sintéticos, termoplásticos e termorrígidos) e serão dadas noções sobre obtenção dos polímeros - extração direto da natureza, matéria-prima e síntese em empresas além do uso destes materiais.

Após a explicação dos conceitos básicos, o professor disponibilizará o site do projeto Feira de Polímeros aos alunos. A classe será dividida em grupos, o número de alunos por grupo será determinado de acordo com as diferentes atividades propostas para cada turma, porém, cada grupo terá um líder que será responsável por liderar sua equipe de trabalho e se comunicar diretamente com o professor. As atividades a serem desenvolvidas serão descritas detalhadamente no item 3.3.

A cada período de 20-30 dias, o professor (mentor) se reunirá com os grupos de alunos (ao final das aulas) para saber o que está sendo desenvolvido a fim de auxiliá-los.

3.2 Estrutura da escola para o desenvolvimento da Feira de Polímeros

Para o desenvolvimento do projeto, serão necessárias, no mínimo, 4 turmas, logo, faz-se necessária a disponibilidade de 4 salas de aula, do pátio e de um período de aula completo. Portanto, será preciso contar com a colaboração dos demais professores para ceder suas aulas e, por essa razão, o projeto será desenvolvido no final do segundo semestre, onde a maioria dos professores já finalizou o conteúdo programático.

Para uma melhor organização da feira, seria necessária a presença de pelo menos um estagiário e de alguns voluntários no dia do evento. Os estagiários seriam alunos que estudam licenciatura em química e que precisam fazer estágio obrigatório não remunerado ou alunos do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência). Os voluntários seriam pais de alunos ou membros da comunidade, que poderiam ajudar na organização das salas e dos alunos durante o evento. Para conseguir esses voluntários, seria preciso divulgar a realização do evento na reunião de pais e em cartazes para a comunidade em torno da escola. Para incentivar a participação dos voluntários, eles receberão certificados de participação e/ou livros, revistas ou outros itens que não estão sendo usados pela escola e que podem ser doados.

3.3 Detalhamento da feira - *webquest*

A *Webquest* criada foi um site, que pode ser acessada por meio do link: https://tatyangel1717.wixsite.com/website-1. As abas disponíveis no site são mostradas na Figura 3.

Figura 3: Barra de tarefas do site utilizado para o evento Feira de polímeros.

Fonte: autoria própria.

Na página "início", está disponível o vídeo de boas-vindas e a logomarca do evento. A logomarca foi pensada de maneira que pudesse ser usada no site e em cartazes, então, optou-se por usar desenhos coloridos para chamar a atenção dos alunos.

A Figura 4 mostra a logomarca do evento, que é formada pelo nome do evento, nome da escola (fictício) e por figuras que relacionam os polímeros a tecnologia (celular, lâmpada), meio ambiente (globo terrestre, árvore, liberação de CO_2), sociedade e reciclagem (símbolo da reciclagem, garrafas e seringa). O balão de fundo chato, destacado na Figura 4, representa a parte química de desenvolvimento dos polímeros.

Figura 4: Logomarca do evento Feira de Polímeros.

Fonte: autoria própria.

O vídeo de abertura, disponível no link https://drive.google.com/file/d/1CaQKJAHXA58kssOi1iZYLF5F4cLw8rC0/view foi criado com o objetivo de dar boas-vindas e apresentar o site aos alunos e aos colaboradores.

Na aba “Grupos” será possível realizar a formação dos grupos de trabalho pelos alunos. Nessa aba, os alunos devem acessar o site, colocar o nome do grupo, o tema e um resumo do trabalho desenvolvido. Também estão disponíveis, nessa aba, as regras do site (política de ética e respeito) e um questionário.

O questionário deverá ser acessado e preenchido individualmente e contém as seguintes perguntas discursivas e abertas:

- Todos no grupo estão trabalhando?
- Houve conflitos no grupo?
- Estão conseguindo recursos e suporte do professor/estagiário para executar o tema do trabalho?
- O site ajuda de alguma maneira no desenvolvimento do trabalho? Se sim, de qual forma?
- O que você melhoraria ou adicionaria na execução do projeto "Feira de polímeros"?

As questões objetivam avaliar a organização dos grupos e do evento, a resposta desse questionário não conta para a nota do aluno e será visualizada apenas pelo professor. Porém, é de suma importância que os alunos respondam para que o professor consiga avaliar e melhorar as lacunas ou falhas presentes no evento.

Na aba “Sobre” está disponível um texto simplificado falando sobre o objetivo da feira. Na opção *programação do evento*, está disponível o cronograma da Tabela 1, para que os alunos e colaboradores consigam acessar a programação do dia do evento. Nota-se que a execução do evento será das 7:00 as 12:20h, que é o horário de aula matutino ministrado nas escolas públicas do Estado de São Paulo, porém, esse horário pode ser adaptado para o período vespertino ou noturno, desde que, haja 5 horas e 20 minutos disponíveis para a execução do projeto.

Tabela 1: Programação do evento Feira de Polímeros.

Horário	Atividades
7:00 – 7:30	Organização dos ambientes (4 salas de aula e o pátio da escola)
7:30 – 8:30	Oficina de reciclagem/reutilização – atividade prática (3º A)
8:30 – 9:30	Amostra cinematográfica (3º B)
9:30 – 10:00	Intervalo
10:00 – 11:00	Apresentação dos projetos (3º C)
11:00 – 12:00	Júri simulado: “Polímeros: vilões ou mocinhos?” (3º D)
12:00 –12:20	Organização dos ambientes (todas as turmas)

Na aba “Atividades” estão descritas as atividades que serão realizadas, conforme mostrado na Tabela 1, que mostra a descrição e o objetivo de cada uma das atividades.

Tabela 1: Descrição e objetivos de cada uma das atividades que serão realizadas na feira de polímeros.

Atividade	Descrição	Objetivos
Oficina de reciclagem e reutilização (3º A)	A turma será dividida em 4 grupos de 10 alunos, que serão responsáveis por desenvolver a oficina de reciclagem prática. Nessa oficina, os alunos deverão ensinar os visitantes a reciclar ou reutilizar algum objeto. Por exemplo, poderão propor uma oficina com o tema "Reutilização de garrafas PET para vasos de suculentas". Cada um dos 4 grupos deverá desenvolver uma atividade diferente, eles deverão conversar com o professor e estagiário para que no dia da atividade estejam disponíveis os materiais necessários para a execução do trabalho.	Aproximar a realidade dos alunos aos processos de reciclagem e reutilização. Nessa oficina, os alunos poderão perceber que é simples reutilizar alguns objetos do dia a dia e que, fazendo isso já, podem contribuir para a preservação ambiental e menor geração de lixo plástico.

Atividade	Descrição	Objetivos
Amostra cinematográfica (3º B)	A turma será dividida em grupos de 5 pessoas. Cada grupo deverá produzir um vídeo curto (3 a 5 min) com os temas: • **Reciclagem**: visita à cooperativa de reciclagem ou programas de reutilização e reciclagem de materiais poliméricos; • **Meio ambiente:** danos ambientais causados pelos polímeros ou dados estatísticos ou alternativas para diminuir os o descarte inadequado dos polímeros (limpeza, uso de materiais biodegradáveis); Caso haja interesse dos alunos, eles poderão também, submeter vídeos curtos (máximo 60 s) para divulgação em mídias como Facebook, Instagram, Tiktok e Kwai.	Utilizar a tecnologia a favor do aprendizado. Os vídeos são uma maneira atual e simples de chamar a atenção da população para o assunto. Portanto, por meio da amostra, os alunos poderão trabalhar o tema de maneira mais interativa, contando também as suas experiências a respeito do tema.
Projetos (3º C)	A classe será dividida em grupos de 5 alunos (total de 8 grupos). Os grupos serão divididos em 2 eixos: **Eixo 1** (4 grupos): os alunos deverão apresentar (vídeo, Power Point, cartazes etc.) projetos que visem solucionar algum problema relacionado ao descarte inadequado de materiais poliméricos na escola, na comunidade ou na cidade. Por exemplo, poderão verificar que, em determinado local, não há separação do lixo e poderão propor uma separação desse lixo e a conscientização das pessoas (por meio de diálogos, panfletos etc.). **Eixo 2** (4 grupos): realização de atividade experimental relacionada a polímeros, biopolímeros ou polímeros biodegradáveis.	O objetivo do desenvolvimento dos projetos (experimentais ou aplicáveis à sociedade) visa incentivar os alunos a proporem soluções para problemas ambientais existentes ou explicar fenômenos observados na prática (relação com a Química).
Júri simulado: "Polímeros: vilões ou mocinhos?" (3º D)	A turma será dividida em 2 grupos: **Grupo 1:** fará a defesa dos polímeros. **Grupo 2:** responsável pela acusação dos polímeros Cada um dos grupos terá advogados, líderes e testemunhas. O professor ficará nos bastidores, ajudando e orientando os grupos durante o júri. A plateia será o júri popular e algum dos voluntários ou estagiários será o juiz que dará a sentença final.	Visa desenvolver a problematização e argumentação dos alunos a respeito do tema. Para esse júri, serão necessários criar argumentos relacionados aos temas CTSA.

A visita dos alunos a cada uma das atividades será monitorada por uma lista de presença, que será assinada em cada uma das salas e que será mantida pelos voluntários.

Na aba “Equipe” é possível obter informações sobre o professor, estagiário e voluntários.

Na aba “Contato” estão disponíveis, telefone, endereço de e-mail e formulário de dúvidas (que será direcionado ao administrador do site) para que, caso surjam questões, possam ser esclarecidas, por meio do contato direto com a equipe de organização.

Na aba “Perguntas frequentes” estarão disponíveis perguntas que os alunos, estagiários ou voluntários poderão ter a respeito do tema. A principal dúvida é a explicação de como será atribuída nota ao projeto.

Na aba “Colabore” é possível realizar a inscrição para ser voluntário no dia da execução da feira.

Por fim, na aba “Fórum”, os alunos deverão realizar algum post para discussão da seguinte questão “Qual é o meu papel como cidadão para evitar e diminuir os danos ambientais causados pelo descarte inadequado de materiais poliméricos?”. A participação dos alunos no fórum contará para atribuição da nota final.

3.4 Pós-realização do evento Feira de Polímeros

Ao fim do evento, os alunos receberão um questionário que deverão responder individualmente e que objetiva avaliar o aprendizado dos alunos a respeito do tema, a participação real dos alunos além de identificar possíveis falhas no projeto.

O questionário avaliativo que será aplicado aos alunos está mostrado no Quadro 3 e deverá ser entregue (no máximo) após 5 dias da realização da feira. A análise do questionário a seguir será realizada pelo professor, que atribuirá uma nota para cada aluno.

As questões de 1 a 5 visam avaliar o conhecimento dos alunos a respeito dos conceitos sobre o tema *polímero*, que foram trabalhados durante as aulas teóricas e durante o desenvolvimento da feira. A questão 6 visa avaliar o que foi observado e aprendido durante a feira além de verificar o senso crítico dos alunos. As respostas das questões 7 e 8, que dizem respeito à avaliação da execução da feira de polímeros, serão compiladas em um arquivo e servirão como base para execução de melhorias nas próximas edições do evento.

Quadro 3: Questionário avaliativo que será aplicado aos alunos após a realização do evento Feira de Polímeros.

Nome: _____Nº___ Turma:_____

1) O que são polímeros?

2) Como os polímeros são classificados?

3) O que é reciclagem? O que é reutilização? Dê pelo menos um exemplo de processo de reciclagem e de reutilização de polímeros.

4) Qual a importância dos polímeros para a sociedade atual?

5) Quais são os principais problemas relacionados ao uso dos polímeros?

6) Complete o quadro abaixo com as atividades que observou durante a feira de polímeros

Qual foi a atividade que você fez durante a oficina de reciclagem e reutilização? Descreva detalhadamente como realizou a atividade. (Espaço para os alunos escreverem)	Qual foi o vídeo que te chamou mais a atenção na amostra cinematográfica? Por quê? (Espaço para os alunos escreverem)
Escolha um dos projetos ou experimentos observados na Feira e descreva o que foi observado ou como foi realizado. (Espaço para os alunos escreverem)	No júri simulado "Polímeros: vilões ou mocinhos?" qual foi o seu voto? justifique sua decisão. (Espaço para os alunos escreverem)

7) Qual a nota (de zero a 10) que você atribui ao evento "Feira de polímeros"? Justifique.

8) Qual foi a atividade que você mais gostou na Feira de polímeros?

Por fim, após a feira, planeja-se a exposição do trabalho dos alunos no site para que, no ano seguinte, os próximos alunos que realizarão a feira tenham um material de apoio.

3.5 Avaliação do evento Feira de Polímeros

A atribuição da nota ocorrerá da seguinte maneira: o evento valerá 40% da nota final do 4º bimestre. A avaliação que irá compor os 40% será realizada de quatro maneiras distintas:

1º) Cada aluno (individualmente) deverá participar, comentar ou responder pelo menos um fórum no site (20%);

2º) Presença e participação no dia do evento (individual) – avaliação direta do professor e estagiários (20%);

3º) Projeto desenvolvido pelo grupo (30%) - desenvolvimento do projeto durante o semestre;

4º) Responder o questionário final (individual) (30%) – o questionário final será entregue ao final da feira e deverá ser entregue no máximo uma semana após o evento.

Após a atribuição das notas e caso haja disponibilidade orçamentária, planeja-se também realizar uma premiação para os melhores trabalhos de cada categoria, ou seja, melhor trabalho da amostra cinematográfica, melhor trabalho da oficina de reciclagem, melhor projeto e grupo que argumentou melhor no júri simulado. As premiações sugeridas poderiam ser livros, medalhas ou objetos plásticos feitos com materiais reciclados e biodegradáveis, tais como, canetas, copos, estojos entre outros.

3.6 Análise da proposta do evento *Feira de Polímeros* levando em consideração os domínios cognitivos da taxonomia de Bloom revisada

A Tabela 2 mostra a análise das atividades propostas no desenvolvimento, realização e na pós-realização do evento Feira de Polímeros, usando como base os domínios cognitivos abordados na taxonomia de Bloom revisada (SILVA e MARTINS, 2014 e GALHARDI e AZEVEDO, 2013).

Ao observar a Tabela 2, nota-se que todos os domínios do conhecimento ou cognitivos foram percorridos nas atividades propostas para o evento Feira de polímeros. Observa-se que nas atividades mais teóricas, como as aulas expositivas dialogadas, o uso do site e a avaliação por meio do fórum e do questionário envolvem menos domínios cognitivos, o que faz com que os alunos trabalhem alguns deles, mas não desenvolvam o seu conhecimento percorrendo todos os domínios.

Tabela 2: Análise das atividades propostas no desenvolvimento do evento *Feira de Polímeros*, usando como base os domínios cognitivos abordados na taxonomia de Bloom revisada.

Atividades propostas	Domínios cognitivos abordados na taxonomia de Bloom
Aulas expositivas dialogadas com os conceitos básicos sobre polímeros (estrutura química – meros, funções orgânicas principais) e sua classificação (naturais, sintéticos, termoplásticos e termorrígidos).	**Dimensão do conhecimento:** factual e conceitual. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar e entender.
Uso do site Feira de Polímeros (*webquest*).	**Dimensão do conhecimento:** factual e procedural. **Dimensão dos processos cognitivos:** aplicar.
Desenvolvimento dos trabalhos em grupo com a mentoria do professor ao longo do semestre.	**Dimensão do conhecimento:** procedural. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar, entender, criar, aplicar, analisar e avaliar.
Oficina de reciclagem/reutilização.	**Dimensão do conhecimento:** conceitual, procedural e metacognitivo. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar, entender, criar, aplicar, analisar e avaliar.
Amostra cinematográfica.	**Dimensão do conhecimento:** conceitual, procedural e metacognitivo. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar, entender, criar, aplicar, analisar e avaliar.
Projetos (Eixo 1) - apresentação dos projetos relacionados ao descarte inadequado de materiais poliméricos.	**Dimensão do conhecimento:** conceitual, procedural e metacognitivo. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar, entender, criar, aplicar, analisar e avaliar.
Projetos (Eixo 2) - apresentação e/ou realização de atividades práticas relacionadas a polímeros, biopolímeros ou polímeros biodegradáveis.	**Dimensão do conhecimento:** conceitual, procedural e metacognitivo. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar, entender, criar, aplicar, analisar e avaliar.

Atividades propostas	Domínios cognitivos abordados na taxonomia de Bloom
Júri simulado: "Polímeros: vilões ou mocinhos?".	**Dimensão do conhecimento:** factual, conceitual, procedural e metacognitivo. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar, entender, criar, aplicar, analisar e avaliar.
Avaliação dos alunos – Participação no fórum (individual).	**Dimensão do conhecimento:** factual, conceitual e metacognitivo. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar e entender.
Avaliação dos alunos – Presença e participação no evento *Feira de Polímeros* (individual).	**Dimensão do conhecimento:** factual, conceitual, procedural e metacognitivo. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar, entender, criar, aplicar, analisar e avaliar.
Avaliação dos alunos - desenvolvimento do projeto durante o semestre (avaliação em grupo).	**Dimensão do conhecimento:** factual, conceitual, procedural e metacognitivo. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar, entender, criar, aplicar, analisar e avaliar.
Avaliação dos alunos – questionário final (individual).	**Dimensão do conhecimento:** factual e conceitual. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar, entender, aplicar e analisar.
Avaliação do evento *Feira de Polímeros* (individual).	**Dimensão do conhecimento:** factual, conceitual, procedural e metacognitivo. **Dimensão dos processos cognitivos:** lembrar, entender, aplicar e analisar.

Já as atividades mais práticas ou que envolvem produção de conteúdo como a oficina de reciclagem, amostra cinematográfica, desenvolvimento de projetos (Eixo 1 e 2) e júri simulado, percorrem todos os domínios cognitivos possíveis na taxonomia de Bloom. Essa análise indica que a realização de atividades práticas ou aplicadas, exigem que os alunos considerem os conteúdos já aprendidos durantes as aulas (domínios do lembrar, entender e conhecimento conceitual e factual) para a produção de novos conteúdos, o que faz com que desenvolvam um número significativo de domínios cognitivos mais complexos. Portanto, a aplicação do evento possui potencial para que

os alunos aprendam de maneira significativa, contextualizada levando em conta as perspectivas CTSA, ativa e que desenvolvam todos os domínios cognitivos abordados na taxonomia de Bloom.

Outra vantagem em utilizar diversas abordagens pedagógicas é a possibilidade de contemplar estudantes com diferentes necessidades e com diversos estilos de aprendizagem, facilitando também a adaptação das atividades para pessoas com deficiência (PCD). Lembrando que no contexto atual de educação inclusiva, caso haja alunos PCD nas turmas o professor deve adaptar as atividades, de acordo com a necessidade desses alunos, para que essas atividades possam ser desenvolvidas com a turma como um todo (ROCHA, MENDES e LACERDA, 2021).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica realizada sobre o ensino de polímeros mostrou que há diversas atividades e metodologias pedagógicas distintas para o ensino de polímeros. É perceptível que o uso de atividades práticas, experimentais, projetos, oficinas e atividades lúdicas proporcionam um melhor aproveitamento do processo de ensino-aprendizagem, porque despertam o interesse dos alunos e fazem com que eles trabalhem em níveis cognitivos mais elaborados, que exigem o uso do raciocínio, do pensamento crítico e da conscientização ambiental sobre os aspectos CTSA.

A proposta do evento *Feira de polímeros* foi baseada na revisão bibliográfica realizada e utilizou atividades pedagógicas distintas, trabalhando em diversos níveis cognitivos. O uso de propostas pedagógicas diversificadas permite um melhor aproveitamento do ensino porque engloba alunos com necessidades distintas. Portanto, a aplicação do evento é promissora para a obtenção de um ensino ativo, consciente e contextualizado sobre polímeros nas perspectivas químicas e ambientais.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPLAST – Indústria brasileira de transformação de material plástico – Perfil 2017. São Paulo; 2017 [acesso em 14/01/2021]. Disponível em: http://www.abiplast.org.br/site/estatisticas

ABIPLAST – Indústria brasileira de transformação de material plástico – Perfil 2018. São Paulo; 2018 [acesso em 14/10/2020]. Disponível em: http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil2018/

AGARWAL, Seema. Biodegradable Polymers: Present Opportunities and Challenges in Providing a Microplastic-Free Environment**. Macromolecular Chemistry and Physics**, ed. 2000017, 2020.

ALCANTARA-GARCIA, Jocelyn; PLOEGER, Rebecca. Teaching Polymer Chemistry through Cultural Heritage. **Journal of chemical education**, v. 95, p. 1118-1124, 2018.

ANDRIGHETTO, Rosália; MACIEL, M. Marilei. Polímeros na perspectiva da educação ambiental: atenções voltadas ao enem (1998-2018). **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 1, p. 1-21, 2019.

ARAÚJO, S. T. Cleide et al. Avaliação da utilização da abordagem CTSA para o conteúdo de polímeros em escolas estaduais. **Pedagogia em Foco**, v.12, n. 8, p. 134-149, 2017.

ARRUDA, M. Adriana; SILVA, J. Deusanilde; CATÃO, Vinícius. Abordando a interdisciplinaridade e a contextualização no ensino de química por meio de uma proposta didática para discutir o conteúdo de polímeros no ensino médio. **Revista Ponto de Vista**, v. 3, n. 9, p. 1-19, 2020.

AZEVEDO, R. Amanda; MOREIRA, F. Vinicius. Capítulo 16 – Utilização de analogias e atividades contextualizadas: uma perspectiva de aprimoramento de competências para o ensino de polímeros. **A diversidade de debates na pesquisa em Química 2** – Atena Editora, 2020, 1º edição, p. 179-198.

BATTIROLA, C. Liliane et al. Estudo sobre materiais poliméricos como forma de incentivo a entrada e permanência de mulheres nas áreas de ciências exatas e

engenharias. **2º SIEPE – Semana integrada de ensino e pesquisa**. Universidade Federal da Integração Latino-Americana, 2019.

CASTRO, F. Rebecca; ROSAS, L. G. Alexandra. Prática experimental como estratégia de aprimorar a aprendizagem significativa sobre polímeros sintéticos utilizando materiais alternativos. **Scientia Amazonia**, v. 7, n. 2, E11-E22, 2018.

CASTRO, L. Denise; CAVALCANTE, P. Maxwell; PEDROSA, C. G. Maria. Nanotecnologia e polímeros: revisão dos temas visando a abordagem em aulas de Química. **Revista Thema**, v. 16, n. 2, p. 313-330, 2019.

COELHO, M A. Eduardo et al. Sequência didática em aulas de química: análise de percepções e aprendizagem sobre o tema polímeros. **Pesquisa em ensino**, v. 2, n. 5, p. 384-398, 2020.

COSTA, F. Yasmine; SILVA, H. Bruna. **Polímeros: solução ou poluição: uma abordagem CTS no ensino de química orgânica para o ensino médio.** Jornada de ensino, pesquisa e extensão, 2013.

CRUZ, S. M. Barbara; SOUSA, L. Michele; FREITAS, B. R. Andrea. Reutilização de plásticos: uma forma de articular a educação ambiental e o ensino de polímeros através de uma feira de ciências. **Perspectivas da Ciência e Tecn.,** v. 12, p. 103-121, 2020.

DAMIANCE, R. M. Patrícia et al. Capítulo 2 – **Experimentação no ensino de polímeros: um relato de experiência no PIBIC-EM**. A Educação como Diálogo Intercultural e sua Relação com as Políticas Públicas 2, p. 13-20, editora Atena, 2020.

FREITAS, P. S. Wélica; MÜNCHEN, Sinara. A proibição das sacolas plásticas: uma problemática desenvolvida em um júri simulado no ensino médio. **Ciências e Ideias**, v. 11, n. , 2020.

FUMAGALE, V. F. Valdirene. Contextualizando conceitos químicos: os polímeros e o meio ambiente. **Governo do Estado do Paraná** – O professor e os desafios da escola pública paranaense, v. 2, 2012.

GEYER, Roland, JAMBECK, R. Jenna e LAW, L. Kara. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advanced**, v. 3, ed 1700782, p. 1-5, 2017.

GOMES, V. Rodrigo; CALEFI, M. Roberta; MELO, N. Breno. Construindo o conhecimento sobre polímeros por meio da experimentação. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** (XI ENPEC). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

GUCKERT, E. Fernando; SOUZA, D. Franciele. Polímeros plásticos aplicados à construção civil. **Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID),** *n. 4*, p. 143-158, 2019.

GUERREIRO, L. Inaiá et al. Polimerizando ideias: um recurso pedagógico no ensino da química dos polímeros. **Conexão Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 4, p. 126-133, 2015.

JOB, E. Aldo et al. Promovendo a conscientização ambiental: resultados de uma pesquisa realizada com alunos do ensino médio sobre polímeros, plásticos e processos de reciclagem. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 11-24, 2015.

JÚNIOR, S. Laerte. **O lixo e a necessidade de reduzir, reutilizar, reciclar e repensar.** São Paulo. 2012. [acesso em 27/01/2021]. Disponível em: http://web-resol.org/textos/506.pdf

KÖHNLEIN, M. Mônica. Polímeros: definição e classificação por meio de uma abordagem prática. **Revista de Extensão**, v. 3, n. Ed. Especial, p. 1116-1121, 2016.

MARK, E. James **Handbook OF POLYMERS**. Oxford University Press, 1999, 1018 p.

MELO, S. Mayara; GOMES, B. Verenna; SILVA, R. Kalielly. **Materiais nossos de cada dia: contribuições de uma oficina temática para a significação de conceitos científicos**. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019.

MICHAELI, Walter et al. **Tecnologia dos plásticos.** Edgard Blucher editora: São Paulo, 2008, 216 p.

MONTEIRO, G. Ivone; JUSTI, S. Rosária. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 2, p. 67-91, 2000.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. **Aprendizagem significativa**. São Paulo: Vetor, 2008.

MURY, F. T. Denise; CANTANHEDE, B. Leonardo; CANTANHEDE, C. S. Severina. Abordagem do conteúdo polímeros sintéticos a partir da temática lixo e reciclagem nas aulas de química do ensino médio: uma proposta didática. **Conexão Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 4, p. 37-47, 2015.

NUNES, T. S. Cléber et al. **Realização de oficina temática: Contextualizando o ensino de polímeros.** XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia (Eduqui). Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

OLIVEIRA, M. Adriana; RECENA, C. P. Maria. O Ensino de Polímeros na Perspectiva da Educação Dialógica com enfoque em CTS. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 103-126, 2014.

PEREIRA, S. Ademir; FERREIRA, A. Priscila. O ensino de polímeros por meio da estratégia dos três momentos pedagógicos. **Chemical Education in Point of View**, v. 2, n. 2, p. 87-98, 2018.

RASMUSSEN, C. Seth. Revisiting the Early History of Synthetic Polymers: Critiques and New Insights. **Society for the History of Alchemy and Chemistry**, v. 65, p. 1-17, 2018.

ROCHA, R. M. Luiz; MENDES, G. Eniceia; LACERDA, B. F. Cristina. Políticas de Educação Especial em disputa: uma análise do Decreto n 10.502/2020. Práxis Educativa, v. 16, n. 17585, p. 1-18.

ROSA, S. Derval; FILHO, P. Rubens. **Biodegradação: um ensaio com polímeros.** Editora São Francisco, São Paulo, 2003.

SANTOS, G. Graziane; RIBEIRO, N. Tiago; SOUZA, N. Divanizia. 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.

SILVA, L. P. B. José et al. **Experimento no ensino de química no ensino médio**. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui) Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

SILVEIRA, P. Marcelo et al. Estudo dos polímeros em uma perspectiva CTSA: Desenvolvendo valores por meio do tema "Química dos plásticos". **Revista Valores**, v. 3, n. Edição Especial, p. 14-25, 2018.

SOUZA, P. Oribes; RECENA, C. Maria; JORGE, F. Rodrigo. A metodologia *webquest* na contextualização da química para o ensino de polímeros**. Revista Uniabeu**, v. 7, n. 15, p. 179-194, 2014.

SPERLING, H. L. Why Should Anyone Want To Teach Polymers in a Chemistry Class? **Howell; Introduction of Macromolecular Science/Polymeric Materials into the Foundational Course in Organic Chemistry**, Chapter 12, 2013.

SPINACÉ, A.S. Márcia, DE PAOLI, A. Marco. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Química Nova**, v. 28, p. 65-72, 2005.

TAMIASSO-MARTINHON, Priscila et al. Polímeros e meio ambiente: uma proposta de ensino interativo numa abordagem teórico-prática para alunos de química do ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 4, p. 26-38, 2019.

TORGBO Selorm, SUKYAI, Prakit. Biodegradation and thermal stability of bacterial cellulose as biomaterial: the relevance in biomedical applications. **Polymer Degradation and Stability**, v. 179, p. 109-232, 2020.

VALENTIM, C. S. Ana. Estratégia didática para o ensino médio: síntese de poliuretano. Visões sobre ensino e educação, p. 664-670, 2020. Editora Pembroke Collins.

VERMA, Rinku et al. Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review. **Procedia Environmental Sciences**, v. 35, p. 701-708, 2016.

YIN, Guang-Zhong e YANG, Xiao-Mei. Biodegradable polymers: a cure for the planet, but a long way to go. **Journal of Polymer Research**, v. 27, n. 2, p. 27-38, 2020.