



**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

PRODUTO EDUCACIONAL

Reciclagem de Polímeros: Sequência Didática em uma Abordagem CTS

**Thiago Guimarães Marques
Pedro Miranda Junior**

**São Paulo (SP)
2024**

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons
Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta
licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

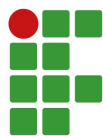


Produto Educacional apresentado como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Paulo. Aprovado em banca de defesa de mestrado no dia 18 de dezembro de 2024.

AUTORES

Thiago Guimarães Marques: Licenciado em Química pela Universidade Nove de Julho – UNINOVE (2014), Licenciado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Jales – UNIJALES (2019), Licenciado em Pedagogia pela Faculdade de Educação Paulista – FAEP (2020) e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), campus São Paulo – SP (2024). Professor de Ensino Fundamental e Ensino Médio na rede pública do Estado de São Paulo, atuando nas disciplinas de Química, Biologia e Ciências. Professor de Ensino Médio e Técnico no Centro Paula Souza - ETEC, atuando nas disciplinas de base comum e no curso Técnico em Química.

Pedro Miranda Junior: Professor Titular do Departamento de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP-SP). Licenciado em Química e Bacharel em Química pela Universidade Mackenzie (1990), Mestre em Química Inorgânica pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (1996), Doutor em Química Inorgânica pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (2000). Coordenou o curso de Licenciatura em Química do IFSP no período de 2009 a 2012. Coordenou o Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do IFSP no período de 2017 a 2018. Desenvolve pesquisas na área de Ensino de Ciências orientando alunos da graduação e do mestrado com os seguintes temas: educação de surdos, ensino de ciências por investigação e educação CTS.



RESUMO

Este produto educacional, desenvolvido durante o trabalho de mestrado profissional, consiste em uma sequência didática (SD) elaborada em uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) com o tema reciclagem de polímeros. Este produto destina-se a professores de química da educação básica, visando contribuir para reflexão sobre a relevância do uso da abordagem CTS no ensino de ciências, tendo como foco a formação de cidadãos conscientes e críticos. Esta abordagem quando vinculada à educação científica dos estudantes, contribui para aprendizagem de conceitos a partir do debate de temas socioambientais relevantes. A SD foi estruturada com base nos pressupostos teóricos/metodológicos de Zabala (1998), buscando incluir atividades que contribuam para o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Consideramos que a utilização da abordagem CTS em sala de aula proporciona um ensino de química mais contextualizado, contribuindo para aprendizagem de conceitos químicos e para maior envolvimento dos alunos em assuntos relacionados ao meio ambiente e à sustentabilidade. A abordagem CTS potencializa a formação para cidadania, possibilitando que os alunos compreendam a importância da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento sustentável, buscando a preservação do meio ambiente e, conseqüentemente, trazendo benefícios para a sociedade.

Palavras-chave: CTS; Ensino de Química; Sequência Didática

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. POLÍMEROS	10
3. ABORDAGEM CTS	16
4. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	22
5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA: RECICLAGEM DE POLÍMEROS	23
6. CONSIDERAÇÕES SOBRE A SD.....	36
7. REFERÊNCIAS.....	38

APRESENTAÇÃO

Prezado(a) Professor(a)

Este Produto Educacional está vinculado à dissertação de mestrado profissional “Abordagem CTS: Análise de uma Sequência didática com o tema reciclagem de polímeros”, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo (IFSP), sob a orientação do Professor Dr. Pedro Miranda Junior.

É com imensa alegria que elaboramos e compartilhamos aqui esse produto educacional, produzido para professores de química. Este Produto consiste em uma sequência didática destinada a professores de química do Ensino Médio, tendo como objetivo a aprendizagem dos alunos por meio de uma abordagem CTS, contribuindo para formar cidadãos conscientes e atuantes na sociedade. A SD tem como foco promover a construção de conceitos científicos relacionados ao tema reciclagem de polímeros, possibilitando momentos para discussão de diversos conceitos que vão desde a estrutura molecular dos compostos até os diferentes tipos de processos de reciclagem e polímeros.

Santos e Schnetzler (1996), ao debaterem sobre o Ensino de Química no Ensino Médio, defendem que a cidadania tem que ser o alvo principal no início dos estudos, para formar o cidadão crítico. É importante ensinar química por meio de uma abordagem CTS para promover a cidadania social, que garante direitos atrelados à dignidade humana, reforçando a importância na elaboração de novos materiais didáticos no Ensino de Química com o enfoque na abordagem CTS. A abordagem CTS é um conjunto de estratégias que buscam trazer educação científica e tecnológica, contribuindo para formar cidadãos conscientes (Santos; Schnetzler, 2000).

Um meio efetivo para desenvolver a abordagem CTS no Ensino de Química para promover educação científica é a utilização de sequência didáticas. O desenvolvimento de uma sequência didática (SD) pode contribuir para com o entendimento de alunos e professores sobre o ensino CTS (Silva; Marcondes, 2015). O debate das inter-relações CTS a partir de um tema socioambiental

aproxima os conhecimentos científicos com o cotidiano, contribuindo para formação de cidadãos críticos preocupados com seus direitos, que requeiram de seus governantes o desenvolvimento e criação de leis benéficas a todos

Organizamos a SD deste produto com base nos pressupostos teóricos/metodológicos de Zabala (1998), buscando incluir atividades na SD que contribuam para o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Para desenvolver esta SD em suas aulas poderão ser utilizados materiais de baixo custo e de fácil acesso. De acordo com o critério do(a) professor(a) e do contexto de suas turmas, esta SD poderá ser aplicada na íntegra ou somente algumas de suas atividades que contribuam para suas aulas de química.

Esperamos que este produto traga contribuições significativas para suas aulas de Química, proporcionando aos seus alunos boas experiências de aprendizagem.

Boa Leitura!

1. INTRODUÇÃO

A sequência didática (SD) deste produto educacional tem como tema “reciclagem de polímeros”, temática importante relacionada à proteção do meio ambiente. Dados alarmantes sobre fabricação, consumo e descarte de produtos feitos a partir de polímeros precisam ser discutidos no ensino de ciências. Como esse tema é pouco explorado nas aulas de química do Ensino Médio, essa SD pode contribuir com as aulas de química orgânica por meio da discussão de conceitos sobre polímeros e diferentes formas de reciclagem.

De acordo com Santos e Schnetzler (2000), o Ensino de Química não aborda os principais temas que o aluno precisa conhecer para exercer a cidadania. Uma das principais premissas da escola é a de formar cidadãos, mas isso acaba fugindo da realidade, tornando o ensino ineficaz e não relacionado com os problemas enfrentados no dia a dia. O Ensino de Química precisa passar por uma reestruturação, trazendo como foco principal a formação do cidadão consciente, que faz uso do conhecimento para compreender e tomar decisões durante o debate de questões ambientais e sociais que o rodeiam, podendo propor mudanças a fim de exercer cidadania (Santos; Schnetzler, 2000).

A necessária reestruturação do Ensino de Química ainda é debatida por outros pesquisadores da área. Scarpatti (2022) destaca a importância de um Ensino de Química vinculado à realidade dos alunos para que sejam críticos diante o debate de questões socioambientais e assim sejam capazes de atuar como cidadãos, participando efetivamente da sociedade.

Partindo desse contexto se faz necessário desenvolver um Ensino de Química contextualizado em que a aprendizagem se dá a partir do debate de temáticas socioambientais. Para promover um debate estruturado em sala de aula, a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) potencializa um Ensino de Química mais contextualizado, contribuindo para formar cidadãos capazes de tomada de decisões para resolução de problemas da sociedade, em prol de uma melhor qualidade de vida para todos os cidadãos (Santos; Schnetzler, 2000).

A reciclagem é uma estratégia para reduzir a quantidade de resíduos plásticos no ambiente, e o tema reciclagem de polímeros, quando devidamente

abordado nas aulas de química, contribui para conscientizar os estudantes sobre problemas socioambientais decorrentes do descarte inadequado desses resíduos como também da produção excessiva de polímeros.

A excessiva produção e consumo de materiais polímeros pela sociedade é preocupante, causando transtornos que nós seres humanos iremos sentir drasticamente com o passar dos anos devido ao acúmulo de resíduos desses materiais no ambiente, e quando não tratados corretamente resultam em impactos ambientais que devem ser considerados. A reciclagem de polímeros se tornou essencial atualmente, pois contribui para reduzir o impacto ambiental causado pelos resíduos desses materiais.

Devido ao valor econômico dos polímeros e a facilidade na sua moldagem, o seu uso pela sociedade vem aumentando exponencialmente durante as últimas décadas, e ainda está em crescente evolução desde a criação dos polímeros sintéticos até a atualidade; o descarte incorreto desses materiais contamina os rios, os oceanos e os solos, afetando toda vida na terra (Piatti; Rodrigues, 2005).

Abordar no Ensino de Química conceitos sobre reciclagem de polímeros é fundamental para formação de cidadãos conscientes sobre aspectos ambientais, sociais e econômicos vinculados a esse assunto. A abordagem desse tema corrobora para conscientizar os alunos sobre a real necessidade de reduzir o consumo e de se fazer o descarte adequado desses materiais que impactam muito o meio ambiente. A reciclagem e a reutilização de plásticos contribuem para diminuição do consumo de matérias-primas fósseis, não renováveis, ações que também podem ajudar a diminuir a emissão de gases causadores do efeito estufa que estão associados à fabricação de novos polímeros produzidos a partir de matéria-prima pura (Hopewell; Dvorak; Kosior, 2009).

Diante do contexto socioambiental do tema reciclagem de polímeros, neste Produto Educacional apresentamos uma SD, elaborada em uma abordagem CTS, como forma de contribuir para com o trabalho do professor de química na utilização de novas abordagens para o Ensino de Química, visando a formação de cidadãos conscientes preocupados com o mundo ao seu redor.

2. POLÍMEROS

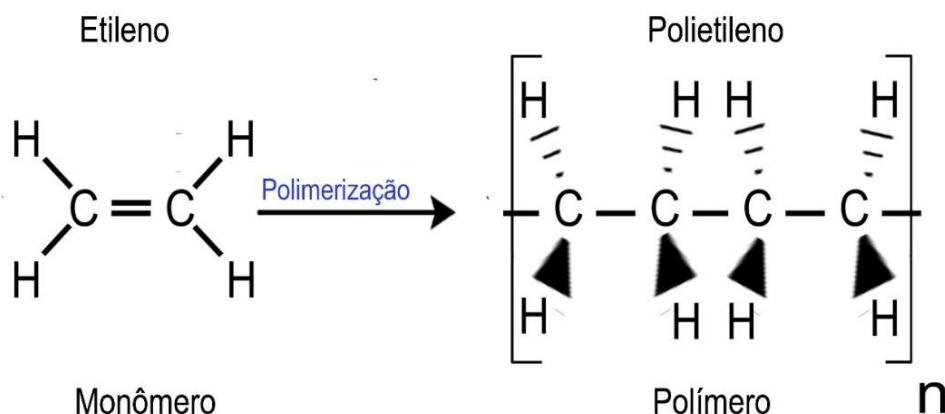
A palavra polímero tem origem grega, “poli” significa muitos e “meros” significa partes, é utilizada na representação de grandes cadeias de moléculas formadas através de um processo de polimerização de partículas menores chamadas de monômeros. Os polímeros são sintetizados principalmente a partir dos derivados do petróleo, em altas temperaturas são moldados a partir do calor e pressão. São popularmente conhecidos como plásticos, palavra derivada do latim “*plasticu*” que significa “o que pode ser moldado” (Campos *et al.*, 2012).

Os polímeros são utilizados para fabricação de diversos produtos plásticos de uso cotidiano. A variedade de plásticos existentes deve-se às ligações que os átomos de carbono estabelecem na formação dos polímeros, que variam de acordo com sua estrutura e tipos de ligações, conferindo propriedades físicas e químicas específicas. Pequenas moléculas formadas por ligações entre carbonos, recebem o nome de monômeros, os quais ao passarem por um processo de polimerização, formam conjuntos de moléculas maiores chamadas de polímeros (Fernandes; Lona, 2004).

Os polímeros podem ser classificados por diferentes fatores, tais como: número de monômeros presentes, combinação entre os elementos presentes, tipo de reação química na sua formação (Fernandes; Lona, 2004). Dos diferentes tipos de reações de polimerização, destacamos a polimerização por adição e a polimerização por condensação.

Na formação do polímero por adição, ocorre a quebra na insaturação entre carbonos ligados por dupla ligação no monômero. Essa quebra possibilita ao carbono estabelecer novas ligações com formação de cadeias maiores, gerando o polímero (Fernandes; Lona, 2004). A Figura 1 apresenta a equação da reação de formação do polietileno, um polímero formado a partir de monômeros de etileno por reação de adição.

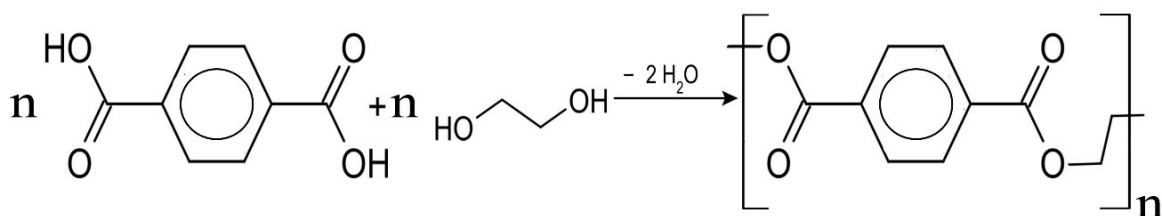
Figura 1 – Polimerização por adição



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na polimerização por condensação, o processo só ocorre se o grupo funcional pertencente à cadeia carbônica aparecer repetida vezes como bifuncionais. Durante a formação dos produtos ocorre a mudança do estado gasoso para o estado líquido, os monômeros mais leves são descartados, gerando outras substâncias com seu resíduo. As novas substâncias são bifuncionais assim como as que propiciaram sua formação. Por possuírem funções similares, os novos produtos reagem com outras substâncias, formando cadeias carbônicas maiores denominadas de polímeros (Fernandes; Lona, 2004). Na Figura 2 apresentamos a reação de formação do polietileno tereftalato (PET), obtido a partir da reação do ácido tereftálico e etilenoglicol. O PET é um produto da reação de esterificação entre um ácido carboxílico e um álcool na produção de um éster, obtendo água como subproduto.

Figura 2 – Polimerização por Condensação



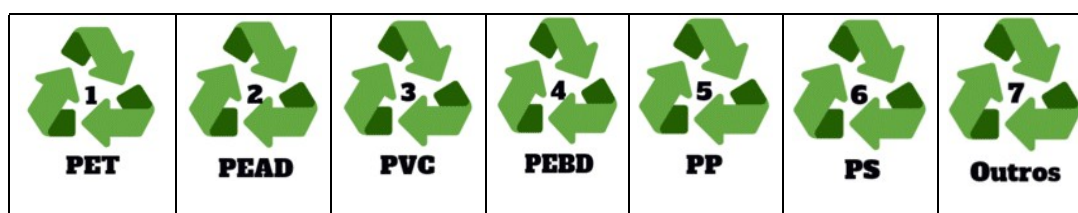
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os polímeros são divididos em dois grupos: termoplásticos e termofixos. Recebem o nome de termoplásticos os polímeros que quando aquecidos sofrem transformações físicas sem degradação e podem ser modelados novamente. Já os termofixos (termorrígidos) são polímeros que ao receberem calor passam por transformação química, sofrendo degradação, não ocorre a mudança do estado sólido para o estado líquido o que impede sua modelagem, por tais características não podem ser reciclados (Landim *et al.* 2016).

No passado, os polímeros naturais, que incluem proteínas, celulose, amido, couro, marfim e borracha, eram extraídos da natureza e dos seres vivos que a compõe. Uma das evoluções científicas emergidas durante o século XIX, foi a dos polímeros sintéticos, produzidos por meio de reações químicas.

Os polímeros sintéticos recebem códigos para sua identificação, sendo os mais comuns: PET (Polietileno tereftalato); PEAD (Polietileno de alta densidade); PVC (policloreto de vinila ou cloreto de vinila); PEBD (Polietileno de baixa densidade); PP (Polipropileno); PS (Poliestireno). Para reciclagem, esses seis polímeros são identificados, respectivamente, com numeração de 1 a 6; e o número 7 é utilizado para outros tipos de plástico. No Quadro 1 apresentamos os símbolos de reciclagem desses polímeros.

Quadro 01 – Símbolos dos polímeros



Fonte: Reciclagem, (2024). Disponível: <https://www.h2oje.com/2019/06/24/reciclagem-os-tipos-de-plasticos-numeros-de-identificacao-e-seu-uso/>

Os resíduos provindos dos plásticos se transformam em resinas que são utilizadas para fabricação de diferentes produtos, conforme apresentado no Quadro 2 (Ecycle, 2024).

Quadro 2 – Produtos obtidos da reciclagem de plásticos

Resina	Produtos produzidos após reciclagem.
PET	Fibra para carpete, tecido, vassoura, embalagem de produtos de limpeza, acessórios diversos.
PEAD	Frascos para produtos de limpeza, óleo para motor, tubulação de esgoto, conduíte.

PVC	Mangueira para jardim, tubulação de esgoto, cones de tráfego, cabos.
PEBD	Envelopes, filmes, sacos, sacos para lixo, tubulação para irrigação.
PP	Caixas e cabos para bateria de carro, vassouras, escovas, funil para óleo, caixas, bandejas.
PS	Placas para isolamento térmico, acessórios para escritório, bandejas.
Outros	Madeira plástica, reciclagem energética.

Fonte: (Ecycle, 2024).

Os materiais fabricados a partir de plásticos causam grandes problemas ambientais, e um dos maiores problemas é o acúmulo desse material devido ao descarte inadequado no meio ambiente. O plástico só é considerado esse vilão quando não é adequadamente descartado, causando inúmeros transtornos como a poluição de diferentes ecossistemas e, a cada dia que passa, a poluição do ambiente por plásticos se torna mais preocupante (Campos *et al.*, 2012).

Da mesma forma que a invenção do plástico trouxe benefícios, produto de baixo preço e que pode ser moldado de diversas formas, ele também tem seu lado negativo. Com a produção excessiva e o consumo desenfreado ele vem se acumulando nos bueiros, lixões e oceanos, deixando uma devastação terrível por não se degradar com facilidade, levando à morte inúmeros animais marinhos (Campos *et al.*, 2012). Diante desses fatos, a partir da discussão do tema desta SD, reciclagem de polímeros, pretende-se despertar o interesse dos estudantes pelo assunto e pela importância da conscientização para proteção do meio ambiente.

Um dos meios para minimizar os impactos ambientais causados pelo uso excessivo de polímeros é a substituição de plásticos por bioplásticos, que são polímeros biodegradáveis. A produção de bioplásticos não utiliza somente petróleo como matéria prima, sua composição deve conter uma porcentagem de matéria prima renovável, como por exemplo amido de milho, amido de batata, cana-de-açúcar, dentre outros materiais orgânicos de fontes renováveis. Um produto polimérico pode ser classificado como bioplástico se houver qualquer traço de material renovável, no entanto não há um percentual mínimo definido da quantidade necessária. A degradação do bioplástico em um curto período

depende do material de fonte renovável utilizado, não significa que seja rápida a sua decomposição; um biopolímero pode não ser biodegradável (Jones, 2020).

O plástico não é lixo e sim resíduo, já que poder ser reciclado; o que falta é a conscientização ambiental das pessoas, desenvolvendo uma cultura de separação dos resíduos plásticos para a reciclagem. Na indústria há três tipos clássicos de reciclagem de polímeros aplicados a diferentes tipos de plásticos utilizados para diferentes funções, sendo eles: reciclagem mecânica; reciclagem química; reciclagem energética (Ecycle, 2024).

A reciclagem mecânica é um tipo de reciclagem mais comum de plásticos. Envolve a trituração do plástico em pequenos fragmentos para serem usados como matéria-prima na fabricação de novos produtos. No entanto, esse processo pode levar à degradação do material e à perda de algumas propriedades, o que pode limitar a qualidade do produto preparado com o plástico reciclado. Esse método é utilizado para reciclar: plásticos provindos das indústrias; resíduos gerados nos processos de fabricação de plásticos; plásticos descartados logo após o consumo como copos e canudos; e plásticos que chegam por meio da coleta seletiva. Nesse processo, o plástico é limpo e separado por meio da triagem dos diferentes tipos de plásticos. O granulado produzido pode ser usado na fabricação de diferentes produtos como saco de lixo, pisos, mangueiras, peças automotivas, vassouras etc. (Ecycle, 2024).

A reciclagem química é um tipo de reciclagem promissora, pois trata do método de transformar os plásticos em materiais petroquímicos básicos, que envolve a conversão dos polímeros em seus monômeros ou oligômeros constituintes, que podem ser usados para produzir novos polímeros. Esse processo tem o potencial de produzir polímeros de alta qualidade, mas é mais complexo e ainda é objeto de pesquisa. A reciclagem química não precisa de um processo minucioso como a reciclagem mecânica, por ser mais tolerante a impurezas, porém é um processo mais caro (Ecycle, 2024).

A reciclagem energética consiste no uso dos resíduos plásticos para obtenção de energia térmica e elétrica proveniente da incineração dos plásticos, é um método que permite o aproveitamento da energia calorífica armazenada nos plásticos. Esse tipo de reciclagem é utilizado em mais de trinta e cinco países, porém ainda não é utilizado aqui no Brasil (Ecycle, 2024).

Apesar dos benefícios obtidos no processo de reciclagem, todo processo industrial ou tecnológico, pode gerar impacto ambiental negativo. Os processos de reciclagem química e energética podem gerar problemas significativos para a natureza (Ecycle, 2024). A reciclagem química pode poluir a atmosfera devido à emissão de gases poluentes; dependendo do processo utilizado na reciclagem, são lançados óxidos de nitrogênio (NOx), dióxido de enxofre (SO₂), entre outros gases como os compostos orgânicos voláteis (COVs). Na reciclagem energética, a queima de plásticos emite dióxido de carbono (CO₂), que junto com outros gases poluentes contribuem para o aquecimento global. Os resíduos plásticos quando incinerados, afetam a qualidade do ar, e podem ainda contaminar a água e o solo, além de contribuir com o efeito estufa.

No contexto da abordagem CTS no Ensino de Química, a reciclagem de polímeros pode ser estudada em sala de aula para conscientizar os estudantes sobre a importância do tratamento de resíduos plásticos gerados na sociedade, contribuindo assim para debater impactos ambientais e aspectos sociais e econômicos vinculados ao processo de produção, consumo e descarte destes materiais, desde a exploração da matéria-prima, o petróleo, a fabricação e os resíduos gerados. Spinacé e Paoli (2005) destacam que a reciclagem de plásticos pode reduzir a quantidade de resíduos plásticos no meio ambiente, o que pode levar a benefícios ambientais e sociais, como a redução da poluição e a promoção da saúde pública. No entanto, a viabilidade econômica da reciclagem pode ser limitada pela disponibilidade de tecnologias adequadas e pela demanda do mercado por produtos reciclados.

Além disso, Spinacé e Paoli (2005) destacam que a reciclagem de polímeros pode ser vista como uma solução parcial para o problema dos resíduos plásticos, e que outras ações, como a redução do consumo de plásticos descartáveis e a melhoria da gestão de resíduos, também devem ser consideradas para abordar o problema de forma abrangente.

Em resumo, a reciclagem de polímeros é um tema importante para ser explorado na educação CTS, que tem o potencial de abordar os desafios ambientais, sociais e econômicos associados aos resíduos plásticos. No entanto, é necessário abordar os desafios técnicos e econômicos para tornar a reciclagem de plásticos uma solução viável e sustentável (Spinacé; Paoli, 2005).

3. ABORDAGEM CTS

A CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) não é uma técnica ou metodologia de ensino e sim uma abordagem de ensino, uma maneira de compreender a ciência, que pode ser utilizada nas aulas de ciências em geral (Santos; Schnetzler, 2000).

O princípio de se ensinar utilizando uma abordagem CTS é a educação para a cidadania, para que o indivíduo tenha discernimento para tratar situações sociais referentes à Ciência com responsabilidade, pensando sempre em um todo não unicamente em seu bem próprio. De acordo com Santos e Schnetzler (2000, p. 13), “o ensino atual de nossas escolas está muito distante do que o cidadão necessita conhecer para exercer a sua cidadania.”

Os principais estudiosos que discutem a abordagem CTS no Brasil são Wildson L. P. Santos e Roseli P. Schnetzler, segundo esses autores, a abordagem CTS é um conjunto de estratégias que busca promover educação científica e tecnológica, contribuindo para formar cidadãos conscientes (Santos; Schnetzler, 2000).

A abordagem CTS pode ser tratada em disciplinas distintas, o que a torna interdisciplinar, seu uso no ensino propicia a cooperação entre os educadores, melhorando o entendimento sobre questões socioambientais, propiciando mudanças no pensamento diante debate de problemas diversos emergidos dentro da sociedade, despertando assim o potencial máximo dos estudantes em prol do desenvolvimento das pessoas. A cooperação entre os educadores propicia o desenvolvimento de diferentes métodos de ensino em sala de aula, contribuindo para o reforço dos conteúdos abordados, aumentando possibilidades de aprendizagem dos alunos (Macêdo, *et al.*, 2021).

Ao abordar os conceitos da química, muitas vezes deixamos passar despercebida a presença da ciência e da tecnologia em diferentes recursos utilizados pela sociedade e que estão presentes em nosso cotidiano. Muitas vezes não percebemos como a ciência e a tecnologia estão presentes no nosso dia a dia, e isso pode dificultar uma análise crítica, pode dificultar a compreensão sobre até que ponto a tecnologia e a ciência irão contribuir para com a nossa própria vida ou com a sociedade e o meio ambiente. Ficamos tão familiarizados

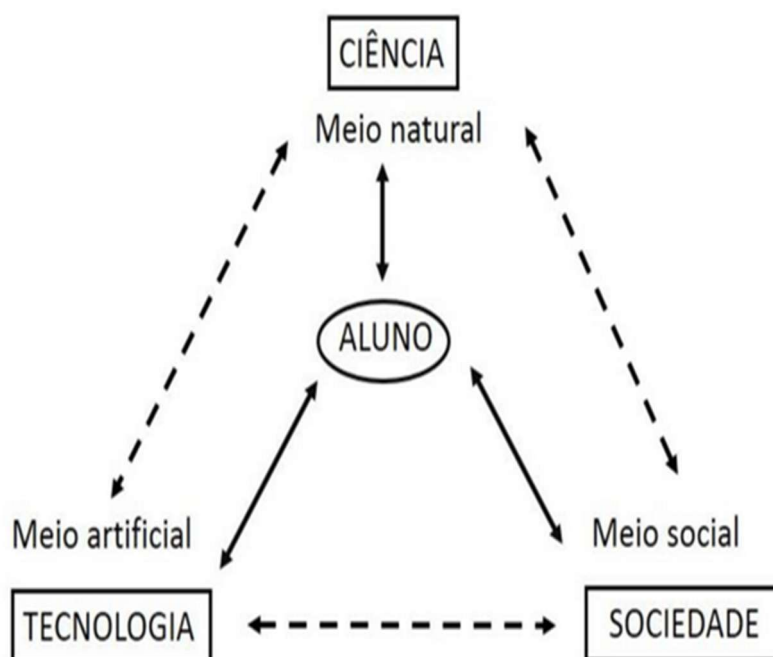
com novos recursos e possibilidades que podemos esquecer como isso pode vir a afetar positivamente ou negativamente tudo que nos cerca.

O que podemos fazer como educador é debater em sala de aula o uso dessas tecnologias para o aumento da qualidade de vida do ser humano, pensando em uma educação voltada para o bem-estar social e de proteção do meio ambiente, vislumbrando uma sociedade em que as pessoas tomem atitudes que remetam a todos e que não sejam voltadas unicamente ao indivíduo, e assim formar cidadãos conscientes (Macêdo, *et al.*, 2021).

A abordagem CTS teve início em meados da década de 1970 e, ao passar dos anos, surgiu outra vertente para dar ênfase e reforçar as preocupações de alguns pesquisadores com o meio ambiente, a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). No entanto diversos pesquisadores utilizam somente a sigla CTS por entenderem que a letra “A” da sigla CTSA, teoricamente já está empregada entre os termos CTS, porque, ambiente faz parte integrante da sociedade de diversas maneiras, estando interligados, um tendo impacto direto sobre o outro (Siqueira; *et al.*, 2021).

O Ensino de Química em uma abordagem CTS está vinculado à educação científica de todos os estudantes, com o potencial de formar cidadãos capazes de tomar decisões que impactem diretamente a sociedade, buscando por melhor qualidade de vida para todos os cidadãos. Santos e Schnetzler (2000), em seu livro “Educação em Química: compromisso com a cidadania”, discutem com detalhes as inter-relações entre os elementos da tríade CTS, representadas na Figura 3.

Figura 3 - Os elementos da CTS



Fonte: (Santos; Schnetzler, 2000, p. 60).

A Figura 3 contribui para compreensão da relação entre os elementos da abordagem CTS; sendo a Ciência relacionada com a compreensão do mundo natural; a Tecnologia com a compreensão do mundo construído pelo homem; e a Sociedade para compreender a relação do estudante com a ciências e tecnologia, juntamente com as outras pessoas ao seu redor (Santos; Schnetzler, 2000). A educação científica é um direito de todo cidadão, a maioria dos autores que retratam a abordagem CTS enfatiza a cidadania, com a intenção de preparar o estudante para vida em sociedade, para que ele participe de forma democrática (Santos; Schnetzler, 2000).

Para explicar o ensino com base no enfoque CTS, Santos e Schnetzler (2000) discutem as principais diferenças entre o ensino tradicional de ciências e o ensino de ciências CTS (Quadro 3).

Quadro 3 – Aspectos enfatizados no ensino clássico de ciências e no ensino de CTS.

Ensino Tradicional de Ciências	Ensino de Ciências CTS
Organização conceitual da matéria a ser estudada (conceitos de física e biologia)	Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico.	Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum.
Ciências, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	Exploração, uso e decisões são submetidos a julgamento de valor.
Busca da verdade científica sem perder a praticabilidade e a aplicabilidade.	Prevenção de consequências a longo prazo.
Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento.	Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas deliberadas.
Ênfase à teoria para articulá-la com a prática.	Ênfase à prática para chegar à teoria.
Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial.	Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar).
Busca, principalmente, novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural, um espírito caracterizado pela ânsia de conhecer e compreender.	Busca, principalmente, implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social.

Fonte: (Santos; Schnetzler, 2000, p. 62).

O ensino que utiliza o enfoque CTS se diferencia dos demais ensinos tradicionais, que geralmente focam somente na aprendizagem dos conceitos científicos. Ao ampliar a discussão sobre esses dois ensinos, Santos e Schnetzler (2000) também diferenciam o ensino através da ciência do ensino para a ciência, destacando que:

O ensino através da ciência, no qual se enquadra o ensino de CTS, refere-se à preparação de cidadãos, a partir do conhecimento mais amplo da ciência e de suas implicações para com a vida do indivíduo. Já o ensino para a ciência refere-se à formação do especialista em ciência, por meio do domínio do conhecimento científico geral, necessário para atuação profissional. (Santos; Schnetzler, 2000, p. 64, grifo nosso).

O ensino de ciências atual, possui poucas evidências de ter apresentado melhor resultado em comparação ao modelo clássico para formação do pensamento científico (Santos; Galletti, 2023). Uma abordagem embasada no enfoque CTS surgiu para dar ênfase à evolução científica e tecnológica, com a finalidade de formar o estudante como um indivíduo que além de se preocupar

com a vida dos cidadãos, se importa com as consequências que o avanço científico e tecnológico pode causar na vida de toda comunidade. O Ensino embasado em questões CTS, fornece instrução científica e tecnológica, além de estimular a conscientização para tomada de decisão, capacita os estudantes a lidarem com as modernizações oriundas dos avanços vigentes, os quais modificam o modo de viver das pessoas em sua totalidade. Uma educação que discute de forma crítica a evolução científica e tecnológica, fazendo uso dos parâmetros da abordagem CTS, deve ser utilizada tanto em sala de aula como nos debates de temas socioambientais que ocorrem na sociedade, uma educação fundamentada nas implicações políticas e sociais (Santos; Galletti, 2023).

Santos e Mortimer (2002) descrevem alguns passos necessários para desenvolver uma abordagem CTS proveitosa para o Ensino de Química, que além de ensinar conteúdos científicos vinculados à química, possibilita a formação de um cidadão crítico a partir da discussão de um tema social. Esses autores sugerem cinco passos:

- (1) introdução de um problema social; (2) análise da tecnologia relacionada ao tema social; (3) estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; (4) estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado e (5) discussão da questão social original (Santos; Mortimer, 2002, p. 121).

Como professores, consideramos que a implementação de sequências didáticas é uma maneira eficaz de desenvolver a abordagem CTS no ensino de química para promover a educação científica. As sequências didáticas devem ser elaboradas de acordo com o estudo em questão (Santos; Galletti, 2023).

O desenvolvimento de uma SD a partir de um tema propicia um maior engajamento dos alunos na realização das atividades, possibilitando o uso de recursos como vídeo, revistas, imagens, publicações, entre outros meios de informação produzidos por terceiros. Essas estratégias contribuem para desenvolvimento do conteúdo necessário para compreensão e debate do tema proposto, auxiliando na aprendizagem dos estudantes.

O conhecimento prévio que o educando possui acerca do tema da SD deve ser considerado, e o levantamento desses conhecimentos pode ser feito por

meio de discussões a respeito de problemas socioambientais vinculados ao tema. O levantamento dos conhecimentos prévios pode ser feito de forma individual ou em pequenos grupos, e esses dados devem ser analisados e considerados no planejamento das atividades da SD para atingir objetivos específicos da abordagem CTS (Macêdo, *et al.*, 2021).

Para obter resultados promissores na aplicação da SD, é necessário primeiramente que o educador tenha domínio do conteúdo que se propõe a ensinar. Alguns profissionais criticam o uso de SD por considerá-la somente como uma metodologia, cuja aplicação não possui relevância; no entanto quando as etapas da SD são bem elaboradas possibilitam que o conteúdo seja explorado de forma contextualizada, produzindo excelentes contribuições para o processo de ensino e aprendizagem (Santo; Prudêncio, 2020). Podem surgir diversas dúvidas ao trazer à tona uma situação problema, o educador tem que vir bem-preparado a partir de um planejamento adequado que ocasionará bons frutos.

O desenvolvimento de uma SD, elaborada em uma abordagem CTS, nas aulas de química contribui para aprendizagem de conteúdos e para o entendimento de alunos e professores sobre o ensino CTS, visto que duas aulas semanais para a disciplina, quando desenvolvidas de forma tradicional, não são suficientes para obter uma evolução significativa na aprendizagem (Silva; Marcondes, 2015).

4. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Ao discutir sobre sequências didáticas seguimos as orientações propostas por Zabala (1998) em seu livro “A prática educativa: Como ensinar”. Zabala cita etapas que o professor precisa seguir para proporcionar aprendizagem aos estudantes; o professor elabora um conjunto de atividades para alcançar o objetivo de transmitir o conteúdo que foi selecionado para uma unidade didática.

Em relação ao desenvolvimento de conteúdos descritos por Zabala (1998) destacamos os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Conteúdos Conceituais – São componentes da construção do pensamento, é por meio deles que as pessoas aprendem a distinguir o que é real do que não existe, é um processo de questionamento que leva as pessoas a descobrirem infinitas possibilidades. Os conteúdos conceituais são a base, os princípios do aprendizado, partem do pressuposto que os educandos detenham certas informações necessárias para facilitar o aprendizado de novos conteúdos.

Conteúdos Procedimentais – Exigem conhecimento e habilidades para sua realização, podem ser adquiridos através de treinamento até seu aprimoramento, são a junção de procedimentos elaborados para chegar em um resultado. Procedimentos que têm que treinar por diversas vezes até fixar no pensamento e chegar ao entendimento total do assunto em questão.

Conteúdos Atitudinais – As pessoas agem conforme os valores e tradições que aprendem durante a vida, no âmbito escolar esses termos vão sendo trabalhados e reforçados, mesmo que de forma singela, os alunos sempre estão fazendo trabalhos em grupo, ajudando ou aprendendo com um colega, aceitando atitudes que possa discordar para melhorar o convívio e ser aceito, aprendendo a respeitar uns aos outros. Através da convivência, os educandos evoluem se tornando pensantes fazendo suas próprias escolhas e entendem que seus atos podem fazer diferença, impactando o meio em que vivem.

Para elaboração de uma sequência didática deve-se observar como as atividades se articulam para determinar a especificidade da SD. Deve-se estruturar uma sequência que contemple os conteúdos descritos, levando em consideração o que for ser realizado, pois a SD está ligada diretamente ao conteúdo buscando a aprendizagem e avaliação dos educandos, focando

diretamente nos objetivos estipulados no planejamento do educador (Zabala, 1998).

Zabala (1998) apresenta quatro exemplos diferentes de unidades de intervenção didática ou sequências didáticas. Todos os exemplos possuem em comum: apresentação, desenvolvimento, finalização e avaliação final. No Quadro 4 apresentamos as atividades constituintes de cada uma das unidades de intervenção didática, exemplificadas por Zabala (1998).

Quadro 4 – Atividades das unidades de intervenção didática

Unidade 1	Unidade 2
1. Comunicação da lição 2. Estudo invisual 3. Repetição do conteúdo aprendido 4. Prova ou exame 5. Avaliação	1. Apresentação situação problemática 2. Busca de soluções 3. Exposição do conceito e algoritmo 4. Generalização 5. Aplicação 6. Exercitação 7. Prova ou exame 8. Avaliação
Unidade 3	Unidade 4
1. Apresentação situação problemática 2. Diálogo professores/ alunos 3. Comparação pontos de vista 4. Conclusões 5. Generalização 6. Exercícios de memorização 7. Prova ou exame 8. Avaliação	1. Apresentação situação problemática 2. Problemas ou questões 3. Respostas intuitivas ou suposições 4. Fontes de informação 5. Busca de informação 6. Elaboração de conclusões 7. Generalização 8. Exercícios de memorização 9. Prova ou exame 10. Avaliação

Fonte: Adaptado de Zabala (1998, p. 56-58).

Para a elaboração da SD apresentada neste produto educacional utilizamos como apoio o 4º exemplo (unidade 4), por considerá-lo mais complexo e propício para promover a autonomia dos estudantes e para debater o tema da SD, reciclagem de polímeros, por meio de uma abordagem CTS. Segundo Zabala, praticamente todas as atividades da unidade 4 possibilitam o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA: RECICLAGEM DE POLÍMEROS

A sequência didática com o tema reciclagem de polímeros foi elaborada com base nos pressupostos teóricos/metodológicos de Zabala (1998). A SD compreende oito etapas que podem ser realizadas durante 12 aulas de 45 minutos. No Quadro 5 apresentamos os objetivos das etapas da SD.

Quadro 5 - Etapas da SD

Etapas	Aulas	Objetivos
I - Questionário Inicial	1	Levantar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema da SD.
II – Apresentação do problema.	2	Debater com os alunos o problema do descarte inadequado de resíduos no ambiente e os impactos desses resíduos no solo, rios e oceanos.
III - Aula Expositiva e Dialogada	3 - 5	Discutir conceitos básicos de química orgânica para compreensão do tema reciclagem de polímeros
IV – Aula Experimental	6 - 7	Realizar experimentos para abordar conhecimentos do processo de polimerização e formas de obtenção de bioplásticos.
V - Questionário sobre a prática	8	Testar o conhecimento dos alunos sobre: propriedades dos compostos orgânicos, interações intermoleculares e polimerização.
VI – Debate	9	Apresentar e debater o conteúdo de vídeos sobre a problemática dos plásticos descartados no meio ambiente.
VII – Realização de Oficinas	10 - 11	Desenvolver com os alunos oficinas para reaproveitamento de garrafas PET para preparação de artesanatos e para construção de modelos moleculares para o ensino de química orgânica.
VIII – Questionário Final	12	Avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos durante a SD.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Descrição das Etapas da SD

Etapa I – Questionário Inicial

Nesta etapa sugerimos que o professor faça um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema e, a partir desses dados, o professor poderá fazer alterações na SD que julgar necessárias conforme as características da turma.

No Quadro 6 sugerimos um questionário inicial (prévio) que aborda além de conhecimentos químicos sobre polímeros, alguns problemas ambientais decorrentes do descarte inadequado do plástico no meio ambiente.

Quadro 6: Questionário Inicial

1. Qual a importância dos plásticos no seu dia a dia? Exemplifique.
2. De que material são feitos os plásticos?
3. Que conceitos da química você relaciona com a produção de plásticos.
4. Escreva o que você sabe sobre polímeros?
5. Indique o tempo que demora para que o plástico seja decomposto na natureza:
() de 6 meses a 1 ano () de 1 a 5 anos () 10 a 50 anos
() 50 a 100 anos () acima de 400 anos
6. De um modo geral, indique o tempo que demora para que os produtos feitos de plásticos se decomponham por completo na natureza?
7. Quais são os impactos causados ao meio ambiente pelo uso exagerado do plástico?
8. O que é reciclagem?
9. Como os plásticos podem ser reciclados?
10. Na sua casa a sua família separa os lixos orgânicos do recicláveis:
() sempre () nunca () de vez em quando.
11. O que é coleta seletiva?
12. A cor da lixeira para coleta de plásticos é:
() azul () vermelho () amarelo () verde
13. Quais as diferenças entre reciclar, reutilizar e reaproveitar?
14. Existe alguma desvantagem no uso exagerado no consumo dos plásticos?
15. Expresse sua opinião comentando a respeito da seguinte frase: “os plásticos são vilões modernos do meio ambiente”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Etapa II – Apresentação do problema

Nesta etapa destina-se a apresentação de um problema ambiental relacionado ao descarte inadequado de plásticos no ambiente. O professor pode iniciar a aula com uma ou mais perguntas relacionadas ao problema ou ainda apresentar uma imagem para sensibilização da turma. Nesse momento o professor pode organizar a discussão na forma de uma roda de conversa.

Sugestões de perguntas:

- (i) Para onde vão parar os plásticos que despejamos nos lixos?
- (ii) Quais são os impactos do descarte inadequado de resíduos plásticos no ambiente?
- (iii) O que sabemos sobre reciclagem?

Na Figura 4 é apresentada a imagem de uma nova espécie encontrada nos oceanos. Este animal continha plástico em seu organismo, e por isso recebeu o nome de “*Eurythenes plasticus*”, e mesmo vivendo nas profundezas da Fossa das Marianas foi afetado pelo descarte de plásticos nos oceanos. Nesse momento, o professor poderá utilizar a imagem para conscientizar os alunos sobre o efeito da ação humana na natureza, explorando diversos assuntos relacionados, tais como: a importância da proteção dos mares e oceanos para preservação da vida marinha, a extensão da poluição dos plásticos nos oceanos; medidas para controle do descarte de plásticos, dentre outros.

Figura 4: *Eurythenes plasticus*.



Fonte: BBC, (2024)

Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-51827157>

Etapa III – Aula Expositiva e Dialogada

Esta etapa corresponde a aula expositiva e dialogada, em que o professor aborda fundamentos da química orgânica necessários para introdução do tema reciclagem de polímeros. Nesta etapa sugerimos a abordagem dos seguintes

conteúdos: cadeias carbônicas, funções orgânicas, reações de polimerização, estruturas e propriedades de alguns polímeros e reciclagem dos polímeros. A abordagem desses conteúdos em sala de aula, considerando aspectos socioambientais, contribui para que o aluno compreenda o tema reciclagem de polímeros e sua relevância. Nessas aulas o professor pode explorar aspectos das inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade vinculadas ao tema reciclagem de polímeros, contribuindo para contextualização e aproximação da química com o cotidiano dos alunos.

Etapa IV – Aula Experimental

Estas aulas estão previstas para realização de experimentos relacionados ao tema polímeros. A experimentação no Ensino de Química contribui para aprendizagem, fomentando a compreensão de conceitos teóricos, que ao serem observados na prática permitem a associação com a realidade dos alunos. Um ensino coerente com a realidade do estudante desperta o interesse e motiva a sua participação em aula, possibilitando ampliar o conhecimento sobre temas importantes da sociedade.

A utilização de atividades práticas é uma estratégia eficaz para o ensino de química, por meio uso de habilidades e conceitos procedimentais o aluno aprende novos conceitos químicos; no entanto, o êxito destas atividades depende do comprometimento voluntário dos estudantes na execução dos experimentos para promoção do conhecimento científico. A realização de experimentos desperta a curiosidade e interesse dos alunos, incentiva o trabalho em grupo e desenvolve a criatividade. Quando associados com debates de temas socioambientais possibilitam explorar aspectos da CTS, contribuindo para despertar a consciência ambiental e com isso formar cidadãos conscientes das consequências de suas ações. (Santos; Menezes, 2020).

Sugerimos a realização de dois experimentos que podem ser desenvolvidos em sala de aula com os devidos cuidados, utilizando materiais e reagentes de baixo custo.

Experimento I: Polimerização

O objetivo desse experimento é discutir sobre processos de polimerização utilizando materiais do cotidiano (cola lavável, anila e bórax). No Quadro 07 apresentamos o procedimento para realização desse experimento, realizado com base no trabalho de Campos *et al.* (2012).

Quadro 07: Procedimento do Experimento 1

Experimento 1 - Polimerização
Objetivo: O objetivo deste trabalho é gerar debates sobre o lixo a partir de preparação de um polímero. Número de aulas: 1 Materiais e reagentes: béqueres de 250 mL; bastão de vidro; proveta de 50 mL; cola branca (PVA); bórax; água e anilina (corante). Etapas do Procedimento: 1. Adicionar em um béquer cerca de 50 mL de cola branca e 50 mL de água. Agitar bem com um bastão de vidro até que a mistura fique homogênea. Em seguida adicionar 4 gotas do corante e agitar novamente até que a mistura obtenha uma coloração uniforme. 2. Em um segundo béquer adicionar 50 mL de água e 4 g de bórax (equivalente a uma colher de sobremesa rasa). Misturar até a completa dissolução do bórax. 3. Adicionar a mistura de bórax no béquer que contém a cola. Misture bem com bastão de vidro e observe. Análise: Esta prática tem um enfoque investigativo, uma vez que o envolvimento do aluno se traduz na obtenção do produto final da sua experiência. É uma ótima oportunidade para mostrar o processo de polimerização, que é a reação de formação de um polímero. A matéria-prima usada nesta produção são os monômeros, assim chamados por representarem apenas uma (mono) parte da estrutura final, o polímero. As cadeias de polímeros que formam a cola branca (poli acetato de vinila - PVA) podem deslizar umas sobre as outras, conferindo certa viscosidade à cola graças ao solvente a base de água que possui. Com a evaporação deste solvente essas cadeias se aproximam, gerando uma estrutura rígida que pode ser aumentada adicionando os chamados ligantes cruzados. Essas substâncias ligam às diversas cadeias de polímeros, impedindo que deslizem uma sobre as outras. Essa é a função do bórax utilizado nesta experiência, agir como um ligante cruzado dos polímeros do PVA encontrados na cola branca.

Fonte: Campos *et al.* (2012, p. 152 e 154)

Experimento II: Bioplástico

O objetivo desse experimento é discutir sobre bioplásticos a partir de um polímero natural obtido do amido de batata. No Quadro 08 apresentamos o procedimento para realização desse experimento.

Quadro 08: Procedimento do Experimento II

Experimento II – Polímero Biodegradável

Objetivo: O objetivo deste trabalho é produzir um polímero biodegradável a partir do amido de batata.

Número de aulas: 1

Materiais e reagentes: 4 batatas-inglesas; 4 colheres de sopa de vinagre; 4 colheres de sopa de glicerina; água; liquidificador; coador de pano ou papel de filtro; funil; recipiente grande e transparente; panela; forno elétrico; corante alimentício da cor de sua preferência; 1 forma retangular de assar bolo; espátula.

Etapas do Procedimento:

- 1- Corte 4 batatas-inglesas.
- 2- Bata no liquidificador com um pouco de água.
- 3- Filtre e acrescente um pouco mais de água.
- 4- Deixe em repouso.
- 5- Depois de um tempo, você verá a formação do amido de batata, um precipitado branco no fundo do recipiente.
- 6- Separe o líquido marrom e deixe somente o precipitado.
- 7- Retire duas colheres de sopa desse amido de batata e coloque em uma panela.
- 8- Acrescente um copo de água, quatro colheres de vinagre, quatro colheres de glicerina e gotas do corante.
- 9- Leve ao fogo, mexendo sempre e pare quando formar uma espécie de “geleca”.
- 10- Coloque em uma superfície lisa e plana, para isso utilize uma forma retangular de assar bolo e deixe secar por alguns dias.
- 11- Você verá a formação de um plástico biodegradável que pode ser retirado com o auxílio de uma espátula e que pode ser usado como adesivo, sendo possível fazer desenhos nele.

Fonte: Vasilich (2017).

Disponível em: <http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/fci/fciiv/paper/viewFile/8693/4330>

Etapa V – Questionário sobre a prática

Nesta aula, o professor pode retomar a discussão dos resultados dos experimentos. A discussão/compreensão dos experimentos pode ser feita inicialmente na forma individualizada por meio de um questionário, para em seguida, ser feita de forma coletiva. No questionário o professor pode elaborar questões que abordam os seguintes conteúdos teóricos: reação de polimerização; propriedades de polímeros; aspectos positivos e negativos relacionados ao uso de plásticos, tipos de plásticos sintéticos e plásticos biodegradáveis. No quadro 9 sugerimos a aplicação de sete questões que podem ser adaptadas de acordo com o contexto das aulas do professor.

Quadro 9: Questões relacionadas aos experimentos

- 1.O que você observou nos experimentos?
- 2.Explique a Polimerização.
- 3.Cite algumas propriedades dos plásticos.
- 4.Fale sobre as vantagens e desvantagens da utilização dos plásticos.
- 5.Proponha uma atividade para minimizar os impactos causados ao meio ambiente devido ao uso desenfreado dos plásticos e o seu descarte inadequado.
- 6.Quais os tipos de plásticos mais utilizados atualmente?
- 7.O que são plásticos biodegradáveis?

Fonte: Campos *et al.* (2012, p. 154).

Etapa VI - Debate

Nesta etapa, a turma participará de um debate mais amplo sobre o problema e, para fomentar o debate, sugerimos que o professor faça a projeção de vídeos relacionados aos problemas ambientais decorrentes do descarte de plásticos no ambiente. Sugerimos os vídeos da websérie “Mares Limpos” do programa Menos 1 Lixo e ONU meio ambiente. Esta série é dividida em 10 episódios de aproximadamente 10 minutos cada, sendo: #01 Estamos criando um oceano de plástico?; #02 De onde vem tanto lixo?; #03 Dá para viver uma vida lixo zero?; #04 Sobrevivemos com um oceano de micro plásticos?; #05 Tecnologias para salvar o oceano; #06 Um olhar para dentro de casa – Brasil; #07 Rios para o mar; #08 Quem paga essa conta?; #09 Pensando novas economias?; #10 O amor e o poder do indivíduo.

Os vídeos estão disponíveis na plataforma digital YouTube¹ e no site “MenosUmLixo”². Os criadores do projeto trazem dados alarmantes sobre a produção em excesso dos produtos feitos de plástico. O projeto Mares Limpos, tem por objetivo mobilizar governos, ativistas, empresas e a sociedade civil para fortalecer a conscientização da necessidade de reduzir drasticamente os plásticos descartáveis.

¹ <https://www.youtube.com/playlist?list=PLc41AE-JKjqZ0UUAOnvN6m0eExUEy27i>

² <https://www.menos1lixo.com.br/mares-limpos>

Etapa VII – Realização de Oficinas

Nessa etapa os alunos poderão participar de oficinas relacionadas a reciclagem e reutilização de plásticos. Sugerimos duas oficinas, uma para aprender alguns tipos de artesanato feitos de garrafas PET e outra oficina para construção de modelos moleculares para compreensão das estruturas de compostos orgânicos utilizando as garrafas plásticas.

Ressaltamos que a oficina é uma atividade prática para construção do conhecimento, por meio de ações que possibilitam ao aluno aprender através do contato com os materiais utilizados, criando experiências que deem significados ao aprendizado, motivando o interesse pelo assunto abordado, impulsionados pelos pensamentos e emoções adquiridos por meio da relação com a oficina (Souza, 2016).

Oficina I: Artesanato com garrafas PET.

Para os artesanatos desenvolvidos na oficina I consultamos o site “CicloVivo”, o qual apresenta dez ideias para utilização de garrafas PET na confecção de materiais que auxiliem no reaproveitamento (Ciclovivo, 2024).

A partir de garrafas PET podem ser confeccionados diversos artesanatos, tais como brinquedos, copos, vasos, luminárias, blocos etc. Nesta oficina foram desenvolvidos vasos, porta-lápis e três brinquedos (“vai e vem”, bilboquê e “porquinho moedeiro”). Para confecção foram utilizadas garrafas PET, tesoura sem ponta, durex, pistola de cola quente, barbante e papel colorido.

Para confecção de porta-lápis podem ser utilizadas garrafas de tamanhos diferentes, uma será o corpo principal e outras três para retirada das pontas. Primeiramente faça a limpeza das garrafas e logo após faça dois cortes separando a parte inferior e a superior, junte-as para ficar de tamanho adequado para que os lápis fiquem com uma parte para fora do bocal da garrafa. Em seguida, corte as pontas de outras três garrafas, faça furos nas laterais superiores do tanho das pontas e cole com a cola quente, após enfeite como quiser. Para preparação dos vasos corte as garrafas do tanho desejado e cole no fundo papel colorido com a cola quente ou faça tiras nas laterais da garrafa, dobre-as para baixo colando com a cola quente, faça enfeites ao seu gosto.

Nas Figuras 5 e 6 trazemos uma imagem dos artesanatos desenvolvidos com nossos alunos.

Figura 5: Fotos de vasos/suportes confeccionados pelos alunos.



Fonte: Acervo da pesquisa

Figura 6: Fotos de porta-lápis confeccionados pelos alunos.



Fonte: Acervo da pesquisa

Na Figura 7 apresentamos imagens dos brinquedos (“vai e vem”, bilboquê e o “porquinho moedeiro”) feitos pelos nossos alunos. Para o “vai e vem” utilizamos a parte frontal de duas garrafas PET, cortadas e emendadas com cola quente ou com durex e dois barbantes com três metros cada um. Passe os barbantes por dentro das garrafas, corte quatro tiras de alguma garrafa e amarre nas pontas dos barbantes para servir de puxador e divirta-se. Para o bilboquê, corte a ponta de uma garrafa, amarre um pedaço de barbante na ponta do bico e a outra extremidade do barbante em uma tampa da garrafa, o brinquedo está pronto. Para fazer o “porquinho moedeiro” é possível diminuir o tamanho da garrafa PET cortando-a e fazendo a emenda, ou utilizar a garrafa inteira; use quatro tampas para fazer os pés, com as folhas de papel colorido para fazer os

olhos, orelha, nariz e os enfeites do corpo do porquinho, faça um corte (uma fenda) na parte de cima para entrada das moedas e assim estará pronto o “porquinho moedeiro”

Figura 7: Brinquedos desenvolvidos com os alunos



Fonte: Acervo da pesquisa

Oficina II: Construção de modelos moleculares

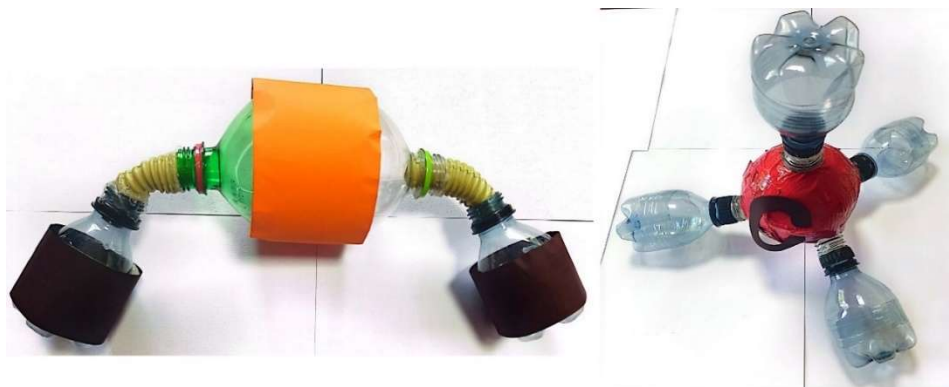
Na oficina II foram confeccionados modelos moleculares para representar geometrias das moléculas, monômeros e cadeias poliméricas, com o objetivo de facilitar o entendimento dos alunos sobre estruturas químicas. Para confecção foram utilizadas garrafas PET de tamanhos diferenciados, cola quente, tesoura, fita colorida, conduíte e papel colorido.

Para realizar esta oficina utilizamos como apoio o trabalho de Chagas et al. (2016). Corte a parte superior das garrafas, junte a quantidade de pontas conforme o número de ligações que o átomo faz, faça cortes nas garrafas para encaixar uma dentro das outras, deixando as pontas distantes uma das outras conforme a geometria da molécula desejada, junte as partes utilizando cola quente e fita adesiva. Para representar átomos de menor massa molar utilize garrafas menores, corte-as para diminuir o tamanho e cole-as, junte as garrafas uma as outras de modo que represente as unidades de menor massa molar; cole

utilizando as tampas nos bicos da garrafa ou utilize o conduíte para representar as ligações, enfeite com papel colorido ou pinte da cor desejada.

Na Figura 8 são apresentados modelos moleculares para representar a molécula da água e a do metano.

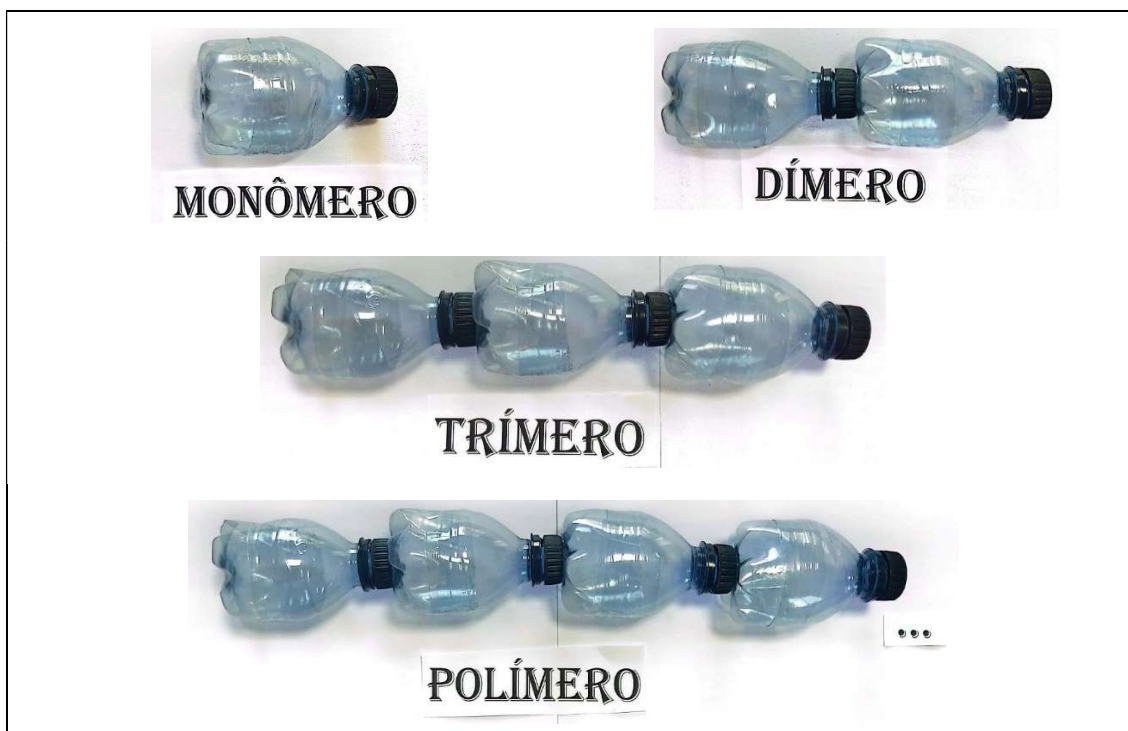
Figura 8: Modelo molecular de garrafas PET para representação de moléculas



Fonte: Acervo da pesquisa

Na Figura 9 para exemplificar a polimerização, são apresentados modelos que representam desde o monômero até a formação de um polímero.

Figura 9: Modelo molecular de garrafas PET para polimerização



Fonte: Acervo da pesquisa

Etapa VIII – Questionário Final

Nesta etapa final da SD, sugerimos que o professor aplique um questionário a fim de avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos durante a SD. Para compor o questionário sugerimos que algumas questões do questionário inicial sejam utilizadas, e que este instrumento contemple ainda questões relacionadas a impactos ambientais causados pelo uso exagerado de plásticos e a possíveis soluções para o descarte inadequado desses materiais. No Quadro 11 apresentamos sugestões de perguntas para o questionário final.

Quadro 10: O questionário Final

1. De que material são feitos os plásticos?
2. O que são polímeros?
3. O que são polímeros termoplásticos e polímeros termorrígidos?
4. Quais são os impactos causados ao meio ambiente pelo uso exagerado do plástico?
5. Quais são as soluções para reduzir o uso exagerado do plástico?
6. Entre um canudo feito de plástico biodegradável e um canudo feito de plástico comum, qual deles você usaria para tomar um refrigerante? Por quê?
7. Qual a sua opinião sobre o uso de produtos feitos a partir dos plásticos?
8. Considere a produção e descarte do plástico. Descreva, como a ciência e a tecnologia são utilizadas e qual impacto na sociedade e no meio ambiente durante esses processos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

As respostas dos dois questionários (inicial e final) poderão ser comparadas, e essa análise possibilitará ao professor, além de avaliar o conhecimento adquirido pelos alunos na SD, avaliar possíveis mudanças no pensamento do aluno relacionadas aos problemas ambientais decorrentes do descarte de plásticos no ambiente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A SD

Trazemos nesta seção algumas considerações após o desenvolvimento desta SD com uma turma de nossos alunos.

Os resultados obtidos com a aplicação da SD indicam que a abordagem CTS corrobora para que os alunos construam conceitos a partir do debate de um tema socioambiental, e sinalizam que o desenvolvimento do conhecimento científico por meio desta abordagem em sala de aula traz resultados inovadores. Esses resultados também contribuem para reflexão da nossa prática docente e para nossa formação em serviço, incentivando-nos a leitura de referenciais teóricos da abordagem CTS que possibilitam ampliar nossos conhecimentos e atuar como professores críticos e reflexivos. A mudança e a flexibilização da concepção que temos sobre o processo de ensino e aprendizagem, muitas vezes desafiadoras, podem ser promovidas a partir de novas práticas de ensino, como a abordagem CTS.

Em relação às inter-relações CTS, a partir da SD, os alunos perceberam a importância da Ciência para o desenvolvimento da Tecnologia para melhoria da qualidade de vida das pessoas e da proteção ambiental, trazendo benefícios para a Sociedade. Os alunos também compreenderam como decisões de cada um dos elementos da tríade CTS afeta os demais, como por exemplo, a influência da Sociedade no desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia.

Ao comparar as respostas dos questionários inicial e final, percebemos que os alunos aprenderam novos conceitos, além de adquirir sensibilidade e percepção sobre a importância da reciclagem para preservação do meio ambiente e de toda vida no planeta. Evidenciamos que a análise dos questionários aplicados e das produções dos estudantes durante realização das atividades da SD nos proporcionou verificar nos estudantes o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Destacamos que o desenvolvimento desta SD despertou o interesse dos demais professores da nossa escola pelo tema abordado nas aulas de química, que se que engajaram na realização de um projeto interdisciplinar na escola. Essa integração entre os professores contribuiu para o planejamento e realização de uma Feira de Ciências na perspectiva da abordagem CTSA.

Como principais potencialidades desta SD para o Ensino de Química, destacamos: a interdisciplinaridade; maior interesse e engajamento dos alunos; promoção de debates sobre problemas socioambientais; desenvolvimento cognitivo e aprendizagem de conceitos químicos; trabalho em equipe; educação ambiental; contribuições para formação de cidadãos críticos.

Em relação às etapas da SD, a critério do(a) professor(a), mudanças podem ser feitas para adaptar as atividades de acordo com as características de seus alunos e o contexto de suas aulas.

Por fim, esperamos que esta SD traga reflexões para a prática docente do(a) professor(a), e que a abordagem CTS seja cada vez mais considerada na elaboração de aulas e materiais instrucionais para o Ensino de Química, contribuindo de forma significativa para as aulas de professores de química do Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

BBC NEWS BRASIL. **A espécie descoberta na região mais profunda do oceano – e que já tem plástico no organismo.** BBC, 2024. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-51827157>. Acesso em: 13 set. 2024.

CAMPOS, Aparecida; SCHIAVO, Degiane Figueredo Miotto; REIS, Eduardo da Silva Cardoso; PERINI, Érica Rezende; PASSABÃO, Renata Almeida Souza; CASSANI, Jorge Eduardo Martins. Debates sobre o lixo a partir da prática de preparação de um polímero. In: LEITE, Sidnei Quezada Meireles (Org). **Práticas experimentais investigativas em ensino de ciências: caderno de experimentos de física, química e biologia – espaços de educação não formal – reflexões sobre o ensino de ciências.** Vitória- ES, IFES- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, p. 152-154, 26 mar. 2012. Disponível em: https://educimat.ifes.edu.br/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/Livros/Ifes_Livro-Praticas-Experimentais-_2012.pdf. Acesso em: 10 ago. 2024.

CHAGAS, Raimunda das; SOUZA, Theyffeson Valdileia Soares de; SOUZA, Nildelane Viana de; CASSEMIRO, Amâncio; OLIVEIRA, Thyanie Pessoa; SANTOS, Miller Oliveira dos; LOURENÇO, Francielly Alves; SANTOS, Elane de Sousa; OLIVEIRA, Josimara C. Carvalho; OLIVEIRA, André C. JUJUBAS E PET'S: ABORDAGEM DIFERENCIADA EM GEOMETRIA MOLECULAR NO ENSINO MÉDIO. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 91–96, 2016. DOI: <https://doi.org/10.24979/245>. Disponível em: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/245>. Acesso em: 6 ago. 2024.

CICLOVIVO. **10 maneiras de reutilizar garrafas PET.** CicloVivo - #PorUmMundoMelhor. 2024. Disponível em: https://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/faca-voce-mesmo/10_maneiras_de_reutilizar_garrafas_pet/. Acesso em: 05 ago. 2024.

ECYCLE. **Conheça os tipos de plástico existentes.** In: eCycle. 2024. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/tipos-de-plasticos/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

FERNANDES, Fabiano André Narciso; LONA, Liliane Maria Ferrareso. **Introdução à modelagem de sistemas de polimerização.** São Carlos, SP. Editora Booklink, 2004. Disponível em: file:///C:/Users/thiag/Downloads/Pol%C3%ADmeros_Livro.pdf. Acesso em: 21 ago. 2024.

HOPEWELL, Jefferson; DVORAK, Robert; KOSIOR, Edward. Plastics recycling: challenges and opportunities. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**. [S. l.], vol. 364, Issue 1526. 27 July 2009. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0311>. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2008.0311>. Acesso em: 24 jul. 2024.

JONES, Frances. **A promessa dos bioplásticos**. Revista Pesquisa – FAPESP. Ed. 290, 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-promessa-dos-bioplasticos/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

LANDIM, Ana Paula Miguel; BERNADO, Cristiany Oliveira; MARTINS, Inayara Beatriz Araujo; FRANCISCO, Michele Rodrigues; SANTOS, Monique Barreto; MELO, Nathália Ramos de. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil. v.26, número especial, p.82-92, 19 jan. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-1428.1897>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/Mnh695j5cVys99xsSSx54WM/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 24 jul. 2024.

MACÊDO, Luiz Carlos Aires de; NEVES, Marcos César Danhoni; NUNES, Albino Oliveira; TAVEIRA, Débora Amaral. O ENSINO DE CIÊNCIAS, A ABORDAGEM CTS E A COMPLEXIDADE: DESAFIOS E POSSIBILIDADES. **REVISTA EA – Educação Ambiental em Ação**. Paraná, n. 74, 05 abril 2021. Disponível em: <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=4115>. Acesso em: 05 nov. 2024.

MARES LIMPOS. ASSISTA À: WEBSÉRIE COMPLETA. MENOSUMLIXO, 2024. Disponível em: <https://www.menoslixo.com.br/mares-limpos>. Acesso em: 24 jul. 2024.

PIATTI, Tania Maria; RODRIGUES, Reinaldo Augusto Ferreira. Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais. **Série: conversando sobre Ciências em Alagoas**. EdUFAL, Maceió/AL, 2005. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://usinaciencia.ufal.br/multimidia/livros-digitais-cadernos-tematicos/plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf&ved=2ahUKEwjw0rahfSFAXWyqpUCHdcBAi4QFnoECBAQAQ&usg=AOvVaw0M9NGbtdek3dTCKywx_a31. Acesso em: 24 jul. 2024.

Reciclagem: os tipos de plásticos – Números de identificação e seu uso. H2OJe, 2024. Disponível em: <https://www.h2oje.com/2019/06/24/reciclagem-os-tipos-de-plasticos-numeros-de-identificacao-e-seu-uso/>. Acesso em: 23 jul. 2024.

SANTOS, Dayane Ferreira; PRUDÊNCIO, Christiana Andrea Vianna. O USO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO SOBRE MICRORGANISMOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA EM PERIÓDICOS E EVENTOS NACIONAIS. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 577–600, 2020. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p577. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/2160>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SANTOS, Rodrigues dos; MENEZES, Almeida de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **REVISTA ELETRÔNICA PESQUISEDUCA**, [S. l.], v. 12, n. 26, p. 180–207, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/940>. Acesso em: 3 ago. 2024.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia –

Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.02, n.02, p.110-132, dezembro, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfp5jqRL/?lang=pt>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3ª ed. Unijuí, 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. FUNÇÃO SOCIAL: O que significa ensino de química para formar o cidadão? Química e Cidadania: Pesquisa no Ensino de Química, **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, [S. l.], ed. 4, NOVEMBRO 1996. Disponível: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiFy87p8qyAAxVkqpUCHZmNDRYQFnoECBsQAQ&url=http%3A%2F%2Fqnesc.sbq.org.br%2Fonline%2Fqnesc04%2Fpesquisa.pdf&usg=AOvVaw1CVituLc9UqE7yfm1CrVfs&opi=89978449>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SANTOS, William Rossani dos; GALLETTI, Rebeca Chiacchio Azevedo Fernandes. História do Ensino de Ciências no Brasil: Do Período Colonial aos Dias Atuais. **RBPEC. Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**. [S. l.], p. e39233, 1–36, 26 maio 2023. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2023u355390. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/39233>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SCARPATI, Rayane Julio da Silva. Produção de celulose e fabricação de papel: uma intervenção pedagógica com enfoque CTS/CTSA. **Ed. Vitória: Edifes**. Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vitória. Vitória/ES, p. 58, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/3593>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SILVA, Erivanildo Lopes da; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciências e Educação**. Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320150010005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/dCKvJDvkMKH4HQZTTvRG6gQ/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SIQUEIRA, Gisele Carvalho; RIBEIRO, Silvia Andreia Fernandes; FREITAS, Carlos Cezar Garcia; SOVIERZOSKI, Hilda Helena; LUCAS, Lucken Bueno. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **RTS - Revista Tecnologia e Sociedade**. Curitiba, v. 17, n. 48, p. 16-34, jul./set 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14128>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SOUZA, Valdeci Alexandre de. Oficinas pedagógicas como estratégia de ensino: uma visão dos futuros professores de ciências naturais. **Faculdade UnB Planaltina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) - Universidade de Brasília, Planaltina - DF. Jun. 2016. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/14170>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SPINACÉ, Márcia Aparecida da Silva; PAOLI, Marco Aurelio de. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Química Nova**, v. 28, n.1. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, 24 fev. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000100014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/bTLkNHWGnpsj4SWWjgLB49L/#>. Acesso em: 24 jul. 2024.

VASILICH, Alexandra Machado. Produção de bioplástico a partir do amido da batata. **Portal de Eventos**. IV Mostra Das Ciências e Inovação (Canoas) - RS, 2017. Disponível em: <http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/fci/fciiv/paper/viewFile/8693/4330>. Acesso em: 21 ago. 2024.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.