

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Instituto de Ciências Exatas

Departamento de Química

Lucas Rocha de Melo

**Aquecimento global e suas consequências: uma sequência didática desenvolvida a partir
da abordagem CTS**

Belo Horizonte

2025

Lucas Rocha de Melo

Aquecimento global e suas consequências: uma sequência didática desenvolvida a partir da abordagem CTS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para o grau de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Roberta G. Corrêa

Belo horizonte

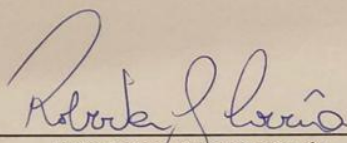
2025

UFMG

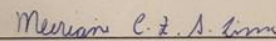
COLEGIADO DE QUÍMICA
Instituto de Ciências Exatas
Fone: (031) 3409-5799/6386
E-mail: colgradqui@icex.ufmg.br

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Química Licenciatura da Universidade Federal de Minas Gerais, do estudante Lucas Rocha de Melo, nº de registro 2019436722.

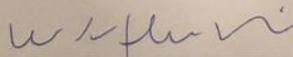
O Trabalho de Conclusão de Curso do estudante **Lucas Rocha de Melo**, intitulado **Aquecimento global e suas consequências: uma sequência didática desenvolvida a partir da abordagem CTS** foi avaliado e aprovado pela Banca Examinadora constituída pela Profa. Roberta Guimarães Corrêa (DQ - UFMG), orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso, Profa. Meiriane Cristina Faria Soares Lima (Coltec - UFMG) e Prof. Célio da Silveira Júnior (FaE - UFMG) no dia 02 de dezembro de 2025.



Profa. Roberta Guimarães Corrêa



Profa. Meiriane Cristina Faria Soares Lima



Prof. Célio da Silveira Júnior

Dario
Windmoller:404036
96020

Assinado de forma digital por
Dario Windmoller:40403696020
Dados: 2025.11.25 13:59:25
-03'00'

Prof. Dario Windmüller

Coordenador do Colegiado dos Cursos de Graduação em Química e Química Tecnológica
ICEx - UFMG

A Deus e a Dandara, razão do meu viver.

Agradecimentos

A Dra. Roberta Guimaraes Correa agradeço a orientação e suporte que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho acadêmico. Agradeço também a todos os professores da UFMG que participaram da minha trajetória no curso de Licenciatura em Química, contribuindo para minha formação diretamente.

Aos colegas de graduação agradeço pelas colaborações, discussões, vivências boas e ruins ao longo dos anos.

Agradeço especialmente à minha mãe pelo apoio incondicional e também a minha namorada Ana Luiza, mãe da minha filha pelo suporte diário e compreensão da dedicação sobre o curso.

Resumo

Este trabalho apresenta uma sequência didática elaborada a partir de pressupostos da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) para o ensino de química no Ensino Médio, tendo como tema central o aquecimento global. A proposta de sequência didática também busca atender aos desafios da educação científica contemporânea ao buscar a promoção da motivação autônoma de estudantes por meio da teoria da autodeterminação, com ênfase nas necessidades psicológicas básicas de autonomia, competência e pertencimento. A sequência didática proposta busca relacionar conteúdos químicos relevantes para compreensão do fenômeno do aquecimento global, conectando a ciência escolar aos problemas reais enfrentados pela sociedade. A sequência didática é composta por cinco aulas destinadas a turmas do segundo ano do Ensino Médio, e foi inspirada em experiências anteriores do autor durante os estágios curriculares obrigatórios. As aulas foram organizadas de forma a promover interações dialógicas e práticas experimentais simples, com materiais acessíveis, abordando desde conceitos químicos até implicações sociais e tecnológicas do tema. A sequência didática proposta busca favorecer o engajamento dos alunos nas aulas de química, desenvolvimento de pensamento crítico e compreensão dos conceitos relacionados ao efeito estufa e à emissão de gases como CO_2 e CH_4 . A prática experimental com bicarbonato de sódio e vinagre busca despertar a curiosidade, promover o protagonismo estudantil e aproximar a ciência do cotidiano dos alunos. Assim, a proposta da sequência didática tem o potencial para contribuir para construção de uma educação científica crítica e contextualizada, que possa favorecer a motivação dos alunos e fomentar o exercício da cidadania diante dos desafios ambientais contemporâneos. No entanto, embora a sequência didática proposta tenha sido pensada para ser uma proposta de ensino viável de ser desenvolvida em diferentes contextos escolares, seu efetivo uso depende da sensibilidade do professor e do perfil da turma, das condições materiais da escola e da capacidade de adaptação do docente ao contexto.

Palavras-chave: CTS. Aquecimento global. Motivação. Teoria da autodeterminação. Experiências.

Lista de abreviaturas

CH₄ - Gás metano

CO₂ - Gás carbônico

CRMG - Currículo referência de Minas Gerais

CTS - Ciência tecnologia sociedade

CTSA - Ciência tecnologia sociedade e ambiente

SD - Sequência Didática

Sumário

1. Introdução	8
2. Objetivos	11
3. Referenciais teóricos	12
4. Metodologia	17
5. Resultados	19
6. Considerações finais	30
7. Referências	31

1 INTRODUÇÃO

Começando pela década de 1960, currículos com ênfase em Ciência - Tecnologia - Sociedade (CTS) vêm sendo propostos e desenvolvidos em todo o mundo, com o objetivo de contribuir para a formação de estudantes para o exercício da cidadania, a partir da construção de uma compreensão ampla dos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade. A abordagem CTS ganhou força no Brasil com a incorporação de temas sociais nos currículos, como os problemas ambientais, a ética no desenvolvimento tecnológico e as implicações econômicas e políticas da ciência (Santos; Mortimer, 2002).

No ensino de Química, a abordagem CTS desafia a visão tradicionalmente fragmentada e tecnicista dos conteúdos. De acordo com Bouzon *et al.* (2018), os currículos de Química no Brasil ainda apresentam lacunas na implementação plena da perspectiva CTS, apesar de importantes iniciativas identificadas nos últimos anos. Para promover uma educação científica mais crítica, é fundamental relacionar os conceitos químicos a problemas reais e relevantes, como a poluição ambiental, o desperdício de recursos e a segurança alimentar (Bouzon *et al.*, 2018).

Segundo Akahoshi *et al.* (2018) a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) no ensino de ciências, vem sendo defendida a contribuir para o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes diante dos temas contemporâneos ajudando-os a compreender e propor soluções para problemas sociais e pessoais. A perspectiva CTSA valoriza a dimensão socioambiental e busca promover o pensamento crítico sobre tópicos sociocientíficos, que tem múltiplas dimensões e por isso, são de natureza complexa. Dentre os diferentes temas e questões, destacamos o aquecimento global.

O enfoque CTS e CTSA no ensino de Química representa uma oportunidade significativa para transformar a educação científica em um processo mais crítico e conectado com a realidade social. No entanto, para que essa transformação seja possível, é necessário superar desafios estruturais e promover uma formação docente que possibilite aos professores a construção de um ensino significativo e contextualizado, em uma sociedade cada vez mais influenciada pela ciência e pela tecnologia. Assim, é importante que os docentes estejam familiarizados com os currículos de referência e abordagens de ensino, para que possam diversificar suas propostas de ensino de modo a contribuir para a aprendizagem contextualizada e crítica de Química pelos estudantes.

Dito isso, é necessário que discentes e docentes estejam engajados, interessados e motivados. No caso dos estudantes, esse engajamento e interesse precisa ser promovido pelo

professor, que muitas vezes, fica sobrecarregado por conta de todo o trabalho que precisa realizar em sala de aula. Nesse sentido, empregar estratégias de ensino que possam favorecer o desenvolvimento da motivação autônoma (intrínseca) dos estudantes para a aprendizagem de conteúdos de química, como os relacionados ao fenômeno do aquecimento global, é fundamental.

Considerando o contexto da Educação Básica, habitualmente, o estudo da Química foca na observação e análise de fenômenos, modelos explicativos, comportamento e propriedades da matéria, estruturas submicroscópicas e de suas reações, que podem ser acompanhadas por evidências visíveis como mudanças de cor, emissão de luzes, gases, calor. Essas evidências, quando exploradas pelo professor de maneira adequada, podem despertar o interesse do aluno.

Portanto, as atividades experimentais têm o potencial de contribuir para a aprendizagem de Química e fomentar o interesse dos estudantes. Esse potencial pode ser ampliado quando estratégias de ensino são associadas a outras, como a abordagem CTS. Do ponto de vista do interesse e engajamento, na abordagem CTS, é comum que os estudantes explorem com maior engajamento às dimensões relacionadas à tecnologia, ambiente e sociedade, negligenciando os conceitos específicos da química. A proposta de elaborar uma sequência didática com atividades experimentais sobre o aquecimento global surge como uma forma de contribuir para favorecer o interesse pelo estudo de química. Assim, a sequência didática visa propiciar um ambiente de novidade e curiosidade, incentivando os estudantes a se dedicarem a compreensão da química.

Dentro do contexto escolar, as discussões e reflexões sobre o interesse, engajamento e motivação são importantes, pois, estes influenciam diretamente a aprendizagem de conteúdos curriculares. Considerando a importância de se considerar a motivação para a aprendizagem de conteúdos escolares, a teoria da autodeterminação, proposta pelo psicólogos Edward L. Deci e Richard M. Ryan, busca trazer contribuições ao focar na motivação autônoma (intrínseca) e sua relação com foco em três necessidades psicológicas básicas à vida descrita por Ryan e Deci (2000a,b):

1. Autonomia: segundo a Teoria da Autodeterminação, a autonomia está relacionada a necessidade do sujeito de poder fazer escolhas e tomar decisões por conta própria.
2. Competência: relacionada a capacidade de alcançar os resultados almejados quando são propostos desafios de nível adequado aos sujeitos, que percebem que estão sendo bem-sucedidos no desenvolvimento de atividades.
3. Pertencimento: relacionada a necessidade de estabelecer vínculos, de se perceber parte de um coletivo.

Segundo Guimarães e Boruchovitch (2004), quando professores propõem atividades que os estudantes tem condições de realizar a partir de seus conhecimentos, que propiciam escolhas, engajamento, encorajamento e escuta ativa que tendem a satisfazer necessidades psicológicas de autonomia, competência e pertencimento, favorecem o envolvimento dos estudantes nas atividades escolares e, conseqüentemente, podem contribuir para a aprendizagem de conteúdos escolares. Para isso é necessário que o docente conheça e proponha atividades de ensino que promovam a autonomia, forneçam suporte emocional e que propiciem ambientes que valorizem a participação do aluno, ao oferecer escolhas reais e significativas no processo educativo, assim como a diminuição de pressões e recompensas externas como forma de controle.

É importante destacar que a motivação para o ensino de química a partir do deslumbramento e da curiosidade, pode não ser suficiente face às dificuldades que aos estudantes são submetidos ao longo de suas jornadas escolares, como carência de práticas de ensino diversificadas, infraestrutura precária, currículos conteudistas, aulas desinteressantes e sem proximidade a realidade dos aprendizes.

Segundo Severo e Kasseboehmer (2016) há uma certa distância entre a motivação dos alunos e como essa motivação é percebida pelos docentes. Nesse sentido, é necessário o desenvolvimento de estratégias pedagógicas pelos professores, que sejam personalizadas para os alunos, com uma leitura sensível do perfil discente, reconhecendo suas dificuldades, interesses e realidades. Portanto, promover práticas pedagógicas que valorizem a autonomia, o diálogo, a consciência das diferenças e relevância dos conteúdos pode favorecer o interesse e engajamento dos estudantes e pode favorecer o desenvolvimento da motivação de natureza autônoma (intrínseca), que está associada ao envolvimento ativo e genuíno do estudante no desenvolvimento de atividades de ensino, que levam a aprendizagens mais significativas. Além de práticas que valorizam e respeitam o papel e ação dos estudantes, a abordagem de temas atuais também pode favorecer o engajamento de estudantes, como é o caso do aquecimento global.

Nos dias atuais, a ciência busca consolidar seu entendimento sobre os fenômenos relacionados ao aquecimento global. Parte da sociedade compreende que o principal responsável por esse processo é a ação direta do homem, particularmente na emissão dos gases agravadores do efeito estufa, como CO₂, cuja concentração é acentuada pela queima de combustíveis fósseis, através dos veículos a combustão, indústrias termelétricas, entre outros setores. Gases como metano podem ser mais nocivos, devido as interações das moléculas, o

tempo de meia vida para o fenômeno do aquecimento global, entre outros gases. Os impactos dessas ações no planeta já atingiram um estado de irreversibilidade, ou seja, a reversão completa do cenário de aquecimento não é possível.

Diante do que foi citado anteriormente, diversos autores utilizam a abordagem CTS e CTSA em ambientes escolares, proporcionando discussões e debates contextualizados sobre o tema exposto. Barbosa *et al.* (2012) apresentaram estudo sobre a abordagem do aquecimento global, no qual os estudantes participaram de discussões sobre as causas do aquecimento global, confrontando perspectivas científicas divergentes e analisando o papel da mídia na construção dessas narrativas, evidenciando os conceitos e fenômenos do tema exposto. O trabalho de Barbosa *et al.* (2012) evidenciam a importância da abordagem de conteúdos científicos para a compreensão e discussão do aquecimento global. Na abordagem CTS, é fundamental que o professor busque equilibrar as discussões entre as dimensões dos fenômenos e problemas, pois, em alguns casos, a abordagem de conteúdos específicos de química pode ser pouco explorada. Especialmente no caso do aquecimento global, a abordagem dos ciclos biogeoquímicos dos compostos envolvidos no aquecimento global e agravamento do efeito estufa são muito importantes para a compreensão do fenômeno e suas implicações.

Considerando o que foi apresentado nos parágrafos anteriores, esta monografia apresenta uma sequência didática elaborada sobre o aquecimento global a partir da abordagem CTS.

2 OBJETIVO

Elaborar sequência didática sobre o fenômeno do aquecimento global a partir de pressupostos da abordagem CTS, de modo a contribuir para a aprendizagem de conteúdos relevantes para a compreensão dessa temática complexa.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O currículo referência de Minas Gerais (2024) norteia os professores sobre o que pode ser trabalhado em sala de aula com os estudantes, como a habilidade (EM13CNT206): Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

A presença de temáticas relacionadas a questões no currículo reforça a necessidade de se construir meios para a sua abordagem em sala de aula. Especificamente sobre o aquecimento global e suas consequências para o planeta, desde o início do século XXI, os debates vem crescendo e com isso as controvérsias e as polêmicas a respeito das possíveis soluções. As polêmicas estão no âmbito de usar outras fontes de energias, como exemplo os países ricos em petróleo dificilmente diminuirão suas produções.

3.1 A ABORDAGEM DO AQUECIMENTO GLOBAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A abordagem de problemas sociocientíficos, como o aquecimento global, nas escolas é vista como fundamental para o desenvolvimento do pensamento crítico e da alfabetização científica e tecnológica dos alunos. De acordo com Schwertl *et al.* (2013), a abordagem desses temas em sala de aula permite explorar a não neutralidade da ciência e da tecnologia, desconstruindo mitos de objetividade e imutabilidade do conhecimento científico.

Além disso, temas controversos favorecem a promoção da contextualização do ensino e incentivam os estudantes a se posicionarem sobre problemas reais. Barbosa, Lima e Machado (2012) enfatizam a importância da abordagem dialógica baseada na teoria de Bakhtin, que afirma que a linguagem não é apenas ferramenta de comunicação, mas espaço de interação entre sujeitos. Assim, ambientes que favorecem a manifestação de diferentes vozes e perspectivas em torno de um fenômeno, contribuem para o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico.

Ao abordar o aquecimento global a partir da perspectiva CTS na Educação Básica busca-se trazer sentido ao ensino de Química, que muitas vezes é questionado pelos estudantes. Muitos estudantes perguntam aos professores os motivos de estarem estudando Química. Costumeiramente taxado de desnecessário, desinteressante, superficial, “impossível”, a Química não está entre as disciplinas mais populares do Ensino Médio, visto que não é

necessário para a “futura” profissão da maioria dos alunos (Cardoso; Colinvaux, 1999). No entanto, os autores citados afirmam que o estudo da química pode favorecer o desenvolvimento de uma percepção crítica do meio ao seu redor.

Diante desse contexto é preciso compreender cientificamente o fenômeno do aquecimento global, que é definido como o aumento da temperatura média global da superfície da Terra, causado por fatores naturais e/ou antropogênicos. De acordo com Silva e Lima (2009), os fatores naturais incluem colisão das placas tectônicas, atividade vulcânica e as variações solares, enquanto os fatores antropogênicos estão relacionados à emissão de gases de efeito estufa, agravando-os pelas ações humanas. Estudos indicam que para explicar o aquecimento ocorrido após 1950, é necessário considerar esses fatores antropogênicos devido à velocidade do aumento das temperaturas nas últimas décadas (Schwertl; Oliveira; Bazzo, 2013).

A compreensão do fenômeno do aquecimento global envolve o entendimento dos movimentos vibracionais das ligações em moléculas e o processo de absorção dos comprimentos de onda no espectro infravermelho, que são refletidos pelo planeta e contribuem para o efeito estufa. Esses conteúdos são geralmente abordados no ensino superior, nos cursos de Química e Física e, geralmente, demanda conhecimento matemático, além de conhecimentos prévios de Química e Física. No contexto do Ensino Médio, apesar de não ser abordado na mesma profundidade, é necessário que esses conceitos sejam explorados para que os estudantes compreendam a natureza do fenômeno, seus fatores intensificadores, suas consequências e sejam capazes de apresentar sugestões de mitigações, apesar da carga horária da disciplina.

Relacionado ao aquecimento global, Junges *et al.* (2018) descreve o fenômeno do efeito estufa, que consiste em gases que absorvem a radiação emitida pela terra, e retornam parte dela novamente para o planeta, impedindo que a radiação emitida pelo planeta seja direcionada ao espaço. Considerando especificamente o papel do gás carbônico, é importante conhecer sua estrutura molecular e comportamento. O CO_2 , é uma molécula triatômica apolar ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$) onde os vetores dos momentos dipolo se anulam pela simetria. Quando o CO_2 começa a vibrar, passa a apresentar um momento não nulo e a interagir com os campos elétricos e magnéticos da radiação vermelha refletida pela terra, absorvendo-a, tanto em deformação angular, quanto em estiramento assimétrico.

O efeito estufa é um fenômeno natural do planeta, onde gases de vapor d'água, CO_2 , CH_4 , entre outros gases de ocorrência natural podem absorver e emitir a radiação refletida no planeta. O aumento da concentração desses gases na atmosfera, devido a atividade

antropogênica, intensifica o efeito estufa do planeta, e esse efeito estufa mais forte causa um desequilíbrio no balanço de energia da Terra. Para retornar esse equilíbrio a terra aumenta sua temperatura causando um aquecimento global, Junges *et al.* (2018).

3.2. A ABORDAGEM CTS DIANTE DOS DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS

Vieira e Bazzo (2007) ressaltam os debates em sala de aula diante da controvérsia relacionada ao aquecimento global, suas causas e consequências. Nesse contexto, a abordagem CTS, têm o objetivo de promover caminhos para a formação cidadã a partir de discussões que envolvam não só a dimensão científica, mas também a econômica, ambiental, social, política e ética.

A abordagem CTS propõe a interação entre ciência, tecnologia e sociedade como eixo estruturante do ensino. De acordo com Delizoicov e Auler (2011), a problematização de um tema é essencial para gerar perguntas que levem os alunos a construir novos conhecimentos e reflexões sobre as implicações sociais da ciência e tecnologia. A discussão de temas como o aquecimento global pode estimular a compreensão das relações entre a produção científica e suas implicações sociais, além de promover mudanças de valores e atitudes.

Um fator crucial para o sucesso do enfoque CTS é o desenvolvimento de materiais didáticos que integrem as dimensões científicas, tecnológicas e sociais. Silva e Marcondes (2015) destacam que, embora alguns professores demonstrem avanços na compreensão do enfoque CTS, existem barreiras significativas, como a resistência à mudança das práticas pedagógicas e as limitações impostas pelas políticas públicas e pelos livros didáticos convencionais.

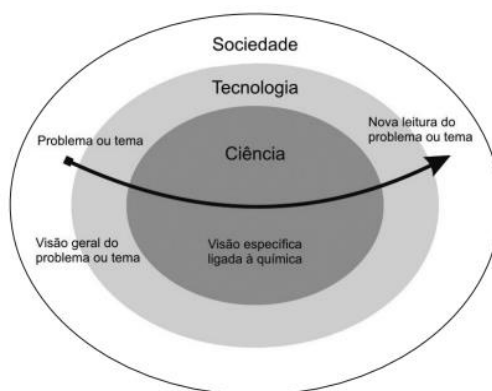
Assim, a implementação da abordagem CTS no ensino de Química enfrenta desafios consideráveis. Um deles é a necessidade de formação continuada dos professores para que eles compreendam e desenvolvam atividades de ensino a partir dessa perspectiva. Além disso, é fundamental que as escolas tenham recursos e apoio institucional para incentivar a contextualização e a interdisciplinaridade, que são pilares da abordagem CTS e CTSA (Bouzon et al., 2018; Silva; Marcondes, 2015).

Por outro lado, iniciativas como o uso de temas geradores, inspirados na pedagogia de Paulo Freire, têm mostrado potencial para aproximar a educação química dos interesses e realidades dos estudantes. Dessa forma, é possível promover uma formação cidadã que permita aos estudantes participarem ativamente da resolução de problemas sociocientíficos (Silva; Marcondes, 2015).

Silva e Marcondes (2015) relatam que a construção de materiais instrucionais na perspectiva CTS requer um planejamento cuidadoso que inclua situações-problema relacionadas ao cotidiano dos alunos, bem como atividades que favoreçam uma compreensão mais aprofundada das situações.

A figura 1 abaixo representa um instrumento proposto por Silva e Marcondes (2015) para a análise de unidades didáticas elaboradas por professores de Química a partir da abordagem CTS.

Figura 1. Instrumento para análise de unidades didáticas



Fonte: Silva e Marcondes (2015)

A figura 1 busca auxiliar o professor na identificação dos principais focos envolvendo a Sociedade, Tecnologia e Ciência que compõem a abordagem CTS. Começando pelo lado esquerdo da Figura, primeiro é necessário propor o problema ou tema a ser explorado e apresentar sua visão geral, que pode abranger também as concepções prévias dos estudantes. Em seguida, caminhando para a direita (usando como referência a seta da figura), os desafios tecnológicos que compõem o problema podem ser abordados. Então, os conceitos científicos relacionados ao problema e também a dimensão tecnológica indicam ser foco das discussões em sala de aula. Por fim, as possíveis propostas de soluções, através da releitura do problema, visam articular todas as discussões realizadas anteriormente pelo professor e estudantes.

O enfoque CTS no ensino de Química representa uma oportunidade significativa para transformar a educação científica em um processo mais crítico e conectado com a realidade social. No entanto, para que essa transformação seja efetiva, é necessário superar desafios estruturais e promover uma formação docente que possibilite aos professores a construção de um ensino significativo e contextualizado. A partir desses avanços, será possível preparar os alunos para aprimorarem o exercício da cidadania numa sociedade cada vez mais influenciada pela ciência e pela tecnologia.

A abordagem CTS no ensino de temas como o aquecimento global contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a formação da cidadania dos alunos, conectando-os às questões contemporâneas mais prementes. O desenvolvimento de sequências didáticas e a discussão de controvérsias científicas são estratégias que enriquecem o aprendizado e promovem a compreensão das interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

4 METODOLOGIA

Foi considerado o currículo referência de Minas Gerais (2024) citado anteriormente para o desenvolvimento da sequência didática e as atividades a seguir. O contexto escolar escolhido para a proposta desta sequência didática se baseia em escolas estaduais da rede pública de Belo Horizonte - Minas Gerais. Esse contexto se justifica pela experiência escolar obtida pelo autor durante o estágio obrigatório I e II, com média de 25 alunos por turma.

Para o desenvolvimento e auxílio do professor considerando a abordagem CTS da sequência didática sobre o tema aquecimento global descrito anteriormente, o instrumento para análise de unidades didáticas da Figura 1, descrito por Silva e Marcondes (2015) foi adaptado e a partir dele, foi elaborada a imagem apresentada na Figura 4, na seção de resultados.

A sequência didática proposta é composta por cinco aulas de cinquenta minutos. Para o desenvolvimento adequado da sequência é interessante revisar conhecimentos prévios como reações químicas, equações químicas e evidências. Nessa sequência foi estipulado o segundo ano do Ensino Médio como aplicação, mas diante dos conhecimentos exigidos pode ser aplicada tanto ao primeiro ano do Ensino Médio quanto o terceiro ano.

De forma sintetizada, as aulas da sequência didática são apresentadas a seguir:

- Primeira aula (50 minutos): Aula expositiva e Interativa – Jogo de palavras

A primeira aula tem como objetivo identificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema a partir de um jogo de palavras mediado pelo professor. Também é objetivo da aula direcionar os alunos para o tema do aquecimento global (Figura 4), fazer levantamento de hipóteses e possíveis soluções.

Apresentação de trechos de texto publicado no jornal da USP que apresenta dados de pesquisas realizadas ao redor do mundo informando que a temperatura global da terra aumentou 1,6° e continua a subir Bernardes (2024).

- Segunda aula (50 minutos): Aula expositiva e Interativa - Reações químicas e introdução ao roteiro do experimento

A segunda aula tem como objetivo abordar os conceitos químicos de neutralização ácido-base e produção de CO₂ e na sequência, apresentar e discutir o procedimento do experimento que será realizado na aula seguinte. Depois de discutir o procedimento experimental, explicar, a partir da apresentação das equações químicas, as reações do vinagre com o bicarbonato para produção do Gás carbônico.

- Terceira aula: Aula experimental - Formação gás carbônico e a simulação do efeito estufa

A terceira aula tem como objetivo desenvolver conceitos químicos e habilidades práticas no laboratório. Aqui o papel do professor é apresentar auxiliar na execução do experimento para que a participação dos alunos seja satisfatória.

Como o tempo é curto é imprescindível que o professor faça toda a montagem da prática previamente, bem como a distribuição adequada dos grupos de acordo com os recursos possíveis obtidos, permitindo que os alunos tenham o tempo de aula exclusivamente para execução e registro da atividade.

- Quarta aula: Aula expositiva e Interativa - Retomada da discussão problema e tratamento de dados

A quarta aula tem como objetivo discutir os problemas da atividade prática, dificuldades de aferição da temperatura, montagens irregulares, sanar todas as dúvidas dos alunos e retornar ao problema tema do aquecimento global, refletir como a produção descontrolada de CO₂ pelo homem pode afetar a sociedade. Os alunos devem apresentar os dados coletados durante o desenvolvimento da prática, as variações de temperatura registradas nos termômetros. Ao final da aula, o professor pode propor aos alunos pesquisem e façam uma apresentação sobre efeitos da intensificação do efeito estufa e propostas de mitigação.

- Quinta aula: Apresentações dos alunos

A quinta aula tem como objetivo avaliar o domínio dos alunos frente ao tema através de suas apresentações, o papel do professor é auxiliar as apresentações para que os conceitos não sejam descritos erroneamente.

5 RESULTADOS

Para esta sequência didática foi desenvolvido a adaptação da figura 1 de Silva e Marcondes (2015).

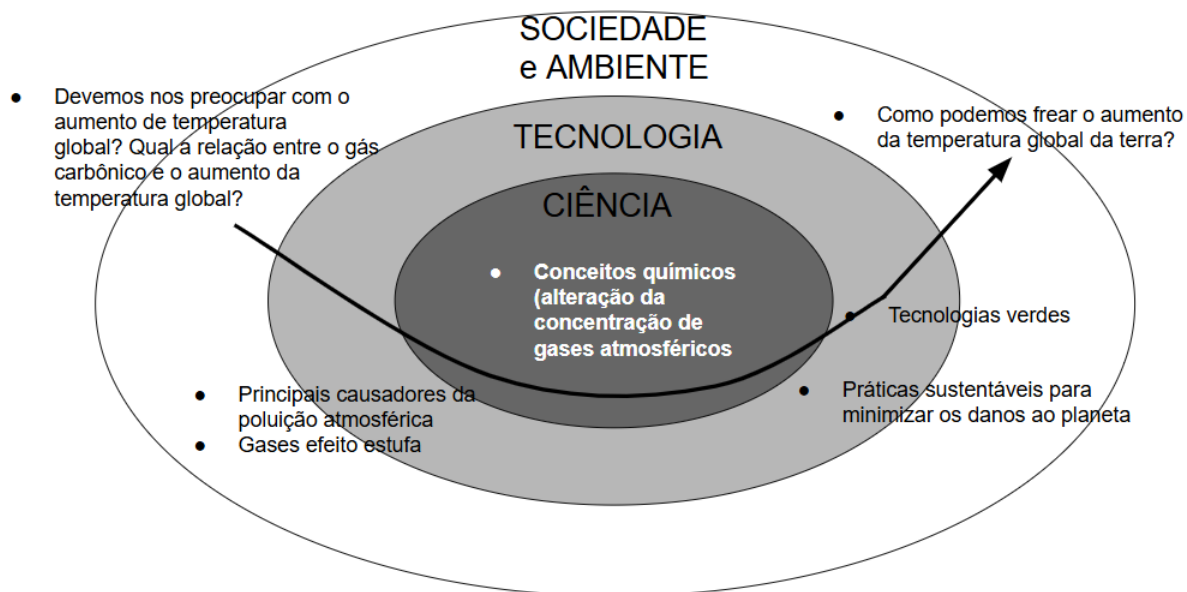


Figura 4 - Mapa sobre aquecimento global à abordagem CTS e CTSA. Fonte: O próprio autor. Adaptado Silva e Marcondes (2015)

Trata-se de unidades temáticas importantes que objetivam nortear o professor nas aulas a serem trabalhadas. A figura 4 acima, lê-se da esquerda para a direita, iniciando pelo o tema foco da sequência didática, na sequência os principais causadores do problema atrelado à tecnologia e a sociedade. Ao centro temos os conceitos atrelados ao fenômeno do aquecimento global descrito pela ciência. Ao final temos as propostas de mudanças das tecnologias utilizadas e também inovações possíveis para diminuir os efeitos do aquecimento global e as mudanças que a sociedade deve enfrentar.

O problema a ser trabalhado na sequência definido é: Devemos nos preocupar com o aumento da temperatura global? Por quê? Qual a relação entre o gás carbônico e o aumento da temperatura global? Como podemos frear o aumento da temperatura global da terra?

A visão geral do tema traz os principais causadores da poluição atmosférica, gases de efeito estufa e suas relações com as tecnologias utilizadas pelo homem.

Os conceitos científicos a serem explorados estão relacionados com a alteração da concentração dos gases atmosféricos e as reações e as reações das atividades práticas.

Com as informações citadas anteriormente foi desenvolvido a seguinte sequência didática:

Sequência Didática Aquecimento global - Uma abordagem CTS

Público alvo: Alunos dos três anos do ensino médio.

Quantidade de aulas: Cinco aulas de 50 minutos

Objetivo: Explorar aquecimento global e suas consequências a partir de pressupostos da abordagem CTS, de modo a contribuir para a aprendizagem de conteúdos relevantes para a compreensão dessa temática complexa.

Habilidades CRMG:

Tabela 1 – Plano da sequência didática

Unidade Temática	Competência	Habilidade	Objetivo de conhecimento / Conteúdos relacionados
Vida, Terra e Cosmos	Competência Específica 02 - Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.	(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.	Poluição em água, ar e solo e tecnologias empregadas como solução, efeito estufa, aquecimento global, camada de ozônio e chuva ácida

Como critério de avaliação, o professor pode enfatizar a cada aula que todos participem das atividades, tanto as aulas expositivas, aulas práticas, apresentação dos resultados e domínio do tema com a apresentação do seminário.

Critérios para Avaliação:

- Participação dos alunos nos experimentos
- Engajamento nas aulas expositivas
- Autonomia com as montagens práticas
- Conhecimento adquirido ao apresentar os seminários.

Primeira aula - Aula expositiva e interativa - Jogo de Palavras

Na primeira aula da SD, é proposto um jogo de palavras para os alunos em sala de aula utilizando o quadro, proporcionando uma aula expositiva e interativa. O jogo de palavras consiste em anotar no quadro os principais pontos que tangem o tema da sequência didática, de tal maneira é possível fazer uma conexão das respostas esperadas com unidades temáticas tratadas na figura 4.

O objetivo é identificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema a partir de um jogo de palavras mediado pelo professor.

Contextualizar as informações e dados do texto de Bernardes (2024), que traz pesquisas realizadas ao redor do mundo informando que a temperatura global da terra aumentou 1,6° e continua a subir. O texto é material base do professor e para os alunos, que pode ser utilizado como apoio para os alunos, a leitura previamente ao jogo de palavras permite um contexto mais técnico ao tema.

A dinâmica consiste em fazer perguntas pertinentes ao tema e interagindo com os alunos, o professor pode utilizar das perguntas norteadoras a seguir para direcionar os alunos.

Perguntas norteadoras para estimular a participação dos alunos e suas respostas esperadas:

1. Devemos nos preocupar com o aumento da temperatura global?

R: Sim, pois afeta o clima, a vida, as relações entre os seres vivos do planeta.

2. Aquecimento global se deve ao aumento da concentração de CO₂ na atmosfera?

R: Sim, grande parte devido a queima de combustíveis fósseis e queimadas.

3. Quais os principais causadores da poluição atmosférica?

R: Indústrias termelétricas, veículos a combustão de combustíveis fósseis.

4. O que são gases de efeito estufa?

R: Gases que ao interagir com a energia refletida pela terra vibram, retornando essa energia ao planeta.

5. A temperatura média do planeta subiu ou diminuiu nos últimos anos?

R: A temperatura média do planeta subiu 1,6°C de acordo com a reportagem de Bernardes (2024).

6. Cidades costeiras serão afetadas como as demais?

R: Não, as cidades costeiras serão mais afetadas devido à elevação do nível do mar;

7. Como podemos frear o aumento da temperatura global da terra?

R: Redução dos níveis de emissões dos gases efeito estufa, utilização de energias limpas.

Segunda aula - Expositiva e interativa - Reações químicas e introdução ao experimento

A segunda aula tem como objetivo explicar aos alunos os procedimentos do experimento que será realizado na aula seguinte. O professor pode abordar as reações do vinagre com o bicarbonato para produção do Gás carbônico, a partir de suas equações químicas, com auxílio do quadro. Espera-se que o professor explicite, com o uso do quadro:

O vinagre, que contém concentração de ácido acético (ácido fraco) entre 4% a 6% ($\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$), quando colocado em contato com o bicarbonato de sódio, que é um sal básico ($\text{NaHCO}_3_{(\text{s})}$), leva a ocorrência de uma reação de neutralização ácido-base. Essa reação produz acetato de sódio ($\text{CH}_3\text{COONa}_{(\text{aq})}$) e ácido carbônico instável em solução aquosa $\text{H}_2\text{CO}_3_{(\text{aq})}$. Por ser instável, o ácido carbônico se decompõe, produzindo $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ e gás carbônico $\text{CO}_2_{(\text{g})}$.



A reação em discussão é exotérmica, libera calor, produz sal e o gás carbônico. O gás carbônico é um dos gases responsáveis pelo efeito estufa. Para a realização do experimento, a produção do gás e seu impacto na temperatura do sistema serão discutidos.

Para a experimentação, será adaptado o material de apoio de acordo com Guimarães e Dorn (2015). O professor pode consultar o artigo para aprofundar sobre os fenômenos de aquecimento global e efeito estufa.

O objetivo da prática é simular o efeito estufa para melhor observação do fenômeno de aquecimento global e explorar as reações ácido-base e equilíbrio químico.

O professor pode apresentar previamente o sistema que poderá ser montado na aula seguinte, para que os estudantes tenham mais clareza sobre o que deverão construir e observar. Sugere-se que o professor leve o sistema já montado e rotulado para mostrar para a turma.

1. O sistema é composto por 4 garrafas PET com tampas (três de dois litros e uma de meio litro). Adaptação do próprio autor para melhor utilização da produção de CO_2 , substituindo a garrafa dois da Figura 2. Nas tampas das duas garrafas PET de dois litros, dois termômetros deverão ser fixados para registro das temperaturas dos conteúdos das garrafas. Nas duas garrafas de meio litro, uma mangueira de látex deverá conectá-las e, uma delas também deverá ser conectada a uma das garrafas de dois litros, conforme ilustrado na Figura 3. Para a execução da prática, algumas informações são importantes: Retirar o máximo de ar possível da garrafa 3 indicado na Figura 2.
2. Virar a garrafa 1 contendo vinagre e pressionar lentamente para que as reações do bicarbonato com o vinagre ocorram. A produção de acetato de sódio e ácido carbônico aquoso na solução, favorece o equilíbrio do ácido carbônico para o produto de água e gás carbônico.
3. Manter procedimento até preencher a garrafa 3 com CO_2 .



Figura 2: Sistema 1 mostrando a garrafa amassada. Fonte: Guimarães e Dorn (2015).

Substituir garrafa 2 por uma garrafa de 2 Litros. Adaptação do autor.

4. A garrafa 4 deverá ficar preenchida com ar atmosférico à pressão ambiente para comparação de acordo com a Figura 3.

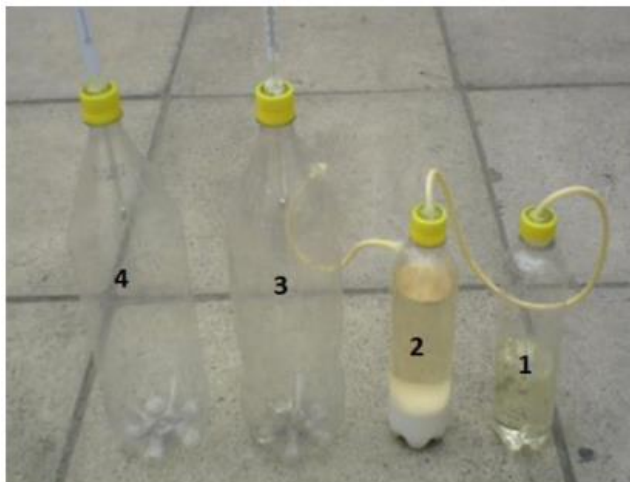


Figura 3: Montagem do experimento: Garrafa 4 contendo ar a pressão ambiente e com termômetro acoplado. Garrafa 3 rica em CO_2 e com termômetro. Garrafa 2 reação bicarbonato de sódio e vinagre. Garrafa 1 vinagre. Fonte: Guimarães e Dorn (2015).

Substituir garrafa 2 por uma garrafa de 2 Litros. Adaptação do autor.

Após explicar o procedimento geral do experimento para os estudantes, o professor pode fazer algumas perguntas e promover algumas discussões sobre o que se espera de resultados do experimento. É um momento interessante para levantar algumas hipóteses. Algumas perguntas que podem ser feitas:

Quais evidências vamos conseguir observar de que uma reação química estará acontecendo? R: Formação de bolhas, calor, expansão da garrafa 3.

- Após a adição do vinagre no bicarbonato, o que será produzido e coletado na garrafa 3?
- Quais os cuidados devem ser tomados durante a montagem do experimento, para que não aconteçam problemas durante a execução?
- Qual é o papel da Garrafa 4 no experimento?

Além de favorecer o levantamento de hipóteses sobre os resultados do experimento, a apresentação prévia do sistema que deverá ser construído é importante para que os estudantes alunos tenham tempo adequado de execução da prática e, principalmente, para que possam registrar os resultados obtidos.

O aumento esperado através da luz solar para a garrafa rica em CO_2 é próximo de 4 graus, segundo os dados obtidos por Guimarães e Dorn (2015).

Para turmas do diurno e em dias ensolarados a prática pode ser feita ao ar livre, onde o sol fornecerá a energia necessária para que seja observada a variação de temperatura nos

termômetros. Para dias chuvosos e turmas do noturno pode-se utilizar lâmpadas incandescentes de 100 Watts ou mais para fornecer a energia necessária ao sistema.

Os alunos deverão registrar as temperaturas dos dois termômetros a cada minuto, e preencher na tabela temperatura x tempo. Em seguida devem plotar dois gráficos: Variação de temperatura na atmosfera e no sistema estufa.

Terceira aula – Realização da Prática Experimental - Formação de gás carbônico e simulação de efeito estufa

A terceira aula tem como objetivo discutir conceitos e mobilizar habilidades práticas no laboratório. Aqui o papel do professor é apresentar e auxiliar na execução do experimento para que a participação dos alunos seja satisfatória.

Como o tempo para execução da prática é curto, é recomendável que o professor faça toda a montagem da prática previamente, bem como a distribuição adequada dos grupos de acordo com os sistemas disponíveis e espaço para realização da atividade, permitindo que os alunos tenham o tempo de aula exclusivamente para execução e registro da atividade.

Para montagem do experimento serão necessários os seguintes materiais, de acordo com o trabalho de de Guimarães e Dorn (2015):

- 2 garrafas PET de 500mL;
- 2 garrafas PET de 2 Litros;
- 0,5 metro de mangueira látex;
- Cola de silicone;
- Dois termômetros;
- 200g de bicarbonato de sódio;
- 500mL de vinagre;
- 1 cronômetro;
- 1 ferro de solda, estilete ou ferramenta para furar as garrafas.
- 1 funil;

Para a montagem, devemos identificar as garrafas de 500mL com os números 1 e 2 e as garrafas de 2 Litros com os números 3 e 4.

- As tampas de todas as garrafas devem ser furadas apenas o suficiente para fixar os termômetros e as mangueiras.

- Furar a lateral das garrafas 2 e 3 próximo às regiões indicadas na figura 5.
- Vedar com a cola de silicone, a tampa e as mangueiras e as tampas com os termômetros, para que não ocorram vazamentos. É importante observar a posição do termômetro para que a leitura das temperaturas não fique prejudicada.

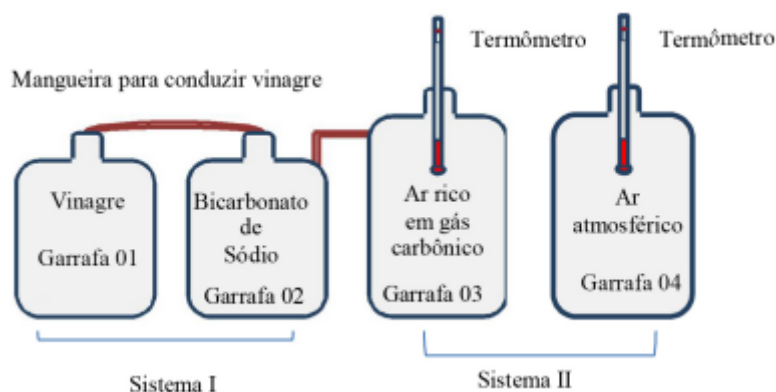


Figura 5 - Esquema de montagem do experimento (escala indefinida). Fonte: Guimarães e Dorn (2015).

O professor pode explicitar novamente os procedimentos descritos na segunda aula, para enfatizar a execução adequada do experimento:

1. Retirar o máximo de ar possível da garrafa 3 indicado a figura 2.
2. Virar a garrafa 1 e pressionar lentamente para que as reações (1) e (2) ocorram.
3. Manter procedimento até preencher a garrafa 3 com CO_2 .
4. A garrafa 4 deverá ficar preenchida com ar atmosférico à pressão ambiente para comparação de acordo com a figura 3.

Se o professor tiver condições de providenciar vários sistemas, a comparação dos valores registrados de temperatura por variação de tempo pode oportunizar discussões posteriores com toda a turma (aula 4). Se a prática for realizada durante o dia, uma opção interessante é a distribuição dos grupos em diferentes espaços da escola (com maior ou menor incidência de luz solar), para verificar se possíveis variações nos registros das temperaturas.

Caso a prática seja realizada no período noturno ou em dias chuvosos, o uso de lâmpadas incandescentes de 100w ou mais são recomendadas. Lâmpadas com diferentes potências podem ser utilizadas para analisar possíveis variações de temperatura. É importante destacar que a lâmpada deve estar bem próxima do sistema II.

Os alunos deverão registrar a temperatura ambiente antes de iniciar o cronômetro. Em seguida, devem registrar as temperaturas dos dois termômetros a cada minuto, e preencher na tabela 1 Temperatura x Tempo. O registro da temperatura deverá prosseguir até a marca de 15 minutos.

A atividade prática pode ser em grupo, porém o professor pode enfatizar que os dados os estudantes deverão registrar os dados em tabelas

Tabela 1: Registro de dados Temperatura x Tempo

Tempo (minutos)	Garrafa ao ambiente T(°C)	Garrafa Sistema estufa T(°C)
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Com os dados da tabela 1 preenchidos é possível plotar as curvas em um gráfico de variação de temperatura na atmosfera e no sistema estufa a ser desenvolvido na aula quatro.

Quarta Aula - Expositiva e interativa - Tratamento de dados

A quarta aula tem como objetivo discutir as possíveis dúvidas dos alunos, além de refletir sobre possíveis erros ocorridos durante a atividade prática. Os alunos devem apresentar os resultados da prática, as variações de temperatura registradas nos termômetros. Discutir as variações das medidas dos grupos atrelados aos possíveis erros das montagens, leituras dos termômetros e tempos registrados.

Para evidenciar a variação das temperaturas, o professor pode propor que os estudantes, em grupos, construam gráficos de Tempo X Temperatura para os dados obtidos nas duas garrafas. Os gráficos podem ajudar na discussão sobre a variação da temperatura. Outra atividade que pode ser realizada pelo professor é o registro

do valor médio das temperaturas obtidas pela turma para construção do gráfico no quadro. O professor pode discutir pontos que fiquem fora da curva plotada e relacionadas a possíveis variações que podem acontecer durante a prática experimental.

Além disso, é importante que o professor retome novamente as perguntas propostas na segunda aula, que teve como objetivo levantar as hipóteses dos estudantes sobre a prática. Além disso, outras perguntas podem ser feitas para a turma:

- Quais evidências da ocorrência de uma reação química foram observadas na prática experimental?
R: Efervescência, calor, bolhas.
- O que foi produzido e coletado na garrafa 3?
R: Gás carbônico (CO_2)
- Observando os dados coletados nas tabelas, houve variação de temperatura?
É esperado variação próxima de 4 graus Celsius para a garrafa rica em (CO_2)
- Como podemos explicar a diferença de variação de temperatura entre as garrafas?
A radiação absorvida pelas moléculas de (CO_2) são refletidas novamente ao interior da garrafa, proporcionando uma simulação do efeito estufa, ocasionando com que o sistema aqueça.

Por fim, o professor pode retornar ao problema do tema do aquecimento global, refletir como a produção descontrolada pelo homem de CO₂ pode afetar a sociedade.

Ao final desta aula, o professor pode propor que os estudantes façam uma apresentação sobre efeitos da intensificação do efeito estufa e propostas de mitigação, as apresentações devem conter respostas para as seguintes perguntas de maneira contextualizada e com referências:

1. Devemos nos preocupar com o aumento da temperatura global? Por quê?
2. Quais gases produzidos em larga escala por ações antropogênicas, além do gás carbônico, são agravantes do efeito estufa? Qual a interação desses gases na atmosfera?
3. Qual a relação entre o gás carbônico e o aumento da temperatura global?
4. Como podemos frear o aumento da temperatura global da terra?

Quinta Aula - Apresentações Alunos

A quinta aula tem como objetivo avaliar o domínio dos alunos frente aos assuntos abordados a partir de suas apresentações. Os alunos, em grupos, deverão apresentar as respostas às questões apresentadas na quarta aula:

1. Devemos nos preocupar com o aumento da temperatura global? Por quê?
2. Quais gases produzidos em larga escala por ações antropogênicas, além do gás carbônico, são agravantes do efeito estufa? Qual a interação desses gases na atmosfera?
3. Qual a relação entre o gás carbônico e o aumento da temperatura global?
4. Como podemos frear o aumento da temperatura global da terra?

Durante as apresentações, o professor poderá intervir sempre que necessário, no sentido de corrigir possíveis erros conceituais e também para destacar pontos positivos durante as exposições dos grupos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como citado anteriormente, é imprescindível que o professor tenha uma leitura do perfil dos alunos para que a sequência didática cumpra o seu papel, e os conceitos objetivados possam ser aprendidos pelos discentes. Esse cenário parece lógico e óbvio, porém quando um professor está na linha de frente do ensino, como no segundo ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual, contexto definido para o desenvolvimento da sequência didática apresentada, suas ações e escolhas podem vir associadas a uma série de desafios, o que é recorrente na profissão docente. O professor é sempre posto à prova, exige-se dele amplo domínio dos conteúdos de química, o conhecimento sempre atualizado sobre as diferentes abordagens de ensino, a habilidade de cativar os alunos, além de saber escolher com sabedoria e paciência os materiais de apoio para as aulas, que pode levar em consideração as deficiências estruturais da escola com insistência e planejamento atrelado ao cenário em que está inserido.

Desenvolver o tema de aquecimento global com estudantes do Ensino Médio é desafiador, mas pode ser recompensador. A partir de pressupostos da abordagem CTS, os complexos conceitos atrelados aos comprimentos de onda absorvidos pelas moléculas dos gases e com auxílio de experimentos e exposições é possível chegar a um raciocínio satisfatório do fenômeno.

No entanto, por mais potencialidades que uma sequência didática possa ter, os diferentes desafios da docência podem prejudicar o desenvolvimento das atividades de ensino,

A prática experimental proposta demanda o uso de materiais e reagentes de fácil acesso, porém em diversos contextos podem ser considerados impeditivos para os alunos, portanto cabe ao professor adaptá-los, como exemplo, reduzir as quantidades de reagentes, diminuir o número de grupos para necessitar de menos equipamentos. A execução da atividade prática da aula três é mais bem explorada a luz do dia, proporcionando maior significado ao fenômeno do efeito estufa. Em contextos noturnos é possível adaptar com auxílio de fontes luminosas incandescentes.

O professor tem papel fundamental em promover o interesse e engajamento dos estudantes e propor desafios que possam ser realizados pelos estudantes, além de proporcionar espaços para a ação autônoma dos discentes, são caminhos importantes para o desenvolvimento da motivação autônoma para o estudo de química.

A proposta dessa sequência didática busca ser democrática e de fácil acesso, em futuros trabalhos e projetos pode ser analisado, em contexto escolar, a sua real aplicação, ficando a critério do professor regente, as melhores adaptações e ajustes para que a cada aplicação a SD seja aperfeiçoada.

7 REFERÊNCIAS

AKAHOSHI, L. H.; SOUZA, F. L.; MARCONDES, M. E. R. **Enfoque CTSA em materiais instrucionais produzidos por professores de química.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 11, n. 3, 2018. Disponível em: . Acesso em: 28 MAIO 2025.

BARBOSA, L. G. D.; LIMA, M. E. C. C.; MACHADO, A. H. **Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula.** Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, p. 113-130, 2012.

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. **Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula.** Ciência & Ensino, Piracicaba, v. 1, número especial, 2007. Disponível em: [https://edisiplinas.usp.br/pluginfile.php/18V42898/mod_resource/content/1/debate%20simulado%20\(abordagem%20mais%20ampla\).pdf](https://edisiplinas.usp.br/pluginfile.php/18V42898/mod_resource/content/1/debate%20simulado%20(abordagem%20mais%20ampla).pdf). Acesso em: 15 Dez. 2024

BOUZON, Júlia D.; BRANDÃO, Juliana B.; SANTOS, Taís C.; CHRISPINO, Álvaro. **O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma Revisão Bibliográfica de Publicações em Periódicos** - Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR. 2018.

CARDOSO, Sheila; COLINVAUX, Dominique. **Explorando a motivação para estudar química.** Química Nova, Rio de Janeiro, Brasil, 8 dez. 1999.

BZUNECK, José Aloyseo. **A motivação do aluno: aspectos introdutórios. A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea.** Rio de Janeiro: Vozes, 2001. p. 9- 36.

DELIZOICOV, D.; Auler, D. **Ciência, Tecnologia e Formação social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade.** Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis - Sc, v.4,n.2, pp.247-73,2011.

GUIMARÃES, Cleidson C.; DORN, Rejane C. **Efeito estufa usando material alternativo.** Experimentação no ensino de Química. Quim. nova esc - São Paulo - SP, BR. Vol. 37, Nº 2, p. 153-157, MAIO 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150033>. Acesso em: 05 nov. 2025.

GUIMARÃES, S. E. R.; BORUCHOVITCH, E. **O estilo motivacional do professor e a motivação intrínseca dos estudantes: Uma perspectiva da Teoria da Autodeterminação.** Psicologia: Reflexão e Crítica, 17(2), pp.143-150, 2004.

JUNGES, A. L.; SANTOS, V. Y.; MASSONI, N. T.; SANTOS, F. A. C. **Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica.** Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.5. 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/194261>. Acesso em: 07 jun. 2025.

Bernardes, Júlio. **Temperatura global aumenta 1,6°C e segue subindo: “é como tentar parar um caminhão em alta velocidade”.** Jornal da USP, São Paulo, 30 out. 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/temperatura-global-aumenta-16c-e-segue-subindo-e-como-tentar-parar-um-caminhao-em-alta-velocidade/>. Acesso em: 06 nov. 2025.

MINAS GERAIS. **Currículo Referência de Minas Gerais.** Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais 2024. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>. Acesso em: 11 Dez. 2024.

PESSOA, W. R.; Alves, J.M. (2016). **Motivação para aprender química: configurações subjetivas de estudantes do ensino médio**. Revista Interações, 11(39).Belém, Brasil. 2016. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8761>. Acesso em: 12 Dez. 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, SCIELO, V.2,N.2, Dezembro 2002.

SCHWERTL, S. L.; OLIVEIRA, F. P. Z.; Bazzo, W. A. **Aquecimento global e educação científica e tecnológica**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia, SP, p. 1-7, 2013.

SEVERO, I. R. M; KASSEBOEHMER, A. C; **Motivação dos alunos: reflexões sobre o motivacional e a percepção dos professores**. Ensino de Química em Foco. Química Nova Escola. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160063>. Acesso em: 04/06/2025.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. **Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores**. Ciência & Educação (Bauru), v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.

RYAN, R. M.; Deci, E. L. **Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions**. Contemporary Educational Psychology, v. 25, n. 1, p. 1-14, 2000a.

RYAN, R. M.; Deci, E. L. **Self Determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being**. American Psychologist, v. 55 n. 1, p. 1-11, 2000b.