



LÍVIA MARIA BRAGA RESENDE

**O EFEITO ESTUFA E O EQUILÍBRIO CLIMÁTICO NO
ENSINO FUNDAMENTAL II: PROPOSTA E VALIDAÇÃO
TEÓRICA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA
SOB A PERSPECTIVA CTSA**

LAVRAS – MG

2026

LÍVIA MARIA BRAGA RESENDE

O EFEITO ESTUFA E O EQUILÍBRIO CLIMÁTICO NO ENSINO FUNDAMENTAL
II: PROPOSTA E VALIDAÇÃO TEÓRICA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
INVESTIGATIVA SOB A PERSPECTIVA CTSA

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação *Latu Sensu* Ensino de Ciências - “Ciência é 10”, para a obtenção do título de Especialista.

Orientadora
Profa. Dra. Lílian Patrícia Lima

LAVRAS – MG
2026

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Resende, Livia Maria Braga.

O efeito estufa e o equilíbrio climático no Ensino Fundamental II : Proposta e validação teórica de uma sequência didática investigativa sob a perspectiva CTSA / Livia Maria Braga Resende. - 2026.

34 p.

Orientadora: Lillian Patrícia Lima

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Federal de Lavras, 2026.

Bibliografia.

1. Efeito estufa. 2. Sequência didática. 3. Ensino por investigação. 4. Alfabetização científica. 5. Ensino de ciências. I. Lima, Lillian Patrícia. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

LÍVIA MARIA BRAGA RESENDE

**O EFEITO ESTUFA E O EQUILÍBRIO CLIMÁTICO NO ENSINO FUNDAMENTAL
II: PROPOSTA E VALIDAÇÃO TEÓRICA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
INVESTIGATIVA SOB A PERSPECTIVA CTSA**

**THE GREENHOUSE EFFECT AND CLIMATE BALANCE IN MIDDLE SCHOOL:
PROPOSAL AND THEORETICAL VALIDATION OF AN INVESTIGATIVE TEACHING
SEQUENCE FROM A STSE PERSPECTIVE**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação *Latu Sensu* Ensino de Ciências - “Ciência é 10”, para a obtenção do título de Especialista.

Aprovada em 9 de maio de 2026.

Dr. Paulo Ricardo da Silva UFLA

Dr. Wallace Alves Cabral UFSJ

Documento assinado digitalmente
 LILIAN PATRICIA LIMA
Data: 10/06/2026 13:07:57-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Orientadora
Profa. Dra. Lílian Patrícia Lima

**LAVRAS – MG
2026**

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito para a obtenção do título de especialista no curso "Ciência é 10!" da Universidade Federal de Lavras (UFLA), propõe e valida teoricamente uma Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre o efeito estufa para o 7º ano do Ensino Fundamental. O objetivo central é validar, por meio dos indicadores de Alfabetização Científica (AC), uma SDI envolvendo a temática Efeito Estufa e equilíbrio climático, por meio da articulação entre o Ensino por Investigação (EnCI) e a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). A fundamentação teórica destaca a importância de desmistificar o efeito estufa como fenômeno exclusivamente maléfico, diferenciando o mecanismo natural vital da sua intensificação antrópica, além de corrigir confusões conceituais comuns entre este fenômeno e a destruição da camada de ozônio. A SDI é estruturada em quatro momentos: problematização inicial ("Herói ou Vilão?"); investigação experimental ("A Terra em Colapso"); dimensão CTSA (análise da canção "Para Onde Vamos?"); e sistematização final (criação de um "Guia de Mitos e Verdades"). A validação teórica da proposta, realizada por meio de uma matriz que relaciona as etapas planejadas aos Indicadores de Alfabetização Científica (IAC), evidencia a intencionalidade pedagógica da sequência em promover o protagonismo estudantil, o levantamento de hipóteses e a argumentação crítica. Conclui-se que o trabalho apresenta uma alternativa metodológica potencialmente viável para a humanização do ensino de Química e para a formação de cidadãos capazes de intervir de forma consciente diante dos desafios climáticos contemporâneos.

Palavras-chave: ensino por investigação; alfabetização científica; ensino de ciências.

ABSTRACT

This Final Course Project, presented as a requirement for obtaining the specialist title in the "Science is 10!" course at the Federal University of Lavras (UFLA), proposes and theoretically validates an Investigative Didactic Sequence (IDS) on the greenhouse effect for the 7th grade of Elementary School. The central objective is to validate, through Scientific Literacy (SL) indicators, an IDS involving the theme of the Greenhouse Effect and climate balance, through the articulation between Inquiry-Based Teaching (IBTT) and the Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach. The theoretical foundation highlights the importance of demystifying the greenhouse effect as an exclusively harmful phenomenon, differentiating the vital natural mechanism from its anthropogenic intensification, in addition to correcting common conceptual confusions between this phenomenon and the destruction of the ozone layer. The IDS is structured in four moments: initial problematization ("Hero or Villain?"); experimental investigation ("The Earth in Collapse"); STSE dimension (analysis of the song "Where Are We Going?"); and final systematization (creation of a "Guide to Myths and Truths"). The theoretical validation of the proposal, carried out through a matrix that relates the planned stages to the Scientific Literacy Indicators (SLI), highlights the pedagogical intentionality of the sequence in promoting student protagonism, hypothesis formulation, and critical argumentation. It is concluded that the work presents a potentially viable methodological alternative for the humanization of Chemistry teaching and for the formation of citizens capable of consciously intervening in contemporary climate challenges.

Keywords: inquiry-based learning; scientific literacy; science education.

LISTA DE SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CFC	Clorofluorcarbonetos
CRMG	Currículo Referência de Minas Gerais
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
EnCI	Ensino por Investigação
FFF	Fridays For Future
GEE	Gases de Efeito Estufa
IAC	Indicadores de Alfabetização Científica
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PET	Polietileno Tereftalato
QSC	Questões Sociocientíficas
SDI	Sequência Didática Investigativa
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFLA	Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE.....	9
1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1	O Ensino por Investigação e a Alfabetização Científica.....	10
2.2	A Abordagem CTSA e o Uso de Questões Sociocientíficas (QSC).....	10
2.3	Química da Atmosfera: Entre o Fenômeno Natural e a Ação Antrópica.....	11
2.4	Desmistificação de Erros Conceituais.....	12
2.5	Eixo Curricular: BNCC, CRMG e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	13
	SEGUNDA PARTE.....	14
	ARTIGO - Elaborado conforme a norma NBR 6022.....	15
	TERCEIRA PARTE.....	33
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
	REFERÊNCIAS.....	34

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi desenvolvido no âmbito da Especialização Lato Sensu em Ensino de Ciências “Ciência é 10!”, ofertada pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). A proposta surge da necessidade de enfrentar um desafio persistente no Ensino Fundamental II: a superação de práticas pedagógicas pautadas na simples memorização de conceitos, visando à construção de uma visão crítica e cientificamente fundamentada sobre fenômenos globais. Entre esses temas, destaca-se o Efeito Estufa, frequentemente reduzido a um "vilão" ambiental em abordagens superficiais, quando, em sua essência, constitui um fenômeno natural indispensável à manutenção da temperatura terrestre e à existência da biota (MORAGA; EL OTTRA, 2021). Todavia, a intensificação desse processo pela ação antrópica e pelo modelo de sociedade tecnológica contemporânea tem gerado um colapso climático que demanda não apenas compreensão técnica, mas uma profunda reflexão social (BRASIL, 2014).

Diante da complexidade que envolve as mudanças climáticas, a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) apresenta-se como um referencial profícuo para transpor conteúdos químicos e físicos para uma linguagem cidadã. Essa perspectiva permite relacionar o conhecimento científico a impactos socioeconômicos e decisões políticas, conferindo sentido social ao aprendizado (AKAHOSHI; MARCONDES, 2012). Complementarmente, o Ensino por Investigação fornece a base metodológica para que o estudante deixe de ocupar uma posição de receptor passivo. Ao ser instigado por problemas reais e pela experimentação prática, o aluno assume o protagonismo no levantamento de hipóteses e na construção de explicações fundamentadas (CARVALHO, 2013).

Nesse cenário, este trabalho propõe a elaboração e a validação teórica de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) direcionada ao 7º ano do Ensino Fundamental. A sequência articula uma atividade experimental prática — focada na compreensão física da retenção de calor (BRASIL, 2014) — à análise reflexiva da canção "Para Onde Vamos?", que problematiza as desigualdades sociais diante dos desastres ambientais. Por fim, a validação desta proposta ancora-se nos Indicadores de Alfabetização Científica (IAC), ferramentas que permitem verificar a intencionalidade pedagógica de cada etapa da SDI na promoção do pensamento crítico e da argumentação científica dos estudantes (SASSERON; CARVALHO, 2011).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Ensino por Investigação e a Alfabetização Científica

A superação de um ensino de Ciências meramente transmissivo exige metodologias que desloquem o foco da simples memorização de gases e fórmulas para a construção ativa do conhecimento. O Ensino por Investigação (EnCI), conforme preconizado por Carvalho (2013), propõe que o aluno se envolva em processos de resolução de problemas, onde a elaboração de hipóteses e a análise de evidências são centrais. No contexto do Efeito Estufa, essa abordagem permite que o estudante compreenda o fenômeno não como um dado isolado, mas como parte de um sistema complexo de equilíbrios.

O objetivo maior dessa trajetória é a promoção da Alfabetização Científica (AC). Segundo Sasseron (2008), a AC não se limita ao domínio de termos técnicos, mas envolve a capacidade de o indivíduo tomar decisões conscientes sobre temas que afetam a sua vida e a sociedade. Para validar se uma sequência didática atinge esse propósito, utilizam-se os Indicadores de Alfabetização Científica (IAC), que permitem identificar se o aluno é capaz de articular ideias, argumentar e sistematizar conhecimentos durante o processo investigativo (SASSERON; CARVALHO, 2011).

2.2 A Abordagem CTSA e o Uso de Questões Sociocientíficas (QSC)

A integração entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) é fundamental para que o ensino de Química no Ensino Fundamental II ganhe relevância social. De acordo com Akahoshi e Marcondes (2012), o enfoque CTSA busca preparar o aluno para o exercício da cidadania, analisando as implicações das escolhas tecnológicas no meio ambiente.

Nesta perspectiva, as Questões Sociocientíficas (QSC) servem como o "motor" da investigação. Ao problematizar se o efeito estufa é um "vilão ou herói", a sequência didática evita uma visão puramente catastrofista e permite que o aluno desenvolva um pensamento crítico. Como apontado por Silva e Andrade (2020), a utilização de QSC em sequências didáticas favorece a reflexão sobre problemas reais, conectando o conteúdo escolar a dilemas éticos e sociais, como a desigualdade frente aos impactos climáticos.

2.3 Química da Atmosfera: Entre o Fenômeno Natural e a Ação Antrópica

Para que a investigação seja robusta, é necessário detalhar a química por trás do balanço energético terrestre. O Efeito Estufa é um fenômeno natural essencial, responsável por manter a Terra em uma temperatura média adequada à vida (MORAGA; EL OTTRA, 2021). O mecanismo baseia-se na capacidade de certos gases atmosféricos de absorverem radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, impedindo que todo o calor escape para o espaço.

Embora o Vapor d'água seja o gás com maior contribuição para o efeito natural, o Dióxido de Carbono (CO_2) assume papel central nas discussões sobre o aquecimento global devido ao desequilíbrio causado pela queima de combustíveis fósseis e pelo desmatamento. O material de apoio do Curso Ciência é 10 "A Terra em Colapso" (BRASIL, 2014) ressalta que o problema não reside no fenômeno em si, mas na sua intensificação antrópica, que rompe o ciclo natural do carbono e acelera as mudanças climáticas. Assim, desmistificar que o efeito estufa é "apenas ruim" é o primeiro passo para uma formação científica rigorosa e equilibrada.

A compreensão das dinâmicas climáticas exige, primordialmente, a distinção entre o mecanismo biofísico natural e o desequilíbrio gerado pelas atividades humanas. O Efeito Estufa é, essencialmente, um fenômeno natural e vital, responsável por manter a temperatura média da Terra em patamares que permitem a existência da biota (MORAGA; EL OTTRA, 2021). Sem a presença dos gases de efeito estufa (GEE), a Terra seria um ambiente hostil, com temperaturas médias em torno de -18° , impossibilitando a vida como a conhecemos (BRASIL, 2014).

2.3.1 O Balanço Energético Terrestre

O funcionamento químico da atmosfera baseia-se na seletividade da absorção de radiação. A energia solar atinge a Terra e aquece a superfície; esta, por sua vez, reemite energia na forma de radiação infravermelha (calor). Os GEE possuem a propriedade molecular de absorver parte dessa radiação de onda longa, "aprisionando" o calor nas camadas inferiores da atmosfera (SILVA et al., 2009). Este balanço energético é o que garante a estabilidade térmica do planeta.

Na composição química atmosférica, diferentes moléculas contribuem para a retenção de calor. É um equívoco comum nas salas de aula atribuir o efeito estufa apenas ao gás carbônico:

- Vapor d'água: É o principal gás de efeito estufa em termos de abundância e capacidade de absorção, sendo responsável pela maior parcela do efeito natural (MORAGA; EL OTTRA, 2021).
- Dióxido de Carbono (CO₂): Embora presente em menor concentração que o vapor d'água, o CO₂ é o regulador central do clima a longo prazo. Sua importância reside no fato de que pequenas variações em sua concentração — causadas, por exemplo, pela queima de combustíveis fósseis — desencadeiam mudanças significativas na temperatura global (BRASIL, 2014).
- Outros GEE: Gases como Metano (CH₄) e Óxido Nitroso (N₂O) possuem potencial de aquecimento global muitas vezes superior ao do CO₂, embora em concentrações menores.

O carbono transita entre a litosfera, a hidrosfera e a atmosfera em um equilíbrio dinâmico. Contudo, a ação antrópica rompe esse ciclo ao liberar estoques de carbono que estavam retidos no subsolo há milhões de anos. Conforme apontado no material "A Terra em Colapso" (BRASIL, 2014), o aumento da emissão de GEE por atividades industriais, aliado ao desmatamento (que reduz a remoção de CO₂ via fotossíntese), gera um "colapso" no sistema de autorregulação do planeta.

2.4 Desmistificação de Erros Conceituais

Um dos pilares da Alfabetização Científica neste TCC é a correção de visões distorcidas. É fundamental que o aluno compreenda que: O Efeito Estufa não é inerentemente "ruim", ele é um processo natural; o problema é sua intensificação (MORAGA; EL OTTRA, 2021) e que o efeito estufa ocorre pela absorção de infravermelho, enquanto a camada de ozônio interage com a radiação ultravioleta (SILVA et al., 2009). Corrigir a ideia de que o "buraco na camada de ozônio causa o aquecimento global" é um dos objetivos centrais desta proposta pedagógica.

Ao fundamentar o TCC nestes conceitos, justifica-se a utilização de uma Sequência Didática que leve o aluno a analisar o fenômeno sob uma perspectiva crítica, superando a visão puramente catastrofista e focando na responsabilidade social e ambiental (AKAHOSHI; MARCONDES, 2012).

2.5 Eixo Curricular: BNCC, CRMG e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

A inserção do tema Efeito Estufa no Ensino Fundamental II não é apenas uma escolha conteudista, mas uma obrigatoriedade normativa que visa a formação integral do estudante. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o estudo dos fenômenos climáticos permite que o aluno desenvolva a capacidade de analisar dados e evidências para compreender as transformações no planeta. A habilidade EF07CI13 propõe especificamente que o aluno aprenda a "descrever o mecanismo do efeito estufa e seu papel fundamental para a manutenção da vida na Terra, bem como avaliar as ações humanas e o seu impacto no aumento do efeito estufa" (BRASIL, 2018).

No âmbito regional, o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) reforça essa necessidade ao prever que o ensino de Ciências deve promover a Alfabetização Científica por meio de temas transversais que conectem o conhecimento químico à realidade local e global. De acordo com Akahoshi e Marcondes (2012), ao alinhar o conteúdo técnico às diretrizes curriculares, a escola cumpre seu papel de transpor conceitos abstratos para o campo da cidadania prática.

A Sequência Didática Investigativa (SDI) aqui proposta encontra-se em estreita consonância com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 (ODS 13) da ONU, que conclama por medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos. Justifica-se o foco neste ODS pois:

- Educação e Conscientização: A proposta busca melhorar a educação e a sensibilização humana e institucional sobre a mitigação das mudanças climáticas, conforme previsto nas metas da Agenda 2030.
- Visão Crítica e Cidadania: Ao utilizar as Questões Sociocientíficas (QSC), a SDI prepara o aluno para compreender problemas globais complexos, como a justiça climática e as desigualdades sociais diante dos desastres ambientais (SILVA; ANDRADE, 2020).

Portanto, o ensino do Efeito Estufa sob a perspectiva CTSA e investigativa ultrapassa a memorização de gases e fórmulas, permitindo que o estudante compreenda que o papel de cada um pode contribuir para a minimização dos impactos ambientais sofridos pela devastação da natureza e o consumo desenfreado. Essa abordagem garante que a ciência escolar seja uma ferramenta de intervenção e responsabilidade social, preparando o jovem para os desafios climáticos do século XXI.

SEGUNDA PARTE

Artigo - Elaborado conforme a norma NBR 6022	
Título do artigo:	O Efeito Estufa e o equilíbrio climático no Ensino Fundamental II: Proposta e validação teórica de uma sequência didática investigativa sob a perspectiva CTSA
Autores:	Lívia Maria Braga Resende, Lilian Patricia Lima



O Efeito Estufa e o equilíbrio climático no Ensino Fundamental II: Proposta e validação teórica de uma sequência didática investigativa sob a perspectiva CTSA

The Greenhouse Effect and climate balance in Middle School: Proposal and theoretical validation of an investigative teaching sequence from a STSE perspective

Lívia Maria Braga Resende

<https://orcid.org/0000-0002-9648-7890>

Lilian Patricia Lima

<https://orcid.org/0009-0002-3340-1284>

Resumo: Este artigo apresenta a elaboração e a validação teórica de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre o efeito estufa, destinada ao Ensino Fundamental II. O objetivo central é analisar se a SDI tem potencial para promover a Alfabetização Científica (AC) por meio de uma abordagem que integra experimentação investigativa e reflexão social. A metodologia caracteriza-se como uma pesquisa propositiva com análise teórica qualitativa, fundamentada no Ensino por Investigação (EnCI) e na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). A SDI estrutura-se em quatro momentos: problematização inicial; investigação experimental com materiais de baixo custo; discussão sociocientífica; e sistematização por meio de um guia informativo. Os resultados da validação demonstram que a proposta possui intencionalidade pedagógica para estimular o levantamento de hipóteses, a argumentação e a articulação de ideias. Conclui-se que a integração entre a experimentação e a análise social é uma estratégia eficaz para reduzir obstáculos conceituais, como a confusão entre o efeito estufa e a camada de ozônio, transformando o ensino de um tema técnico em uma ferramenta de reflexão crítica e exercício da cidadania.

Palavras-chave: ensino por investigação; alfabetização científica; ensino de ciências.

Abstract: This article presents the development and theoretical validation of an Investigative Didactic Sequence (IDS) on the greenhouse effect, intended for middle school (grades 6-9). The central objective is to promote Scientific Literacy (SL) through an approach that integrates investigative experiment and social analysis. The methodology is characterized as a propositional research with qualitative theoretical analysis, based on Inquiry-Based Teaching (IBTT) and the Science, Technology, Society and Environment (STSE) perspective. The IDS is structured in four stages: initial problematization; experimental investigation with low-cost materials; socio-scientific discussion; and systematization through an informative guide. The validation results demonstrate that the proposal has pedagogical intentionality to stimulate hypothesis formulation, argumentation, and the articulation of ideas. It is concluded that the integration between experimentation and social analysis is an effective strategy to reduce conceptual obstacles, such as the confusion between the greenhouse effect and the ozone layer, transforming the teaching of a technical topic into a tool for critical reflection and the exercise of citizenship.

Keywords: Inquiry-based learning; scientific literacy; science education.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências na contemporaneidade enfrenta o desafio de transcender a mera transmissão de informações para alcançar o que se denomina Alfabetização Científica (AC). Segundo Sasseron e Carvalho (2011), alfabetizar cientificamente não significa apenas ensinar termos técnicos, mas capacitar o estudante a ler o mundo, compreender a natureza da ciência e participar criticamente de debates que envolvem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). No entanto, temas complexos como o Efeito Estufa são frequentemente reduzidos a abordagens mecânicas em sala de aula, focadas na memorização de gases e fórmulas, ou apresentadas sob uma perspectiva puramente catastrófica, o que desestimula a investigação e a compreensão do fenômeno como um processo vital.

O problema central que norteia esta pesquisa reside na persistência de obstáculos conceituais significativos entre os alunos. Observa-se que, devido a uma abordagem descontextualizada, os estudantes costumam confundir o mecanismo do efeito estufa (relacionado à radiação infravermelha e retenção de calor) com a destruição da camada de ozônio (relacionada à radiação ultravioleta). Além disso, há uma dificuldade latente em distinguir o fenômeno natural, essencial para a manutenção da temperatura terrestre em patamares adequados à vida, do seu agravamento antrópico, decorrente do modelo de desenvolvimento e consumo da sociedade tecnológica atual.

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo elaborar e validar teoricamente uma Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre o efeito estufa para o Ensino Fundamental II, fundamentada no Ensino por Investigação (EnCI) e alinhada ao Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG), para promover Indicadores de Alfabetização Científica (IAC) – especialmente levantamento de hipóteses e argumentação – por meio da integração entre experimentação de baixo custo e análise sociocientífica na perspectiva CTSA.

A justificativa para esta abordagem reside na necessidade de metodologias ativas que coloquem o aluno no centro do processo de aprendizagem. O uso de experimentos investigativos simples e de baixo custo permite a manipulação de variáveis e a coleta de evidências, essencial para a construção do pensamento científico conforme defende Carvalho (2013). Complementarmente, a inserção da música e a abordagem de movimentos sociais, como o Fridays for the Future, atuam como estratégias de transposição didática, contribuindo para a humanização do conhecimento químico e para sua articulação com questões sociocientíficas contemporâneas. Dessa forma, busca-se transformar a abstração

conceitual em uma ferramenta de formação cidadã, preparando os estudantes para compreender e intervir de maneira crítica diante dos desafios climáticos do século XXI.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O Ensino de Ciências e a Alfabetização Científica (AC)

Atualmente, o ensino de Ciências da Natureza distancia-se da mera transmissão de conteúdos enciclopédicos para focar na formação de sujeitos críticos. Conforme defendem Sasseron e Carvalho (2011), o objetivo fundamental da educação científica não é a formação precoce de "minicientistas", mas sim a promoção da Alfabetização Científica (AC). Alfabetizar cientificamente implica em fornecer ferramentas para que o cidadão compreenda os processos da ciência, saiba analisar dados e possa participar ativamente de decisões que impactam sua vida e a coletividade.

Para operacionalizar e identificar esse processo em sala de aula, Sasseron (2008) propõe os Indicadores de Alfabetização Científica (IAC). Estes indicadores — que incluem o levantamento de hipóteses, a coleta de dados, a articulação de ideias e a argumentação — permitem ao professor avaliar se o estudante está, de fato, engajado em um pensamento científico reflexivo. No contexto desta SDI, os IACs funcionam como os marcos de validação da aprendizagem durante as atividades propostas.

2.2. O Ensino por Investigação (EnCI) e a Experimentação

A experimentação, presente de forma central nesta proposta, é fundamentada no Ensino por Investigação (EnCI). Diferente das práticas laboratoriais tradicionais, muitas vezes chamadas de "receitas de bolo" por serem puramente demonstrativas e mecânicas, a investigação proposta por Carvalho (2013) exige que o aluno ocupe o papel de protagonista.

Segundo Bassoli (2014), há uma diferença crucial entre o "Ensino por investigação" e as "atividades práticas investigativas". O Ensino por investigação constitui uma abordagem pedagógica ampla, centrada na resolução de problemas e na formulação e teste de hipóteses, o que pode ocorrer com ou sem o uso de experimentos. Já as atividades práticas investigativas integram essa mesma perspectiva e compartilham de seus propósitos, porém caracterizam-se obrigatoriamente pela realização de experimentações.

Nesta abordagem, o experimento não serve apenas para confirmar uma teoria já exposta, mas para gerar um problema. Conforme destaca a autora, o erro não deve ser evitado ou punido, mas sim encarado como uma etapa pedagógica fundamental. É através

do erro e do teste de hipóteses divergentes que o aluno é desafiado a reestruturar seu pensamento. Assim, a atividade experimental "A Terra em Colapso" é desenhada para que o estudante pense, intervenha na natureza e construa explicações baseadas em evidências.

2.3. A Abordagem CTSA e o Efeito Estufa

Para que o conhecimento científico não se encerre no laboratório, a SDI adota a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Esta perspectiva busca integrar o conteúdo técnico às suas implicações sociais e éticas. De acordo com Akahoshi e Marcondes (2012), o ensino de química deve permitir que o aluno perceba como as inovações tecnológicas e as demandas da sociedade pressionam o meio ambiente.

O tema "Efeito Estufa" é, por natureza, uma Questão Sociocientífica (QSC). Sua compreensão exige mais do que o conhecimento de radiações e gases; envolve o entendimento de geopolítica, economia, desigualdade social e hábitos de consumo. Ao utilizar recursos como a música "Para Onde Vamos?" e o estudo de movimentos como o Fridays For Future, esta pesquisa fundamenta-se na necessidade de humanizar a ciência, mostrando que o conhecimento químico é uma peça-chave para a tomada de decisões responsáveis e para a luta por justiça climática no século XXI.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa adota a abordagem propositiva (GIL, 2008), caracterizada pela criação de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) como produto concreto, associada à análise teórica qualitativa (CÊSAR; ZAN, 2011). A natureza propositiva se manifesta na elaboração de uma intervenção pedagógica planejada para superar a abordagem memorística e descontextualizada do efeito estufa (MORAGA; EL OTTRA, 2021), enquanto a validação teórica se dá pelo alinhamento sistemático das atividades da SDI aos Indicadores de Alfabetização Científica (IAC) propostos por Sasseron (2008).

A análise qualitativa consiste na construção de uma Matriz de Validação Teórica que cruza os quatro momentos da SDI – problematização, investigação experimental, discussão CTSA e sistematização – com os IAC (levantamento de hipóteses, argumentação, comunicação de resultados), confrontando-os aos referenciais teóricos de Carvalho (2013) e Akahoshi e Marcondes (2012). Essa triangulação metodológica assegura a intencionalidade pedagógica da proposta para o Ensino Fundamental II.

3.1 Estrutura da Sequência Didática Investigativa (SDI)

A SDI proposta foi organizada em quatro momentos distintos, totalizando quatro tempos de aula (50 minutos cada), seguindo os preceitos do Ensino por Investigação (CARVALHO, 2013). A estrutura busca transitar da problematização inicial à sistematização de conceitos, conforme descrito a seguir:

- Momento 1 - Problematização: Através da pergunta norteadora "O Efeito Estufa: Herói ou Vilão?", busca-se o levantamento dos conhecimentos prévios e o conflito cognitivo sobre a natureza do fenômeno.
- Momento 2 - Investigação Experimental: Realização de uma simulação física utilizando materiais de baixo custo para observar a retenção de calor, permitindo o teste de hipóteses e a coleta de dados.
- Momento 3 - Discussão sociocientífica baseada na análise da canção "Para Onde Vamos?", relacionando o conteúdo químico a impactos sociais, econômicos e ambientais.
- Momento 4 - Sistematização: Atividade de comunicação científica através da criação de um "Guia de Mitos e Verdades", visando consolidar a diferenciação entre efeito estufa e camada de ozônio.

3.2 Procedimentos de Análise e Validação Teórica

Para validar o potencial pedagógico da sequência, utilizou-se a técnica de Análise Teórica baseada nos Indicadores de Alfabetização Científica (IAC) propostos por Sasseron (2008). A análise consistiu no cruzamento das atividades planejadas com os indicadores (levantamento de hipóteses, teste de variáveis, argumentação e comunicação), verificando se as ações propostas para o aluno são capazes de promover as competências da Alfabetização Científica.

Para sistematizar esse processo, foi elaborada uma Matriz de Validação Teórica, que relaciona cada etapa da SDI à ação esperada do estudante e à sua respectiva justificativa fundamentada na literatura da área (SASSERON; CARVALHO, 2011). Estes indicadores funcionam como evidências de que a SDI possui intencionalidade para "provocar" o pensamento científico no aluno. A validação ocorre ao demonstrar que a jornada — que transita do conceito químico para a ação social — promove habilidades como o levantamento de hipóteses e a argumentação crítica, elementos fundamentais para o Ensino por Investigação (CARVALHO, 2013).

4 RESULTADOS

4.1 Elaboração da sequência didática investigativa

Nesta seção de resultados, apresenta-se a Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre o efeito estufa e o equilíbrio climático, elaborada para o Ensino Fundamental II sob a perspectiva CTSA, cujos elementos constitutivos representam o principal achado da pesquisa propositiva. A estrutura da SDI, organizada em quatro momentos – problematização inicial, investigação experimental com materiais de baixo custo, discussão sociocientífica e sistematização por meio de um guia informativo –, demonstra intencionalidade pedagógica para promover a Alfabetização Científica (AC) via Ensino por Investigação (EnCI), integrando experimentação física e análise social.

O primeiro plano de aula elaborado atende especificamente ao primeiro momento da SDI, a problematização. Ele promove o Indicador de Alfabetização Científica (IAC) de "Levantamento de Hipóteses" e "Articulação de Ideias", conforme a matriz de Sasseron (2008).

Plano de Aula 1

Identificação:

Professor: Lívia Maria Braga Resende Disciplina: Ciências
Série: 7º ano

Tema da Aula: O Efeito Estufa: Herói ou Vilão?

Objetivo(s) de aprendizagem:

- Diferenciar o fenômeno natural do Efeito Estufa da sua intensificação por ação antrópica.
- Identificar que, sem o efeito estufa, a temperatura média da Terra seria de -18°C , ao passo que o fenômeno a mantém em 15°C .
- Reconhecer a importância do equilíbrio térmico para a manutenção da biodiversidade e da vida como a conhecemos.

Competências:

Análise de Fenômenos Naturais: Identificar a temperatura estável da Terra (15°C) como resultado de um processo físico-químico natural.

Argumentação e Cidadania: Discutir o papel da sociedade e da tecnologia na mitigação do aquecimento global, utilizando argumentos baseados em evidências científicas e éticas (abordagem CTSA).

Alfabetização Científica: Desenvolver a capacidade de ler e interpretar fenômenos complexos, superando visões simplistas ou meramente memorizadas de gases e fórmulas.

Habilidades: EF07CI13 - Descrever o mecanismo do efeito estufa e seu papel fundamental para a manutenção da vida na Terra, bem como avaliar as ações humanas e seu impacto no

aumento do efeito estufa (elevação da temperatura média do planeta).

Objetivo de conhecimento/ conteúdos relacionados: ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) - Preparar o aluno para a compreensão de problemas globais complexos e para o exercício da cidadania frente aos desafios climáticos do século XXI.

Desenvolvimento:

- Início: A Problemática (10 minutos)

O professor inicia a aula apresentando imagens de desastres ambientais (secas, enchentes) e questiona: "O que vocês sentem ao ver essas imagens? Quem é o culpado?". Após as respostas, projeta a pergunta central: "O Efeito Estufa é vilão ou herói?".

O professor solicita que os alunos anotem em uma palavra ou termo sua opinião atual no Mentimeter, para levantar as concepções prévias e o nível de "visão catastrofista" da turma.

- Meio: O Conflito Cognitivo e o Diálogo Mediado (30 minutos)

O professor introduz dados científicos para gerar dúvida: apresenta que, sem o efeito estufa, a Terra teria uma temperatura média de -18°C , tornando-a um deserto de gelo. Os alunos são divididos em pequenos grupos para analisar manchetes de notícias. Eles devem identificar se a notícia trata o efeito estufa como um fenômeno natural ou como poluição. O professor circula entre os grupos explicando que o efeito estufa é um "cobertor" natural feito de gases como CO_2 e vapor d'água, essencial para a biodiversidade. Questiona-se: "Se o cobertor é bom, por que estamos em crise?". Introduz-se o conceito de Ação Antrópica e o desequilíbrio no ciclo do carbono causado pela queima de combustíveis fósseis.

- Fim: Sistematização Inicial e Registro (10 minutos)

A aula termina com o fechamento do debate. O professor não dá uma resposta definitiva de "vilão" ou "herói", mas sintetiza que o fenômeno é um herói natural que a ação humana (tecnologia e sociedade) está transformando em um risco. Os alunos devem escrever um parágrafo no caderno respondendo: "Minha visão sobre o efeito estufa mudou hoje? Por quê?".

Em preparação para a próxima aula, o professor lança o desafio: "Como podemos provar que esse 'cobertor de gases' realmente segura o calor? Vamos descobrir na aula prática".

Recursos didáticos: Projeção ou cartazes exibindo o efeito estufa como fenômeno vital (manutenção da temperatura em 15°C) versus imagens de desastres ambientais decorrentes do aquecimento global; manchetes de jornais e portais de notícias atuais que utilizam termos como "vilão" ou "catástrofe" para o efeito estufa, servindo de base para o conflito cognitivo; vídeo de animação: "Mudanças Ambientais Globais: Efeito Estufa" (AEB Escola), utilizado para visualizar o comportamento das radiações na atmosfera.

Avaliação da aprendizagem: A avaliação nesta etapa inicial é processual e qualitativa, focada no diagnóstico das concepções prévias e na evolução do pensamento crítico do aluno. Será avaliada a participação e engajamento do aluno através da observação da capacidade do aluno em expor suas ideias e ouvir os colegas durante o debate mediado sobre a dualidade do efeito estufa. Será verificado o registro individual no caderno, onde o aluno deve responder à pergunta norteadora ("Vilão ou Herói?") antes e depois da discussão. E será analisado como o aluno utiliza as informações apresentadas (como a temperatura de -18°C sem o fenômeno) para reformular sua visão sobre o tema. Também será avaliada a capacidade do aluno em começar a distinguir, ainda que inicialmente, o efeito estufa da camada de ozônio após as provocações do professor.

Referências:

BRASIL. Ministério da Educação. **Curso de Especialização em Ensino de Ciências (CIÊNCIA É 10!)**. Atividade para Investigação (AI): O efeito estufa é benéfico ou maléfico? Subtema: A Terra em colapso. Brasília: UAB/CAPES, 2014.

CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para o ensino em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

MORAGA, G. O.; EL OTTRA, J. H. L. **Abordagens investigativas sobre o efeito estufa na educação básica**. Curitiba: Editora CRV, 2021.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. **A química no efeito estufa**. Química Nova na Escola, n. 8, p. 10-14, nov. 1998.

Após debatermos o papel do efeito estufa como fenômeno vital, partimos para a busca por evidências concretas. Esta aula propõe uma investigação experimental para simular a retenção de calor na atmosfera. O objetivo é permitir que o aluno, por meio da coleta de dados e do teste de hipóteses, compreenda fisicamente como o aumento da concentração de gases pode levar ao desequilíbrio térmico do planeta.

Plano de Aula 2

Identificação:

Professor: Livia Maria Braga Resende Disciplina: Ciências

Série: 7º ano

Tema da Aula: A Terra em Colapso

Objetivo(s) de aprendizagem:

- Simular a retenção de calor através de materiais simples.
- Compreender os princípios físicos responsáveis pelo aquecimento do ar.
- Desenvolver habilidades de observação, registro e análise de dados experimentais.

Competências:

Pensamento Científico e Investigação: A atividade exige que o aluno utilize a curiosidade intelectual para investigar causas e efeitos, recorrendo à abordagem própria das ciências (como o levantamento de hipóteses e a análise de dados experimentais).

Consciência Ambiental e Responsabilidade: O material propõe a reflexão sobre como o modelo de sociedade tecnológica e de consumo pressiona a estabilidade natural do planeta.

Análise Crítica: Capacidade de distinguir entre o fenômeno natural benéfico (manutenção da temperatura estável) e o aquecimento global decorrente de desequilíbrios antrópicos.

Habilidades: EF07CI13: Descrever o mecanismo do efeito estufa e seu papel fundamental para a manutenção da vida na Terra, bem como avaliar as ações humanas e seu impacto no aumento do efeito estufa (elevação da temperatura média do planeta).

Objetivo de conhecimento/ conteúdos relacionados: ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) - Preparar o aluno para a compreensão de problemas globais complexos e para o exercício da cidadania frente aos desafios climáticos do século XXI.

Desenvolvimento:

- Início: Problematização e Hipóteses (10 minutos)

O professor apresenta os materiais (potes, filme plástico, água) e questiona como eles podem simular o planeta.

Questão Norteadora: "Como podemos provar que a atmosfera retém calor?".

Os estudantes devem associar cada material a um componente terrestre: o filme plástico representando a atmosfera e o papel alumínio a superfície.

Levantamento de Hipóteses: Os alunos registram o que esperam que aconteça com a temperatura da água nos diferentes recipientes (aberto vs. vedado).

- Meio: Experimentação e Coleta de Dados (30 minutos)

Os alunos montam os aparatos experimentais conforme as orientações.

Ação Experimental: Coloca-se 100 ml de água em temperatura ambiente nos potes. Um pote é vedado com filme plástico e outro permanece aberto. Ambos são expostos à luz solar direta por, no mínimo, 30 minutos. Durante o tempo de exposição, o professor mediará uma discussão sobre o Ciclo do Carbono e a diferença entre o fenômeno natural e a ação antrópica. É o momento de diferenciar a radiação infravermelha (calor) da ultravioleta (camada de ozônio). Após o tempo determinado, os alunos verificam a temperatura. Recomenda-se o uso do tato para aumentar a interação e percepção sensorial da diferença térmica.

- Fim: Análise e Socialização (10 minutos)

Os grupos retornam à sala para discutir se os resultados confirmaram as hipóteses iniciais. O aluno deve explicar quais princípios físicos (condução e retenção de calor) foram observados. Cada estudante responde: "O que o filme plástico fez que o pote aberto não conseguiu fazer?" e "Como isso se relaciona com a poluição atmosférica?".

Recursos didáticos: Materiais para o Experimento: 1 caixa de sapatos ou pote plástico (o recipiente deve ser mais alto que o copo utilizado), papel alumínio para forrar o fundo do recipiente, filme plástico ou saco plástico transparente com elástico (é fundamental vedar para impedir a circulação de ar), 100 ml de água em temperatura ambiente (ocupando metade do volume do copo), tesoura ou estilete. O uso do termômetro é opcional.

Material de Registro: Caderno ou ficha de observação para que os alunos façam anotações, desenhos e analisem os dados obtidos durante os 30 minutos de exposição ao sol.

Referências Teóricas para Mediação: Materiais complementares sobre o Ciclo do Carbono, Química da Atmosfera e a diferença entre radiação infravermelha e ultravioleta.

Avaliação da aprendizagem: Os alunos serão avaliados quanto à observação da participação efetiva, cuidado com a segurança no manuseio de materiais e capacidade de registrar e analisar os dados obtidos. A avaliação também deve considerar o sucesso na execução do experimento, a capacidade de associar os materiais aos componentes reais da Terra (ex: filme plástico como atmosfera) e a clareza nas respostas às questões investigativas propostas.

Referências:

BRASIL. Ministério da Educação. **Atividade para Investigação (AI): O efeito estufa é**

benéfico ou maléfico? Subtema: A Terra em colapso. Curso de Especialização em Ensino de Ciências (CIÊNCIA É 10!). UAB/CAPES: Brasília, 2014.

CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para o ensino em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

RODRIGUES, I. M. S.; et al. **Animação: Mudanças ambientais globais experiência efeito estufa.** Programa AEB Escola. Agência Espacial Brasileira (AEB). Portal eduCAPES, 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r-9YafuDyhY>. Acesso em: 18 out. 2024.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores.** 2008. 265 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica.** Investigação em Ensino de Ciências, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

Nesta etapa, aula 3, são retomadas as conclusões da Aula 2 (Experimento "A Terra em Colapso") para fundamentar a análise da canção. Os pontos de revisão e as novas provocações incluem: retomada do conceito de que o efeito estufa é um fenômeno natural essencial, mas que pode ser agravado por ações humanas; questionamento de quais gases (como CO₂ e metano) foram discutidos como responsáveis pelo aumento da retenção de calor; e do que acontece quando transportamos o que foi visto na aula experimental para a escala global de cidades e indústrias; introdução sobre a relação entre o consumismo e as diferenças socioeconômicas, com a reflexão de se aumento desse 'calor retido' afeta todas as pessoas da mesma maneira.

Plano de Aula 3

Identificação:

Professor: Lívia Maria Braga Resende Disciplina: Ciências
Série: 7º ano

Tema da Aula: Emissões de gases de efeito estufa e impactos ambientais e sociais

Objetivo(s) de aprendizagem:

- Identificar as causas e consequências da intensificação do efeito estufa a partir da análise da canção "Para Onde Vamos?".
- Conhecer movimentos globais de juventude e famílias (Fridays For Future e Famílias pelo Clima) como formas de participação social.
- Relacionar o conhecimento científico sobre o aquecimento global com a necessidade de políticas públicas e mudanças sistêmicas na agricultura e energia.
- Discutir o conceito de justiça climática, compreendendo que os impactos afetam mais severamente os mais vulneráveis.
- Articular os conhecimentos sobre Ciência e Tecnologia com as demandas da Sociedade e do Ambiente, identificando a necessidade de políticas públicas e fiscalização eficazes.
- Propor ações e mudanças de hábitos, tanto individuais quanto coletivas, que possam contribuir para a minimização da devastação da natureza.

Competências:

Argumentação - Argumentar com base em fatos e dados para promover a consciência socioambiental.

Responsabilidade e Cidadania - Agir coletivamente com autonomia e responsabilidade frente a problemas globais complexos.

Letramento Científico - Utilizar os conhecimentos das Ciências da Natureza para debater questões sociocientíficas (QSC), reconhecendo a ciência como um empreendimento humano que afeta a sociedade e o ambiente (Abordagem CTSA).

Habilidades: EF07CI13: A música funciona como disparador para que o aluno saia da descrição do fenômeno (visto na Aula 2) e entre na avaliação crítica das ações humanas e suas consequências sociais.

Objetivo de conhecimento/ conteúdos relacionados: ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) - Preparar o aluno para a compreensão de problemas globais complexos e para o exercício da cidadania frente aos desafios climáticos do século XXI. O papel do Estado e dos acordos internacionais na mitigação do aquecimento global.

Desenvolvimento:

- Início: Mobilização e Conexão (15 minutos)

O professor inicia retomando os dados da aula experimental ("A Terra em Colapso").

Ação: Relembra-se que o efeito estufa é um fenômeno de retenção de calor. O professor questiona: "O que acontece quando as atividades humanas 'engrossam' esse cobertor de gases?".

O professor apresenta os movimentos Famílias pelo Clima e Fridays For Future. Explica-se que o ativismo de Greta Thunberg e de milhões de jovens ao redor do mundo surgiu porque, embora a ciência já tenha modelado caminhos técnicos para limitar o aquecimento a 1,5°C (Acordo de Paris), os líderes globais não agiram com a rapidez necessária. Discute-se que protestos não violentos e a organização da sociedade civil são ferramentas fundamentais de mudança.

- Meio: Análise Investigativa da Canção (25 minutos)

Esta é a fase de Articulação de Ideias e Argumentação (Sasseron, 2008).

Após a introdução sobre os movimentos, a turma ouve a canção "Para Onde Vamos?".

Os alunos devem identificar na letra trechos que dialogam com o que foi exposto sobre o ativismo: o "consumo desenfreado", a "devastação da natureza" e o clamor por um futuro possível.

O professor questiona: "A música é um grito de alerta similar ao que os jovens do Fridays For Future fazem nas ruas?". Explora-se a ideia de que limitar o aquecimento é tecnicamente possível com energias renováveis e mudanças na agricultura.

- Fim: Sistematização e Reflexão Cidadã (10 minutos)

A aula encerra com o fechamento do ciclo reflexivo.

Os alunos registram no caderno uma proposta de ação que poderia ser adotada pela comunidade escolar, inspirada nos movimentos discutidos. O professor reforça que a ciência não é neutra e que o conhecimento químico sobre os gases estufa deve servir para embasar essas reivindicações sociais.

Recursos didáticos: Aparelho de som e projetor para reprodução da música e exibição de imagens/vídeos curtos sobre as greves pelo clima (FFF); letras da canção "Para Onde

Vamos?" impressas; quadro branco para registro da "tempestade de ideias" gerada pelo debate.

Avaliação da aprendizagem: Será observada a capacidade do aluno em relacionar a letra da música com os conceitos de emissão de gases e a percepção crítica sobre o impacto das atividades humanas e conceito político/social (ativismo e justiça climática).

Referências:

FRIDAYS FOR FUTURE. **About the movement.** Disponível em: <https://fridaysforfuture.org/>.

RENNÓ, C.; VILLARES, B. **Para Onde Vamos? (Canção).** Disponível em: <https://carlosrenno.com/cancoes/gravadas/para-onde-vamos-2/>.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG).** Belo Horizonte, 2019.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores.** Tese (Doutorado) – FE/USP, 2008.

Este plano de aula é o momento em que é validado o indicador de "Sistematização de Conhecimentos" e "Comunicação de Resultados" (SASSERON, 2008). Ao pedir que o aluno crie um guia, ele assume o protagonismo do próprio aprendizado, o que exige um nível de compreensão muito mais profundo do que uma simples prova de múltipla escolha.

Plano de Aula 4

Identificação:

Professor: Lívia Maria Braga Resende Disciplina: Ciências
Série: 7º ano

Tema da Aula: Guia de Mitos e Verdades sobre o Clima

Objetivo(s) de aprendizagem:

- Organizar os conhecimentos construídos ao longo da SDI, diferenciando de forma clara e tecnicamente correta o fenômeno do efeito estufa da destruição da camada de ozônio.
- Desenvolver habilidades de transposição didática, transformando termos científicos complexos em uma linguagem acessível para a comunidade escolar por meio do guia.
- Identificar e refutar mitos comuns sobre as mudanças climáticas (como a negação do aquecimento global ou a confusão entre clima e tempo), utilizando argumentos baseados em evidências científicas.
- Elaborar propostas práticas e locais para a mitigação dos impactos ambientais, demonstrando a compreensão de que a ação individual e coletiva é fundamental para o alcance do ODS 13.
- Avaliar a confiabilidade de fontes de informação sobre o meio ambiente, fortalecendo a autonomia intelectual e a responsabilidade socioambiental.

Competências:

Argumentação - Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis para formular, negociar e defender ideias e pontos de vista que respeitem e promovam os direitos

humanos e a consciência socioambiental.

Investigação e Análise - Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e social, como as mudanças climáticas, exercitando a curiosidade intelectual e a abordagem científica para desmistificar conceitos equivocados.

Habilidades: EF07CI13 - Descrever o mecanismo do efeito estufa e seu papel fundamental para a manutenção da vida na Terra, bem como avaliar as ações humanas e o seu impacto no aumento do efeito estufa e EF09CI13 - Propor estratégias e ações individuais e coletivas para o uso consciente e responsável de energia e recursos, visando o desenvolvimento sustentável.

Objetivo de conhecimento/ conteúdos relacionados: Identificação de "mitos" versus "verdades" científicas sobre o aquecimento global e elaboração de propostas para a mitigação de danos climáticos locais e globais (ODS 13).

Desenvolvimento:

- Início: Resgate e Provocação (10 minutos)

O professor inicia a aula com um desafio: apresenta algumas afirmações comuns encontradas na internet (Ex: "O frio de hoje prova que o aquecimento global é mentira" ou "O buraco na camada de ozônio é que causa o efeito estufa").

Os alunos, divididos em grupos, devem classificar rapidamente essas frases em "Fato" ou "Fake" e retomar os conhecimentos das aulas anteriores (o experimento físico e a discussão social) para identificar as fragilidades dos argumentos negacionistas ou confusos.

- Meio: Produção do Guia "Mitos e Verdades" (30 minutos)

Nesta etapa, ocorre a Sistematização de Conhecimentos e a Comunicação de Resultados (Indicadores de Sasseron).

Cada grupo fica responsável por desmistificar um "Mito" específico. Eles devem redigir uma explicação curta e científica para o público leigo. O professor orienta que o guia deixe claro que o Efeito Estufa envolve radiação infravermelha e gases como CO₂, enquanto a Camada de Ozônio envolve radiação ultravioleta e gases CFCs. Os alunos utilizam os recursos disponíveis (cartazes ou ferramentas digitais) para criar o layout do guia, focando em uma linguagem acessível e investigativa.

- Fim: Socialização e Proposta de Ação (10 minutos)

A aula e a SDI encerram-se com a apresentação dos guias.

Os grupos compartilham suas produções. O professor media a discussão final: "Agora que sabemos a verdade científica e conhecemos movimentos como o *Fridays For Future*, o que nossa escola pode fazer?". Os guias são fixados na escola ou compartilhados em redes sociais da instituição, cumprindo o papel social da ciência. Observa-se a precisão conceitual na diferenciação dos fenômenos e a capacidade de traduzir o rigor químico para uma linguagem cidadã.

Recursos didáticos: Materiais de papelaria (cartolinas, canetas, post-its) ou dispositivos digitais, fichas com frases de "senso comum" sobre o clima, roteiro de apoio com os principais conceitos químicos trabalhados na SDI.

Avaliação da aprendizagem: Análise do "Guia de Mitos e Verdades" quanto à correção científica e clareza de comunicação e verificação se o aluno atingiu a habilidade EF07CI13 ao conseguir explicar o mecanismo do efeito estufa sem confundir com outros fenômenos.

Referências:

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. 2018.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG)**. Belo Horizonte, 2019.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**. Tese (Doutorado) – FE/USP, 2008.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. **A química no efeito estufa**. Química Nova na Escola, 1998.

4.2 Matriz de Validação Teórica da SDI

O Quadro 1 sistematiza a articulação teórica entre as aulas da Sequência Didática Investigativa (SDI) elaborada, os indicadores de Alfabetização Científica (AC) e os referenciais conceituais de Carvalho (2013) e Akahoshi e Marcondes (2012), cujas categorias analíticas subsidiaram a estruturação da proposta. Essa integração fundamenta-se na análise qualitativa dos descritores de AC, alinhando os momentos pedagógicos da SDI – problematização, investigação experimental, discussão sociocientífica e sistematização – às dimensões epistemológica, procedimental e atitudinal da formação científica, conforme delineadas pelas autoras citadas. Tal abordagem assegura a coerência teórica da proposta, validando sua intencionalidade para o Ensino Fundamental II sob a perspectiva CTSA.

QUADRO 1: Matriz de Validação Teórica da SDI

Etapa/Aula da SDI	Ação do Aluno (Protagonismo)	Indicador de Alfabetização Científica (IAC)	Justificativa Teórica (Análise)
Aula 1: Problematização	Expressa conhecimentos prévios e reflete se o efeito estufa é "herói ou vilão".	Levantamento de Concepções e Problematização	Ao ser confrontado com uma Questão Sociocientífica (QSC), o aluno evidencia seu pensar e estrutura demandas por respostas (SASSERON, 2008).
Aula 2: Investigação Experimental	Realiza a simulação com garrafas PET (BRASIL, 2014), observa a retenção de calor e registra dados.	Levantamento e Teste de Hipóteses; Coleta de Dados	O experimento induz o pensamento investigativo, permitindo que a resposta seja construída pelo estudante através da evidência física (CARVALHO, 2013).

Aula 3: Dimensão CTSA	Analisa a canção "Para Onde Vamos?", discutindo o papel da tecnologia e da sociedade.	Articulação de Ideias; Argumentação	A discussão provoca o aluno a relacionar o conteúdo técnico com aspectos ambientais, culturais e sociais da perspectiva CTSA (AKAHOSHI; MARCONDES, 2012).
Aula 4: Sistematização	Elabora um "Guia de Mitos e Verdades", diferenciando radiação infravermelha e ultravioleta.	Sistematização de Conhecimentos; Comunicação de Resultados	O aluno organiza as informações e as comunica de forma cidadã, demonstrando a compreensão dos processos da ciência (SASSERON; CARVALHO, 2011).

5 DISCUSSÃO

A análise da matriz de validação demonstra que a Sequência Didática Investigativa (SDI) foi desenhada para promover o protagonismo estudantil, retirando o estudante da posição de "espectador" de fenômenos naturais para torná-lo sujeito ativo na construção do saber. Conforme defendido por Carvalho (2013), a base do Ensino por Investigação (EnCI) reside na criação de condições para que o aluno manipule objetos, debata ideias e enfrente problemas reais. Essa perspectiva materializa-se na transição da Investigação Experimental (Aula 2), baseada no roteiro "A Terra em Colapso" (BRASIL, 2014), para a Dimensão CTSA (Aula 3), garantindo que o ensino de química não se restrinja à memorização passiva de gases e fórmulas.

Nesse sentido, cada etapa da matriz corresponde a um esforço deliberado para disparar os Indicadores de Alfabetização Científica (IAC). A escolha de iniciar a sequência com a provocação "Efeito Estufa: Herói ou Vilão?" (Aula 1) fomenta, primordialmente, o "Levantamento de Hipóteses". Para Sasserón (2008), esse indicador é o motor inicial do pensamento crítico, pois obriga o aluno a acessar seus conhecimentos prévios e articulá-los com novas informações para formular uma explicação provisória sobre o mundo. Esse raciocínio lógico é consolidado na Aula 2, onde o registro das expectativas sobre o aquecimento da água no recipiente vedado serve de base para a futura "Argumentação", indicador essencial para a formação do cidadão alfabetizado cientificamente.

A dimensão social da ciência ganha corpo na Aula 3 através da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Ao integrar a canção "Para Onde Vamos?", a SDI

impede que o conteúdo químico permaneça isolado em abstrações laboratoriais. Como apontam Akahoshi e Marcondes (2012), o ensino ganha significado quando o aluno percebe que a retenção de calor observada no experimento é o mesmo fenômeno que gera injustiças climáticas e mobiliza movimentos globais, como o *Fridays For Future*. De acordo com Silva e Andrade (2020), validar sequências didáticas a partir de questões sociocientíficas humaniza a ciência e permite que o aluno desenvolva o ideal de participação diante de problemas socioambientais complexos.

Por fim, a Aula 4 atua como o ponto de fechamento cognitivo necessário para sanar obstáculos epistemológicos históricos, como a confusão clássica entre o Efeito Estufa e a destruição da Camada de Ozônio. Ao exigir que o aluno atue como um comunicador científico no "Guia de Mitos e Verdades", a SDI garante a "Sistematização de Conhecimentos". Essa diferenciação conceitual entre radiação infravermelha e ultravioleta não apenas resolve um erro comum em avaliações, mas assegura o rigor técnico necessário para que o estudante intervenha de forma qualificada em discussões contemporâneas.

Portanto, a matriz de validação funciona como uma articulação dialética entre teoria curricular e praxis pedagógica, atestando que a SDI satisfaz os pressupostos de um ensino de ciências reflexivo e emancipatório, validando teoricamente que a mesma possui os elementos fundamentais para desenvolver a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental II, preparando cidadãos que não apenas conhecem a ciência, mas sabem utilizá-la para interpretar e transformar a sociedade.

6 CONCLUSÃO

A presente investigação teve como objetivo elaborar e analisar uma Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre o efeito estufa para o Ensino Fundamental II, fundamentada nos pressupostos do Ensino por Investigação e da abordagem CTSA. A análise teórica da proposta evidencia que a articulação entre essas abordagens constitui uma estratégia promissora para superar práticas de ensino centradas na memorização e favorecer o desenvolvimento da Alfabetização Científica.

Os resultados indicam que o protagonismo estudantil, estimulado por meio de atividades investigativas, pode contribuir para a superação de obstáculos conceituais recorrentes — como a confusão entre efeito estufa e camada de ozônio — ao possibilitar a transposição do conhecimento científico para uma linguagem mais acessível e contextualizada, voltada à formação para a cidadania climática (ODS 13).

Embora a validação da proposta tenha se restringido ao âmbito teórico, a sequência didática apresenta potencial como recurso pedagógico, configurando-se como um roteiro metodológico coerente e alinhado ao Currículo Referência de Minas Gerais. Além disso, a integração entre diferentes estratégias didáticas, como experimentação de baixo custo, uso de música e problematização sociocientífica, amplia as possibilidades de promoção dos indicadores de Alfabetização Científica.

Dessa forma, o trabalho contribui para o campo do Ensino de Química ao propor uma abordagem que articula conhecimentos científicos e questões sociais contemporâneas, favorecendo a formação de estudantes capazes de compreender, interpretar e intervir criticamente frente aos desafios ambientais.

REFERÊNCIAS

AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R. O ciclo da água e o efeito estufa sob uma perspectiva CTSA: uma unidade didática para o ensino fundamental. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, p. 119-141, 2012.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação*, v. 20, n. 3, p. 579–593, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio: Ciências da Natureza. Brasília: MEC/SEB, 2014.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Curso de Especialização em Ensino de Ciências (CIÊNCIA É 10!)**. Atividade para Investigação (AI): O efeito estufa é benéfico ou maléfico? Subtema: A Terra em colapso. Brasília: UAB/CAPES, 2014.

CARVALHO, A. M. P. (org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CÊSAR, N. M.; ZAN, R. Metodologia da pesquisa em ensino de ciências: uma introdução. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2011. p. 245-270.

FRIDAYS FOR FUTURE. **About the movement**. Disponível em: <https://fridaysforfuture.org/>.

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

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG)**. Belo Horizonte, 2019.

MORAGA, S.; EL OTTRA, J. H. L. Sequências didáticas investigativas: um olhar para a alfabetização científica em teses e dissertações brasileiras. *Revista Prática Docente*, v. 6, n. 1, p. e014, 2021.

RENNÓ, C.; VILLARES, B. **Para Onde Vamos? (Canção)**. Disponível em: <https://carlosrenno.com/cancoes/gravadas/para-onde-vamos-2/>.

RODRIGUES, I. M. S.; et al. **Animação: Mudanças ambientais globais experiência efeito estufa. Programa AEB Escola. Agência Espacial Brasileira (AEB)**. Portal eduCAPES, 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r-9YafuDyhY>. Acesso em: 18 out. 2024.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 2008. 265 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SILVA, J. R. S.; ANDRADE, M. A. B. S. A alfabetização científica e o ensino de química: uma análise das questões sociocientíficas em livros didáticos. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 11, n. 6, p. 642-661, 2020.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. A química no efeito estufa. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 10-14, nov. 1998.

TERCEIRA PARTE

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir este trabalho, verifica-se que a elaboração da SDI não foi apenas um exercício acadêmico, mas uma resposta à necessidade urgente de metodologias ativas no Ensino Fundamental II. Este estudo retomou a problemática do ensino mecânico e descontextualizado para oferecer uma alternativa fundamentada no Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG).

A construção da SDI evidencia a complexidade de transpor o conhecimento químico técnico para uma linguagem acessível e cidadã, alinhando rigor científico à formação para o exercício da cidadania climática. Sua principal contribuição reside na articulação inovadora entre experimentação física, análise sociocientífica (CTSA) e recursos culturais – como a canção 'Para Onde Vamos?' e o movimento Fridays for Future –, demonstrando que o ensino de Química pode ser humanizado e conectado a questões de justiça ambiental e ODS 13.

Como limitação metodológica, reconhece-se que a validação restringiu-se ao âmbito teórico, sem aplicação empírica em sala de aula. Para pesquisas futuras, recomenda-se a implementação da SDI em contextos reais, com análise qualitativa e quantitativa da evolução dos indicadores de alfabetização científica nos estudantes, bem como adaptações para outras séries ou temas sociocientíficos. Assim, este estudo reafirma que a Alfabetização Científica, mediada pelo EnCI e pela perspectiva CTSA, constitui estratégia fundamental para formar cidadãos críticos, capazes de utilizar o conhecimento científico na interpretação e transformação dos desafios climáticos contemporâneos.

REFERÊNCIAS

- AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R. Uma análise de materiais instrucionais com enfoque CTSA produzidos por professores em um curso de formação continuada. REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 11, n. 3, p. 556-577, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Curso de Especialização em Ensino de Ciências (CIÊNCIA É 10!). Universidade Aberta do Brasil - UAB. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. Brasília: UAB/CAPES, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Atividade para Investigação (AI): O efeito estufa é benéfico ou maléfico? Subtema: A Terra em colapso. Programa AEB Escola. Agência Espacial Brasileira (AEB), 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r-9YafuDyhY>. Acesso em: 18 out. 2024.
- CARVALHO, A. M. P. (org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para o ensino em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG). Belo Horizonte, 2019.
- MORAGA, G. O.; EL OTTRA, J. H. L. Abordagens investigativas sobre o efeito estufa na educação básica. Curitiba: Editora CRV, 2021.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13: Ação Contra a Mudança Global do Clima. Agenda 2030, 2015.
- SASSERON, L. H. Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores. 2008. 265 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. Investigação em Ensino de Ciências, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.