

Estado do conhecimento sobre o ensino de termodinâmica (2015-2024): intersecções com a experimentação e as mudanças climáticas

State of knowledge on thermodynamics teaching (2015-2024): intersections with experimentation and climate change

Estado del conocimiento sobre la enseñanza de la termodinámica (2015-2024): intersecciones con la experimentación y el cambio climático

HEYDRIAN FREITAS FERREIRA¹

MARCELO FRANCO LEÃO²

RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar as principais tendências e lacunas em pesquisas brasileiras (teses e dissertações) sobre o ensino de Termodinâmica, que envolveram experimentação e questões ambientais. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, do tipo Estado do Conhecimento e abordagem qualitativa, que adotou o recorte temporal entre os anos de 2015 e 2024. As produções científicas nacionais da temática foram buscadas em dois bancos de dados: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Dentre as 140 produções acadêmicas sobre o assunto encontradas, 15 dissertações e 5 teses compuseram o corpus final da análise. A análise dos dados se centrou em identificar principais tendências temáticas, teóricas, metodológicas e de campo, além de lacunas presentes nessas pesquisas, de modo a contribuir com novos referenciais para pesquisadores e professores. Pelo estudo realizado, fica evidente a predominância de abordagens contextualizadas, com foco em alfabetização científica, CTSA e sequências didáticas que utilizam recursos tecnológicos. Também se identificaram lacunas relacionadas à aplicação prática da Termodinâmica em realidades locais e à abordagem da justiça climática. Conclui-se que a articulação entre Termodinâmica, experimentação e questões ambientais fortalece uma educação científica crítica e significativa.

Palavras-chave: Ensino de Física. Experimentação. Mudanças climáticas. Termodinâmica.

ABSTRACT

This article aims to analyze the main trends and gaps in Brazilian research (theses and dissertations) on the teaching of Thermodynamics, which involve experimentation and environmental issues. This is a bibliographical study, using a State of Knowledge approach and a qualitative approach, covering the period 2015 to 2024.

¹ Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6110-1939>.
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4638785984467081>. E-mail: heydrianfreitas10@hotmail.com.

² Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9184-916X>.
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6237242675937692>. E-mail: marcelo.leao@ifmt.edu.br.

National scientific productions on the topic were searched in two databases: the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) and the CAPES Catalog of Theses and Dissertations. Of the 140 academic productions on the subject found, 15 dissertations and 5 theses comprised the final corpus of analysis. Data analysis focused on identifying the main thematic, theoretical, methodological, and field trends, as well as gaps in these studies, in order to contribute new references for researchers and educators. The study clearly highlights the predominance of contextualized approaches, focusing on scientific literacy, CTSA, and teaching sequences that utilize technological resources. Gaps were also identified related to the practical application of thermodynamics in local contexts and the approach to climate justice. The conclusion is that the connection between thermodynamics, experimentation, and environmental issues strengthens critical and meaningful science education.

Keywords: Physics Teaching. Experimentation. Climate Change. Thermodynamics.

RESUMEN

Este artículo busca analizar las principales tendencias y lagunas en la investigación brasileña (tesis y disertaciones) sobre la enseñanza de la Termodinámica, que involucran experimentación y cuestiones ambientales. Se trata de un estudio bibliográfico, con un enfoque de Estado del Conocimiento y un enfoque cualitativo, que abarca el período de 2015 a 2024. Se buscó la producción científica nacional sobre el tema en dos bases de datos: la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones (BDTD) y el Catálogo de Tesis y Disertaciones de la CAPES. De las 140 producciones académicas encontradas sobre el tema, 15 disertaciones y 5 tesis conformaron el corpus final de análisis. El análisis de datos se centró en identificar las principales tendencias temáticas, teóricas, metodológicas y de campo, así como las lagunas en estos estudios, con el fin de aportar nuevas referencias para investigadores y educadores. El estudio destaca claramente el predominio de enfoques contextualizados, centrados en la alfabetización científica, CTSA y secuencias de enseñanza que utilizan recursos tecnológicos. También se identificaron deficiencias en la aplicación práctica de la termodinámica en contextos locales y en el enfoque de la justicia climática. La conclusión es que la conexión entre la termodinámica, la experimentación y las cuestiones ambientales fortalece una educación científica crítica y significativa.

Palabras clave: Enseñanza de la Física; Experimentación; Cambio.

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa científica é uma das formas mais potentes de compreender e transformar o mundo. Ao desenvolver uma pesquisa, o pesquisador se debruça sobre uma realidade, buscando compreendê-la a partir de múltiplas perspectivas teóricas e metodológicas. Esse processo envolve escolhas conscientes, como a definição do campo de investigação, os conceitos que orientam o olhar do pesquisador, os procedimentos de análise e os contextos em que se insere o objeto de estudo. Cada pesquisa, entretanto, carrega marcas do seu tempo, de suas inquietações e da forma como o conhecimento se organiza em determinada área.

Pesquisar significa um estudo metódico e sistemático, visando à descoberta de novos fatos ou relações, o que exige rigor, fundamentação teórica sólida e clareza metodológica (Gil, 2008). Para Lakatos e Marconi (2010), o valor de uma pesquisa reside em sua capacidade

de produzir conhecimento válido e útil, construído a partir de procedimentos coerentes com a realidade investigada. Nesse sentido, refletir sobre os caminhos metodológicos percorridos por outros pesquisadores não é apenas um exercício de mapeamento, mas um movimento formativo que instiga novas possibilidades investigativas.

Do ponto de vista teórico, entende-se a teoria como um conjunto articulado de conceitos, proposições e pressupostos que permite compreender fenômenos, estabelecer relações entre variáveis e orientar a produção do conhecimento (Bogdan; Biklen, 1994). No campo da educação científica, a teoria não é apenas um suporte, ela é constitutiva da forma como se olha, se interage e se transforma a realidade. Como afirma Demo (1996), “a teoria não é um luxo acadêmico, mas condição de leitura crítica do mundo” (p. 123).

Neste artigo, a reflexão realizada tem como foco a análise das tendências temáticas, teóricas, de campo e metodológicas de pesquisas desenvolvidas no Brasil nos últimos anos sobre o ensino de Termodinâmica, especialmente quando associado à experimentação e às mudanças climáticas. Trata-se de uma área que tem crescido em relevância diante da necessidade de construir uma educação científica mais conectada aos desafios contemporâneos, tais como a crise ambiental, a sustentabilidade e a formação crítica dos estudantes.

A escolha por investigar essa temática justifica-se por múltiplas razões. Primeiramente, porque o ensino de conteúdos como a Termodinâmica ainda enfrenta desafios significativos na Educação Básica, muitas vezes restrito a fórmulas e abstrações. Em segundo lugar, porque a experimentação, aliada à problematização de contextos reais, tem se mostrado uma via eficaz para o desenvolvimento da compreensão conceitual e da alfabetização científica (Sasseron; Carvalho, 2011; Ramos, 2020; Souza, 2017).

Conforme destacam Sasseron e Carvalho (2011), práticas investigativas que articulam experimentação e problematização são fundamentais para promover os eixos estruturantes da alfabetização científica, permitindo que os estudantes não apenas compreendam conceitos, mas desenvolvam capacidades de análise, argumentação e tomada de decisão frente a questões científicas e sociais

Diante disso, o presente artigo tem como objetivo analisar as principais tendências e lacunas em pesquisas brasileiras (teses e dissertações) sobre o ensino de Termodinâmica, que envolveram experimentação e questões ambientais. Trata-se de um Estado do Conhecimento que adotou o recorte temporal entre os anos de 2015 à 2024, tendo em vista a

sistematização de saberes já produzidos e com a ampliação de horizontes para novas investigações no campo da Educação em Ciências.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ensino de Termodinâmica tem se reinventado, sobretudo quando articulado à experimentação e a temas contemporâneos, como as mudanças climáticas. Essa renovação surge diante da necessidade de promover uma educação científica mais crítica, significativa e contextualizada. Tradicionalmente, a Física escolar esteve muito centrada em modelos abstratos e na formalização matemática, o que, muitas vezes, dificultava a compreensão dos fenômenos físicos por parte dos estudantes da Educação Básica.

Com o avanço das discussões em torno da alfabetização científica, diferentes autores passaram a defender uma maior articulação entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Nessa perspectiva, destacar que o enfoque CTS busca “promover o desenvolvimento de uma educação científica voltada à compreensão crítica do mundo contemporâneo” (Auler, 2007, p.25). De forma complementar, Hodson (2003) argumenta que a ciência escolar precisa capacitar os estudantes a participarem ativamente dos debates sociais, fazendo com que tenham mais autonomia em sua própria formação.

A inclusão de temas como as mudanças climáticas no currículo de Ciências, especialmente quando associada ao ensino de conceitos da Física, reflete um esforço de atualização pedagógica e de aproximação com as demandas da sociedade contemporânea. Ao abordar questões urgentes, como o aquecimento global, o ensino de Física pode ganhar novos significados. Nesse sentido, Silva et al. (2000) afirmam que “a introdução de contextos atuais, como o aquecimento global, permite ressignificar os conteúdos clássicos da Física, promovendo um ensino mais engajado e contextualizado” (p. 414).

Um dos conteúdos que mais se beneficiam dessa abordagem, se destaca a Termodinâmica, que trata do ramo da Física responsável pelo estudo das transformações de energia, especialmente a energia térmica, em sistemas físicos diversos (Clausius, 1865). Santos e Pereira (2021) acrescentam que a Termodinâmica envolve um conjunto de princípios fundamentais capazes de explicar o comportamento da matéria em diferentes condições energéticas, sendo, portanto, essencial para a compreensão de uma ampla gama de fenômenos, tanto naturais quanto tecnológicos.

Logo podemos enfatizar que o ensino desse conteúdo se torna mais significativo quando vinculado a situações do cotidiano, como o funcionamento de motores, os sistemas de aquecimento e os impactos ambientais decorrentes do uso e da conversão de energia. Essa abordagem contextualizada dialoga diretamente com as preocupações de organizações internacionais como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que em seus relatórios de avaliação (IPCC, 2014; 2021; 2023) enfatiza a urgência de compreender os processos termodinâmicos relacionados ao balanço energético global, à emissão de gases de efeito estufa e às transformações de energia em sistemas antropogênicos, tornando fundamental a formação de cidadãos capazes de compreender e atuar frente aos desafios climáticos contemporâneos.

Muitos autores defendem que a ciência ensinada na escola necessita contribuir para o desenvolvimento de competências que permitam aos estudantes compreenderem fenômenos do mundo real, como os eventos climáticos extremos e seus impactos sobre a vida humana (Hodson, 2003). Dentro desse contexto, a Termodinâmica assume um papel fundamental, por possibilitar a compreensão dos mecanismos físicos envolvidos nas mudanças climáticas, como os processos de absorção e emissão de radiação, além do balanço energético do planeta.

A caracterização do ensino de Termodinâmica no contexto escolar revela uma série de desafios didáticos e metodológicos. O ensino investigativo, fundamentado em experimentação e resolução de problemas, tem se mostrado uma estratégia promissora. Esse modelo prevê o envolvimento do estudante em todas as etapas do processo científico, sendo eles a formulação de perguntas, planejamento e execução de experimentos, análise de dados e construção de conclusões. Os Três Momentos Pedagógicos (problemática inicial, organização do conhecimento e aplicação) constituem uma estrutura eficaz para integrar temas contemporâneos ao ensino de conteúdos clássicos da Física, como a Termodinâmica (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011).

A aplicação prática dessa abordagem já foi explorada em diferentes contextos educacionais. Em estudo recente, foi desenvolvido uma sequência didática baseada em experimentação e uso de sensores com estudantes do Ensino Médio, com o objetivo de investigar as variáveis atmosféricas e discutir os impactos das mudanças climáticas (Silva; Oliveira; Sant'Ana, 2020). Os autores relataram maior engajamento dos estudantes e aprofundamento conceitual nos temas de calor, temperatura e energia.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a construção deste estudo, caracterizado como uma pesquisa bibliográfica, do tipo Estado do Conhecimento e de abordagem qualitativa, realizou-se um mapeamento sistematizado na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, com o objetivo de analisar as principais tendências e lacunas em pesquisas brasileiras (teses e dissertações) sobre o ensino de Termodinâmica que envolveram experimentação e questões ambientais. O recorte temporal adotado compreendeu os anos de 2015 a 2024, o que garante uma análise mais atual.

O levantamento bibliográfico foi conduzido de acordo com os princípios metodológicos de Gil (2019) para pesquisas bibliográficas sistemáticas e seguindo os critérios de rigor científico definidos por Severino (2017) na análise documental. Segundo Gil (2019), esse tipo de pesquisa baseia-se em materiais já produzidos, especialmente livros e artigos científicos, possibilitando ao pesquisador alcançar um conjunto de fenômenos mais amplo do que seria viável por meio da investigação direta.

Para localizar os estudos relevantes, foram empregados três pares de descritores, sempre com o operador booleano AND: "experimentação" and "termodinâmica", "experimentação" and "mudanças climáticas" e "termodinâmica" and "mudanças climáticas". A partir dessas combinações, no BDTD foram localizadas 26 produções com "experimentação" and "termodinâmica"; 41 com "experimentação" and "mudanças climáticas"; e 73 com "termodinâmica" and "mudanças climáticas". Já no Portal de Periódicos da CAPES, foram encontrados 10 com "experimentação" and "termodinâmica"; 13 com "experimentação" and "mudanças climáticas"; e 4 com "termodinâmica" and "mudanças climáticas".

Com base nesse total de obras, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para o refinamento do corpus. Foram incluídas as dissertações e teses que abordavam diretamente o ensino de Termodinâmica, especialmente aquelas que propunham ou analisavam práticas didáticas envolvendo experimentação e/ou mudanças climáticas, e que estavam disponíveis integralmente em formato digital. Também foram considerados apenas trabalhos vinculados a programas de pós-graduação na área de Ensino de Ciências ou áreas correlatas.

Foram excluídas as produções repetidas entre as buscas, aquelas que tratavam exclusivamente de conteúdos conceituais sem interface com processos educativos, estudos voltados apenas a áreas técnicas, além de trabalhos fora do recorte temporal estabelecido.

Após a aplicação desses filtros, realizou-se uma leitura exploratória dos títulos e resumos, seguida da leitura integral dos materiais que atenderam aos critérios definidos.

Das 140 obras inicialmente encontradas nos dois bancos de dados, 120 foram excluídas com base nos seguintes critérios: 34 foram eliminadas por serem repetidas entre os descritores e bases de dados; 29 foram desconsideradas por não tratarem diretamente do ensino de Termodinâmica, mesmo que mencionassem os descritores utilizados; 21 foram descartadas por não apresentarem interface com a Educação Básica ou formação docente, concentrando-se em aspectos exclusivamente técnicos ou conceituais; 19 obras foram excluídas por não estarem disponíveis integralmente em formato digital nos repositórios consultados; e 18 trabalhos estavam fora do recorte temporal estabelecido (anteriores a 2015). Ao final desse processo de triagem e análise qualitativa, foram selecionadas 19 produções acadêmicas que compõem o corpus deste artigo. Cabe ressaltar que das 19 obras analisadas, 17 são dissertações e 2 são teses.

Para a interpretação dos dados, utilizou-se a Análise de Conteúdo conforme proposta por Bardin (2011), permitindo assim a categorização e sistematização dos resultados de forma rigorosa e fundamentada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Quadro 1 apresenta os critérios de análise/categorização observados nas teses e dissertações encontradas nos bancos de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e no Periódico da CAPES.

Estudo (autor/ano)	Tema/Assunto	Principais referenciais teóricos	Sujeitos/Participantes ou Fonte de informações	Tipo de pesquisa e Abordagem	Coleta de dados e Metodologia de análise
Santana (2020)	CTSA e mudanças climáticas no ensino de Termodinâmica	Latour (1994), Delizoicov (2011), Freire (1996)	Estudantes do 3º ano do EM	Pesquisa qualitativa, intervenção pedagógica	Aplicação de sequência didática; análise textual e de respostas dos estudantes
Torres (2016)	Conforto térmico e desempenho acadêmico	Fanger (1970), ISO (2005), Vygotsky (2001)	Estudantes do Ensino Superior	Estudo de caso, abordagem quantitativa	Medição ambiental e testes cognitivos; análise estatística

Silva (2019)	História da ciência e Termodinâmica	Vygotsky (2001), Matthews (1995), Chalmers (1993)	Estudantes do 2º ano do Ensino Médio	Pesquisa qualitativa, tipo de pesquisa não informado	Sequência didática com textos históricos; análise de conteúdo
Vidal (2018)	Ensino de Termodinâmica com Arduino	Papert (1980), Valente (1999), Vygotsky (2001)	Estudantes do Ensino Médio	Pesquisa ação, abordagem não informada	Construção de sensores com Arduino; registros e diário de campo
Fernandes (2015)	Abordagem temática e CTSA no ensino de energia	Freire (1996), Delizoicov (2011), Santos (2002)	Estudantes do Ensino Médio	Pesquisa qualitativa, intervenção	Aplicação de sequência temática; análise interpretativa
Oliveira (2020)	Alfabetização científica com sensores	Valente (1999), Papert (1980), Vygotsky (2001)	Estudantes do Ensino Médio	Abordagem qualitativa, tipo de pesquisa não informada	Projeto investigativo com Arduino; análise descritiva
Silva (2020)	Ciclones e dinâmica dos fluidos	Emanuel (1986), Kraus (2003), IPCC (2014)	Estudantes do Ensino Médio	Pesquisa exploratória, abordagem não informada	Produção de material; análise documental
Messias (2019)	Conceitos básicos de Termodinâmica no EF I	Ausubel (1980), Moreira (2006), Zabala (1998)	Estudantes do Ensino Fundamental I	Pesquisa intervenção, abordagem qualitativa	Atividades práticas e entrevistas; análise categorial
Teixeira (2021)	Séries temporais e mudanças climáticas	IPCC (2014), Silva Dias (2000), Sachs (2007)	Dados meteorológicos regionais	Pesquisa documental e estatística, abordagem quali-quantitativa	Análise de séries temporais; tratamento estatístico
Oliveira (2023)	Ciclos climáticos naturais e aquecimento global	IPCC (2021), Marengo (2015), Sachs (2007)	Dados históricos e climáticos	Pesquisa bibliográfica, abordagem quali-quantitativa	Modelagens e projeções climáticas; análise comparativa
Conceição (2022)	Termodinâmica e argumentação com temas socio científicos	Pedaste et al. (2005), Hodson (2003), Freire (1996)	Estudantes do Ensino Médio	Pesquisa intervenção, abordagem qualitativa	Sequência investigativa; análise textual e discursiva
Silva (2023)	História da ciência na formação docente	Chalmers (1993), Matthews (1995), Giordan (1999)	Licenciandos de Física	Abordagem qualitativa, tipo de pesquisa não informado	Leitura de textos e produção didática; análise documental

Souza (2019)	Leis da Termodinâmica e máquinas térmicas	Moreira (2006), Van Heuvelen (1991), Ausubel (1980)	Estudantes do Ensino Médio	Pesquisa aplicada, abordagem qualitativa	Atividades experimentais; análise interpretativa
Silva (2025)	Eletiva sobre mudanças climáticas	Freire (1996), Delizoicov (2011), Santos (2002)	Estudantes do Ensino Médio	Pesquisa intervenção, abordagem qualitativa	Análise de registros e questionários
Cardoso & Raupp (2024)	Ensino de Termodinâmica e meio ambiente	Auler (2007), Carvalho (2010), Santos (2002)	Produção acadêmica	Revisão sistemática, abordagem qualitativa	Análise temática e categorial dos textos selecionados
Rockenbac (2024)	Estratégias didáticas e Educação Ambiental	Santos (2002), Delizoicov (2011), Freire (1996)	Professores em formação	Não informado	Levantamento bibliográfico
Castro (2022)	Modelagem hidrológica e mudanças climáticas	IPCC (2014), ANA (2015), Sachs (2007)	Dados da bacia do rio Piracicaba	Pesquisa de campo, abordagem quantitativa	Simulações hidrológicas; análise computacional
Matos (2023)	Políticas públicas e mitigação climática	Sachs (2007), Marengo (2015), Santos (2002)	Gestores e documentos oficiais	Estudo de caso, abordagem qualitativa	Análise documental e entrevistas; abordagem interdisciplinar
Oliveira (2020)	Eventos climáticos extremos e oficinas educativas	IPCC (2021), Barros (2019), Freire (1996)	Professores e estudantes da rede pública	Pesquisa ação, abordagem qualitativa	Oficinas pedagógicas; observações e entrevistas

Quadro 1: Critérios de análise das teses e dissertações.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As 19 obras selecionadas para este Estado do Conhecimento revelam importantes tendências no campo da pesquisa em ensino de Termodinâmica, especialmente quando articuladas à experimentação e às mudanças climáticas.

Os campos de investigação mais recorrentes são os espaços escolares, em especial o Ensino Médio, com foco nas áreas de Física e Ciências Naturais. Há também uma presença significativa de pesquisas voltadas à formação de professores. Em termos de fontes de informação, predominam os dados produzidos a partir de sequências didáticas, como respostas a questionários, registros de aulas, entrevistas e produções dos estudantes, além do uso de dados climáticos reais para contextualizar atividades experimentais.

A dissertação de Sant'Ana (2020) representa uma importante contribuição ao ensino de Termodinâmica ao propor uma sequência didática fundamentada na abordagem CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), articulada com os conceitos de Bruno Latour sobre o papel da ciência na sociedade. O trabalho é especialmente relevante por trazer à tona as discussões sobre mudanças climáticas, contextualizando os conteúdos de termodinâmica com questões de impacto global e local.

A aplicação da sequência em turmas do terceiro ano do Ensino Médio demonstrou que os estudantes foram capazes de relacionar os conteúdos de calor, energia e transformações térmicas com fenômenos reais, como o aquecimento global e os eventos extremos. A utilização dos Três Momentos Pedagógicos foi eficaz em promover o diálogo entre saberes científicos e cotidianos. Outro destaque da pesquisa é o modo como ela reforça o papel social da ciência, incentivando os estudantes a posicionarem-se criticamente diante dos problemas ambientais.

A obra de Torres (2016) inova ao investigar a relação entre conforto térmico e desempenho cognitivo de estudantes do Ensino Superior, em diferentes instituições do Nordeste. A pesquisa utiliza fundamentos da norma ISO 7730 e da teoria de Fanger para realizar medições ambientais em salas de aula e aplica testes cognitivos padronizados para avaliar o rendimento dos estudantes. Os resultados revelam que temperaturas inadequadas influenciam diretamente na capacidade de concentração e no desempenho em tarefas intelectuais, indicando que o ambiente físico é um fator decisivo no processo de aprendizagem. Essa abordagem amplia o olhar tradicional sobre o ensino de Termodinâmica ao incorporá-lo como ferramenta para analisar o cotidiano escolar.

O trabalho também aponta caminhos para o uso pedagógico de variáveis termodinâmicas em contextos reais, o que pode contribuir para atividades investigativas com estudantes (Torre, 2016). Ainda que o foco não seja uma intervenção didática formal, a pesquisa suscita reflexões importantes para professores que desejam explorar o tema em sala de aula a partir da realidade concreta dos estudantes.

Já Silva (2019) apresenta uma proposta robusta que une a Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky com uma abordagem epistemológica dos conceitos de Termodinâmica. A dissertação destaca a importância de se compreender a evolução dos conceitos científicos para promover uma aprendizagem crítica e significativa. A intervenção pedagógica foi conduzida com estudantes do Ensino Médio e consistiu em uma sequência didática apoiada

em textos históricos e momentos de debate. Os resultados apontam que os estudantes conseguiram construir significados mais consistentes sobre os conceitos de energia e entropia, articulando suas compreensões com a história da ciência.

Em seu trabalho Vidal (2018) apresenta uma proposta inovadora ao integrar o ensino de Termodinâmica com a experimentação prática e o uso de tecnologias digitais. A autora desenvolveu uma sequência didática em que os estudantes do Ensino Médio construíram uma miniestação meteorológica utilizando o microcontrolador Arduino para medir variáveis como temperatura, umidade e pressão atmosférica. Essa abordagem permitiu que os estudantes relacionassem diretamente os conceitos de calor, energia interna, pressão e transformação de estados com dados coletados em tempo real no ambiente escolar, despertando maior interesse e protagonismo na aprendizagem.

Além de explorar de forma eficaz a interdisciplinaridade entre Física, Tecnologia e Geografia, a pesquisa demonstrou que o uso de ferramentas tecnológicas pode potencializar a alfabetização científica. A análise das atividades desenvolvidas no trabalho de Vidal (2018) mostrou que os estudantes não apenas compreenderam os conceitos científicos, mas também passaram a valorizar o papel da ciência na compreensão e monitoramento das mudanças ambientais. A proposta de Vidal evidencia como a experimentação com propósito investigativo pode transformar a sala de aula em um espaço de pesquisa e formação cidadã.

Fernandes (2015) em sua pesquisa desenvolveu uma sequência didática com base em temas geradores, partindo da realidade dos estudantes para a problematização de conteúdos como calor, energia e entropia. Os temas escolhidos, como crise energética e consumo de eletricidade, foram trabalhados com vistas à formação crítica dos estudantes do Ensino Médio. Essa estrutura permitiu uma ressignificação do conteúdo de Física a partir das vivências cotidianas dos estudantes e de debates sociocientíficos.

A dissertação evidencia que, ao tratar de questões contemporâneas com forte apelo social e ambiental, os estudantes demonstraram maior envolvimento e capacidade de argumentação. A utilização da abordagem temática também promoveu a construção coletiva do conhecimento, respeitando os saberes prévios dos estudantes.

Como desafio, a autora destaca a necessidade de maior tempo para o desenvolvimento das atividades, o que reforça a importância de planejamento e formação docente para a aplicação efetiva dessa proposta. Ainda assim, o trabalho apresenta um modelo didático potente para o ensino crítico da Termodinâmica.

A dissertação de Oliveira (2020) propõe uma abordagem didática centrada na alfabetização científica por meio da experimentação com tecnologia digital. A autora desenvolveu uma sequência didática com o uso do Arduino para monitorar variáveis meteorológicas, permitindo que estudantes do Ensino Médio aplicassem os conceitos de Termodinâmica em investigações sobre o clima local. A proposta teve como diferencial o enfoque investigativo, no qual os estudantes atuaram como pesquisadores, formulando hipóteses, coletando dados e interpretando os resultados em grupo. Essa metodologia não apenas promoveu a compreensão de conceitos como calor, temperatura e pressão, mas também incentivou práticas argumentativas e colaborativas.

A pesquisa destaca a importância do uso de tecnologias acessíveis para ampliar as possibilidades pedagógicas no ensino de Ciências (Oliveira, 2020). Os resultados mostram que a experiência aumentou o engajamento dos estudantes e desenvolveu competências científicas essenciais, como a interpretação de gráficos e o pensamento crítico sobre fenômenos ambientais. Ao integrar a temática das mudanças climáticas ao conteúdo curricular de Física, a autora reforça a urgência de uma educação científica voltada para a cidadania.

A pesquisa de Silva (2020) apresenta uma proposta didática inovadora ao integrar conteúdos de Termodinâmica e Dinâmica dos Fluidos por meio da contextualização com eventos climáticos extremos, como ciclones tropicais. A proposta consiste em utilizar dados reais e simulações meteorológicas para discutir conceitos como calor latente, pressão atmosférica, entalpia e circulação atmosférica. O trabalho é relevante por conectar conteúdos tradicionalmente abstratos da Física com fenômenos atuais e de grande impacto social, como os eventos climáticos intensificados pelas mudanças globais. O trabalho busca despertar nos estudantes do Ensino Médio uma compreensão crítica da ciência como ferramenta de análise e intervenção sobre a realidade.

A abordagem interdisciplinar proposta oferece ao professor de Física subsídios para trabalhar conteúdos complexos de forma contextualizada, favorecendo a aprendizagem significativa. O estudo também evidencia o potencial das tecnologias digitais para a visualização de processos atmosféricos e o desenvolvimento do raciocínio científico dos estudantes. Silva (2020) diz em seu trabalho que a utilização de softwares e imagens de satélite demonstrou-se eficaz para gerar interesse e facilitar a compreensão dos fenômenos abordados.

Messias (2019) com seu trabalho traz uma proposta inovadora, que se resume em inserir o ensino de conceitos básicos de Termodinâmica já nos anos iniciais da educação básica, mais especificamente no Ensino Fundamental I. A pesquisa propõe atividades práticas com materiais de baixo custo para trabalhar noções de calor, temperatura e mudanças de estado físico com crianças entre 9 e 11 anos. Essa proposta rompe com a ideia tradicional de que certos conteúdos da Física são “inacessíveis” a estudantes mais jovens, mostrando que, com uma abordagem lúdica e contextualizada, é possível despertar o interesse científico desde cedo. A pesquisa reforça o papel da experimentação como eixo estruturante da aprendizagem no ensino de Ciências.

Como limitação, Messias (2019) destaca a dificuldade de alguns professores em lidar com conteúdos físicos, evidenciando a necessidade de fortalecer a formação inicial e continuada dos professores dos anos iniciais para que possam explorar conteúdos de Termodinâmica com mais segurança e intencionalidade pedagógica.

A tese de Teixeira (2021) tem como foco a análise estatística de séries temporais de temperatura na microrregião de Pirassununga, em São Paulo, com o objetivo de identificar tendências associadas às mudanças climáticas. Embora o estudo não tenha sido concebido inicialmente para fins didáticos, ele oferece um referencial metodológico valioso para o ensino de Termodinâmica e de temas ambientais. A utilização de ferramentas estatísticas para análise de dados meteorológicos reais demonstra a aplicação dos conceitos de calor, energia e equilíbrio térmico em contextos geográficos locais, o que pode ser explorado em sala de aula por meio de projetos investigativos.

A obra destaca-se pela solidez dos dados e pela metodologia de análise, que pode ser adaptada como proposta pedagógica em turmas do Ensino Médio ou da Licenciatura. O estudo oferece exemplos de como gráficos, tabelas e análises descritivas podem ser incorporados ao ensino de Física para desenvolver habilidades de leitura crítica de dados ambientais.

A tese de Oliveira (2023) apresenta uma análise ampla e detalhada dos ciclos naturais do clima no Brasil, com base em dados históricos e projeções futuras da temperatura, conectando essas informações às discussões globais sobre mudanças climáticas. Embora a pesquisa tenha um viés mais climatológico e estatístico, ela oferece um importante subsídio para o ensino de Termodinâmica, especialmente no que se refere aos conceitos de energia, radiação, balanço térmico e efeito estufa. A utilização de séries temporais e modelagens

climáticas permite a compreensão de como os princípios da Física estão por trás dos grandes fenômenos ambientais contemporâneos.

Ainda que não contenha uma proposta de intervenção educacional, o material pode ser reorganizado como base para projetos investigativos, oficinas ou sequências didáticas que abordem o clima sob uma perspectiva crítica e científica. Assim, Oliveira (2023) dialoga com a proposta de uma educação científica voltada para a compreensão e a ação frente às emergências climáticas.

Com a análise da dissertação de Conceição (2022) propõe uma abordagem inovadora para o ensino de Termodinâmica no Ensino Médio, utilizando temas sociocientíficos como o efeito estufa e o aquecimento global para fomentar a capacidade argumentativa dos estudantes. A pesquisa desenvolveu uma sequência de ensino investigativa, composta por atividades experimentais que incentivaram os estudantes a formular hipóteses, conduzir investigações e discutir resultados. Essa metodologia permitiu que os estudantes relacionassem os conceitos termodinâmicos com questões ambientais contemporâneas, promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Os resultados indicam que a utilização de temas sociocientíficos no ensino de Termodinâmica contribui significativamente para o desenvolvimento das habilidades argumentativas dos estudantes, além de aumentar seu engajamento e interesse pelas aulas de Física. Conceição (2022) destaca a importância de integrar questões sociais e ambientais ao currículo de Ciências, visando à formação de cidadãos críticos e conscientes. Como contribuição prática, o trabalho oferece um produto educacional que pode ser adaptado por professores para diferentes contextos escolares, fortalecendo a conexão entre ciência, sociedade e educação ambiental.

A dissertação de Silva (2023) aborda a integração da História da Ciência ao ensino de Termodinâmica como estratégia para a formação de professores de Física. A pesquisa foi conduzida com licenciandos em um curso de formação inicial e envolveu a leitura de fontes históricas sobre os experimentos de Carnot, Joule e Clausius, articulando essas narrativas com os conteúdos formais da disciplina.

A proposta fundamenta-se na perspectiva de que a compreensão dos conceitos científicos favorece uma abordagem mais crítica e reflexiva por parte dos futuros professores. O autor destaca que essa prática permite aos licenciandos desenvolverem maior

domínio conceitual e histórico da Física, preparando-os para uma prática pedagógica mais contextualizada.

Além disso, a trabalho demonstrou que os licenciandos, ao pesquisarem mais a fundo sobre os processos históricos de construção do conhecimento científico, passaram a valorizar mais os aspectos epistemológicos e metodológicos da ciência. A atividade principal consistiu na elaboração de sequências didáticas com base nas narrativas históricas, o que incentivou a criatividade e a autonomia dos participantes. A dissertação evidencia o potencial da História da Ciência como ferramenta de formação docente, ao mesmo tempo que aponta para a carência de materiais didáticos com esse enfoque.

Foi utilizado, na dissertação de Souza (2019), uma proposta de sequência didática para o Ensino Médio que aborda as leis da Termodinâmica e o funcionamento das máquinas térmicas, com foco na aprendizagem significativa e na contextualização dos conteúdos. A autora estruturou atividades teóricas e práticas com base na metodologia de ensino por investigação, utilizando experimentos com materiais acessíveis para ilustrar os conceitos de trabalho, calor e eficiência energética. A pesquisa envolveu a aplicação da sequência com turmas reais, e os resultados demonstraram melhora na compreensão dos estudantes, especialmente na diferenciação entre calor e temperatura e na interpretação do funcionamento de motores térmicos.

Além do conteúdo conceitual, a dissertação destacou o potencial das atividades para despertar o interesse dos estudantes e desenvolver habilidades argumentativas e de resolução de problemas. O uso de simuladores e a discussão sobre a eficiência das máquinas também contribuíram para que os estudantes relacionassem os conhecimentos escolares a tecnologias do cotidiano

Com a análise da pesquisa de Silva (2025) encontramos a proposta da criação e implementação de uma disciplina eletiva para o Ensino Médio com foco nas mudanças climáticas, abordando conceitos fundamentais da Termodinâmica como energia interna, calor, temperatura e trabalho. A disciplina foi estruturada com base em temas sociocientíficos e nos fundamentos da abordagem CTSA, promovendo o diálogo entre ciência e sociedade. O diferencial da proposta está na integração entre teoria, análise de dados reais sobre o clima e construção de argumentos sobre os impactos ambientais e sociais do aquecimento global. A aplicação da eletiva demonstrou que os estudantes não apenas

adquiriram conhecimentos científicos, mas também desenvolveram uma postura crítica frente às questões ambientais.

O trabalho se destaca por valorizar o protagonismo estudantil e por utilizar metodologias ativas, como trabalhos em grupo, debates, seminários e produção de textos argumentativos. A proposta de Silva contribui para o campo do ensino de Ciências ao mostrar como disciplinas eletivas podem ser espaços férteis para o aprofundamento de temas relevantes e a construção de uma educação científica crítica.

Cardoso e Raupp (2024) apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre as abordagens do ensino de Termodinâmica vinculadas a questões ambientais. O estudo analisou produções acadêmicas dos últimos dez anos com foco em sequências didáticas, metodologias investigativas e integração com temas como mudanças climáticas, sustentabilidade e energia. A pesquisa evidenciou que, embora haja um crescimento nas publicações que tratam da Termodinâmica em contextos ambientais, ainda são escassos os trabalhos que integram efetivamente conceitos físicos com ações pedagógicas transformadoras. A revisão também identificou que os conteúdos de calor e energia são os mais frequentemente abordados, geralmente vinculados a temas como o efeito estufa, fontes de energia e eficiência térmica.

O estudo contribui de maneira significativa ao mapear as principais lacunas e tendências no campo, oferecendo subsídios valiosos para novos pesquisadores e professores. Entre os principais desafios apontados, destaca-se a ausência de sistematização nas práticas pedagógicas e a falta de materiais didáticos voltados para a contextualização ambiental da Termodinâmica. Como resultado, os autores sugerem a necessidade de aprofundar o desenvolvimento de propostas didáticas interdisciplinares, baseadas em dados reais e com foco em alfabetização científica. A dissertação reforça o papel da revisão sistemática como ferramenta de reflexão crítica e planejamento de ações mais efetivas no ensino de Ciências.

Rockenbach (2024) aprofunda a investigação sobre como o ensino de Termodinâmica tem sido articulado à Educação Ambiental nas produções acadêmicas recentes. O estudo se baseia em uma revisão integrativa da literatura, examinando artigos, dissertações e teses que propuseram estratégias didáticas interdisciplinares envolvendo os conceitos de energia, calor, trabalho e sustentabilidade. A pesquisa revelou que a maioria dos materiais analisados carece de uma fundamentação teórica sólida sobre Educação Ambiental crítica, e que há uma

tendência a tratar os conceitos físicos de forma fragmentada. Os autores também observaram que as abordagens mais eficazes envolveram atividades experimentais, projetos investigativos e integração com os temas da matriz energética e impactos ambientais.

A principal contribuição da obra está na sistematização das estratégias didáticas mais recorrentes e na identificação de boas práticas que podem ser incorporadas à formação docente. O estudo destaca que propostas baseadas em metodologias ativas, como aprendizagem baseada em projetos (ABP) e resolução de problemas, são mais efetivas para promover o engajamento dos estudantes e a compreensão conceitual.

Castro (2022) propõe a utilização de modelagem hidrológica para analisar os impactos das mudanças climáticas e do uso da terra na bacia hidrográfica do rio Piracicaba. Embora o foco principal da pesquisa seja o campo da hidrologia, a obra apresenta relevantes intersecções com o ensino de Termodinâmica, especialmente ao abordar os fluxos de energia, evapotranspiração, e variações de temperatura no sistema atmosférico. A pesquisa utiliza ferramentas computacionais de simulação que podem ser adaptadas como recurso pedagógico para discutir conceitos como transferência de calor, equilíbrio térmico e transformações de energia no ciclo da água. Essa abordagem evidencia o potencial de conteúdos tradicionalmente ligados à Física para o entendimento de sistemas ambientais complexos.

No contexto educacional, a dissertação de Castro (2022) oferece subsídios valiosos para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares voltados ao Ensino Médio ou à formação docente, articulando Ciências Naturais, Geografia e Educação Ambiental. A modelagem dos dados e os cenários simulados apresentam oportunidades para construir atividades investigativas com foco em análise de dados e raciocínio científico. Apesar de não se constituir como uma pesquisa educacional com aplicação em sala de aula, a obra amplia as possibilidades de utilização de temas ambientais para o ensino de Termodinâmica, promovendo uma visão sistêmica e crítica dos impactos das ações humanas no clima e nos recursos hídricos.

A dissertação de Matos (2023) investiga as políticas públicas voltadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas no contexto urbano da cidade de São Paulo. Embora a pesquisa tenha um foco na gestão ambiental e nas políticas públicas, ela contribui significativamente para a área da educação científica ao oferecer uma análise aprofundada das relações entre ciência, sociedade e meio ambiente. Os conceitos de energia, calor urbano

e regulação térmica aparecem em discussões sobre o efeito das ilhas de calor, eficiência energética em edifícios e uso racional de recursos. Tais temas podem ser aproveitados pedagogicamente no ensino de Termodinâmica, especialmente quando o objetivo é contextualizar os conteúdos com realidades urbanas e socioambientais.

O estudo se torna especialmente relevante para professores que desejam trabalhar com temas interdisciplinares em suas aulas, abordando os conceitos físicos de forma integrada com problemáticas sociais. A análise dos documentos públicos, planos diretores e projetos ambientais oferece exemplos reais que podem ser transformados em estudos de caso para uso em sala de aula.

O trabalho de Oliveira (2020) adota a metodologia da pesquisa-ação para investigar os impactos dos eventos hidro climáticos extremos na cidade amazônica de Novo Airão, associando esses fenômenos às mudanças climáticas globais. Embora o trabalho tenha como eixo principal a gestão ambiental participativa, ele apresenta conexões importantes com a educação científica e com o ensino de Termodinâmica ao abordar conceitos como calor específico, radiação solar, evaporação e balanço térmico da atmosfera. A autora desenvolveu oficinas com professores e estudantes da rede básica local, promovendo discussões sobre o clima, a energia solar e as transformações energéticas, o que oferece uma base sólida para uma abordagem didática situada.

A contribuição da pesquisa reside em sua perspectiva comunitária e no foco na realidade amazônica, muitas vezes negligenciada nos currículos escolares. As oficinas, construídas a partir de saberes locais e da vivência dos eventos climáticos extremos, mostram como o ensino de Termodinâmica pode ser contextualizado com questões socioambientais regionais (Oliveira, 2020). A obra destaca ainda a importância da escuta ativa e da colaboração entre escola e comunidade para a construção de estratégias educativas.

Ao percorrer as pesquisas analisadas, algo que se destaca é o esforço dos autores em aproximar o ensino de Termodinâmica de temas que fazem parte da vida cotidiana dos estudantes. Em vez de limitar-se a equações e modelos abstratos, muitos trabalhos buscaram relacionar esse conteúdo com questões como o aquecimento global, o consumo de energia e a sustentabilidade. Essa tentativa de tornar a Física mais significativa se manifesta especialmente por meio de propostas experimentais e de discussões integradas à abordagem CTSA. É como se os pesquisadores quisessem mostrar que entender Termodinâmica não é só importante para a escola, mas também para compreender o mundo e agir nele de forma consciente.

Nos fundamentos teóricos, percebe-se uma preferência por autores que propõem uma educação mais crítica e engajada. Uma grande parte dos trabalhos analisados partem das ideias de Paulo Freire, de Delizoicov ou de Hodson para embasar propostas que valorizam as metodologias onde os alunos ficam ao centro do processo de aprendizagem, ressaltando o diálogo, o questionamento e a construção coletiva do conhecimento. O que esses estudos têm em comum é a vontade de romper com o ensino tradicional e criar espaços mais participativos, onde os estudantes não sejam apenas receptores de informações, mas sendo o agente ativo do processo. O uso dos Três Momentos Pedagógicos, por exemplo, aparece como uma tentativa de dar mais sentido às aulas e conectar os conteúdos à realidade.

Boa parte das investigações foram realizadas com turmas do Ensino Médio, principalmente em escolas públicas. Mas também chama atenção o número de estudos voltados à formação de professores, seja ela em licenciaturas ou em cursos de aperfeiçoamento. Os dados coletados vêm de fontes diversas, que vão desde observações em sala até entrevistas com alunos e professores, passando por registros das atividades desenvolvidas durante as intervenções. Em algumas propostas, os autores ainda recorreram a dados reais do clima para tornar as discussões mais concretas. Esses diferentes olhares ajudam a compreender como as ideias se transformam na prática pedagógica.

No que diz respeito aos caminhos metodológicos, a maioria das pesquisas segue uma abordagem qualitativa. Os autores parecem mais interessados em entender os processos do que em medir resultados. Muitos organizaram suas investigações como estudos de caso, pesquisa ação ou experiências didáticas aplicadas em sala (intervenção). A análise de conteúdo de Bardin, aparece com frequência como ferramenta para interpretar as falas, os textos e as respostas dos estudantes. Há, de modo geral, uma preocupação em escutar os estudantes envolvidos e valorizar seus saberes, suas dúvidas e suas interpretações, o que resulta em uma pesquisa com caráter mais humano e sensível.

Apesar da riqueza dos trabalhos analisados, algumas ausências ainda chamam atenção. Grande parte das pesquisas analisadas concentram-se em regiões específicas do país, o que deixa de fora muitas realidades escolares, o que deixa de fora algumas culturas e saberes mais tradicionais, empobrecendo a pesquisa e principalmente a diversidade de campo. Além disso, o Ensino Fundamental e a Educação de Jovens e Adultos ainda são pouco explorados nessas investigações. E, talvez o mais importante: quase não se encontra estudos

que acompanhem os efeitos das propostas no longo prazo, algo fundamental para entender o real impacto dessas práticas na formação dos estudantes.

Nesse sentido, cabe uma reflexão importante: o impacto de práticas investigativas e contextualizadas pode não residir exclusivamente no maior ou menor domínio de conteúdos conceituais, mas sobretudo no aumento do engajamento estudantil, aspecto cada vez mais reconhecido como fundamental para uma aprendizagem significativa e duradoura. Como apontam Sasseron e Duschl (2016) destacam que o engajamento disciplinar produtivo envolve não apenas a participação dos estudantes na resolução de problemas, mas sua capacidade de transitar entre o contexto escolar e suas experiências de vida, desenvolvendo práticas epistêmicas essenciais para a construção do conhecimento científico. Moraes e Taziri (2019) reforçam que práticas investigativas promovem engajamento cognitivo, comportamental e afetivo, elementos essenciais para a formação científica integral. Assim, avaliar o impacto dessas propostas exige considerar não apenas ganhos conceituais imediatos, mas principalmente o desenvolvimento de atitudes científicas, autonomia intelectual e disposição para enfrentar problemas complexos ao longo da vida.

5. CONSIDERAÇÕES

Por meio deste estudo, foi possível observar o quanto o ensino de Termodinâmica tem se transformado nos últimos anos, especialmente quando vinculado à experimentação e às mudanças climáticas. A análise das dissertações e teses revelou um esforço significativo de pesquisadores e professoras(es) em tornar esse conteúdo mais próximo da realidade dos estudantes, adotando estratégias como sequências didáticas investigativas, uso de sensores e articulação com temas sociais urgentes.

Algo que ficou evidente ao longo da leitura das obras é a importância de definir bem os caminhos teóricos de uma pesquisa. Mais do que um suporte, a teoria funciona como um olhar que guia escolhas, perguntas e formas de interpretação. Pesquisas bem fundamentadas dialogam com autores que não apenas sustentam argumentos, mas ajudam a construir novas formas de pensar e ensinar, especialmente em temas complexos como energia, clima e sustentabilidade.

A realização deste estudo permitiu conhecer as tendências e lacunas temáticas, teóricas e metodológicas sobre o tema foi essencial para ampliar minha visão sobre o campo

da educação científica. Identifiquei que os estudos mais frequentes tratam da alfabetização científica, da abordagem CTSA e do uso de tecnologias no ensino da Física.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R. de; GOMES, L. M. Abordagens investigativas no ensino de Física: experimentação e temáticas ambientais. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 11., 2022, São Paulo. *Anais*. São Paulo: SBF, 2022. p. 1–12.

AULER, D. A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão de temas CTS na educação científica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 13, n. 3, p. 365–381, 2007.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

CARDOSO, J. M.; RAUPP, D. T. *O Ensino de Termodinâmica e as suas relações com questões ambientais: uma revisão sistemática de literatura*. 2024. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto Federal de Mato Grosso, IFMT, 2024.

CASTRO, E. L. H. *Avaliação dos impactos das mudanças climáticas e das mudanças no uso da terra na bacia do rio Piracicaba, utilizando modelagem hidrológica*. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de São Paulo, USP, 2022.

CLAUSIUS, R. *The mechanical theory of heat: with its applications to the steam engine and to the physical properties of bodies*. London: John van Voorst, 1865.

CONCEIÇÃO, L. C. da. *Abordagem da termodinâmica a partir de temas sociocientíficos: contribuição para o aprimoramento da capacidade argumentativa de estudantes do ensino médio*. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Sergipe, UFS, 2022.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. de A. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DEMO, P. *Educar pela pesquisa*. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 1996.

FERNANDES, C. A. *O ensino de Termodinâmica com base na abordagem temática e CTSA*. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, 2015.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019

HODSON, D. Reflexões sobre a natureza da ciência: visão pessoal. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 155–169, 2003.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LOPES, R. F.; MEDEIROS, P. M.; RIBEIRO, J. C. Sequência didática sobre energia e clima com uso de simulações. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, Brasília, v. 15, n. 1, p. 60–75, 2021.

MATOS, A. C. C. *Interações entre ações de adaptação e mitigação às mudanças climáticas: as experiências de políticas públicas e ações associadas ao clima na cidade de São Paulo*. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, USP, 2023.

MESSIAS, C. C. *Uma proposta de aplicação do ensino de termodinâmica no Ensino Fundamental I*. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, 2019.

MORAES, V. R. A.; TAZIRI, J. A motivação e o engajamento de alunos em uma atividade na abordagem do ensino de ciências por investigação. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências*, 2019.

OLIVEIRA, L. A. de. *Mudanças climáticas globais, eventos hidroclimáticos extremos e gestão adaptativa local: pesquisa-ação na cidade de Novo Airão/AM*. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, USP, 2023.

IPCC. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press, 2014.

IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, 2021.

IPCC. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: IPCC, 2023.

OLIVEIRA, S. M. *Ensino de Termodinâmica e alfabetização científica: uma proposta investigativa com Arduino*. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 2020.

RAMOS, R. A. *Ensino por investigação e argumentação como promotores da alfabetização científica: análise do desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa em aulas de Física do Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe, 2020.

ROCKENBACH, L. C.; CARDOSO, J. M.; RAUPP, D. T. *Ensino de Termodinâmica integrado à Educação Ambiental: uma revisão de abordagens e estratégias didáticas*. 2024. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2024.

SANT'ANA, B. J. *CTSA e as mudanças climáticas: aspectos latournianos em uma sequência didática*. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, 2020.

SANTOS, R. M. dos; PEREIRA, M. C. Termodinâmica no ensino médio: uma análise conceitual. *Revista Física na Escola*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 47–54, 2021.

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.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 2, p. 52–67, 2016.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 24. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2017.

SILVA, D. F. da; OLIVEIRA, M. C. de; SANT'ANA, B. J. Ensino de Ciências e os desafios da contextualização: o papel da Termodinâmica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, Brasília, v. 12, n. 3, p. 411–430, 2020.

SILVA, G. R. da. *A construção de conceitos científicos da termodinâmica pautada numa abordagem histórica epistemológica*. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, 2019.

SILVA, J. R. da. *A inserção da História da Ciência no ensino de Termodinâmica: contribuições para a formação de professores*. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Pará, UFPA, 2023.

SILVA, T. L. C. da. *Proposta de eletiva: mudanças climáticas e o ensino de Física – uma abordagem em termodinâmica*. 2025. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Ceará, UFC, 2025.

SILVA, W. T. da. *As mudanças climáticas globais e os ciclones tropicais como uma proposta de ensino de termodinâmica e dinâmica dos fluidos*. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 2020.

SOUZA, R. B. de. *Sequência didática para o ensino das leis da termodinâmica e máquinas térmicas*. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal do Pará, IFPA, 2019.

SOUZA, R. B. de; FERNANDES, C. A.; OLIVEIRA, S. M. Atividades investigativas com foco em experimentação e cidadania: uma proposta para o ensino de Física. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, Araguaína, v. 10, n. 1, p. 23–40, 2022.

SOUZA, R. M. *Experimentação problematizadora como motor para desenvolvimento de argumentação científica em Ciências Naturais*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Maranhão, 2017.

TEIXEIRA, B. E. *Análise de séries temporais para a temperatura da microrregião de Pirassununga SP sob a ótica das mudanças climáticas*. 2021. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade de São Paulo, USP, 2021.

TORRES, M. G. L. *Conforto térmico e desempenho nos ambientes de ensino com inovações tecnológicas – estudo de multicasos no nordeste brasileiro*. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Paraíba, UFPB, 2016.

VIDAL, R. S. M. F. *Ensino de termodinâmica através da construção de instrumentos de medição de variáveis meteorológicas e da confecção de mini estação meteorológica portátil com Arduino*. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, 2018.

APÊNDICE – Informações sobre o artigo

Contribuição dos autores

Resumo/Abstract/Resumen: Heydrian Freitas Ferreira. Marcelo Franco Leão; **Introdução ou Considerações iniciais:** Heydrian Freitas Ferreira. Marcelo Franco Leão; **Referencial teórico:** Heydrian Freitas Ferreira. Marcelo Franco Leão; **Metodologia:** Heydrian Freitas Ferreira. Marcelo Franco Leão; **Análise de dados:** Heydrian Freitas Ferreira. Marcelo Franco Leão; **Discussão dos resultados:** Heydrian Freitas Ferreira. Marcelo Franco Leão; **Conclusão ou Considerações finais:** Heydrian Freitas Ferreira. Marcelo Franco Leão; **Referências:** Heydrian Freitas Ferreira. Marcelo Franco Leão; **Revisão do manuscrito:** Heydrian Freitas Ferreira. Marcelo Franco Leão; **Aprovação da versão final publicada:** Heydrian Freitas Ferreira. Marcelo Franco Leão.
CRediT - Taxonomia de Papéis de Colaborador - <https://credit.niso.org/>

As opiniões e informações expressas neste manuscrito, no que diz respeito tanto à linguagem quanto ao conteúdo, não refletem necessariamente a opinião da **Tecnia – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFG**, de seus editores e do Instituto Federal de Goiás. As opiniões são de responsabilidade exclusiva dos respectivos autores.

Histórico editorial

Submetido: 26 de setembro de 2024.

Aprovado: 27 de outubro de 2025.

Publicado: 13 de outubro de 2026.



Como citar o artigo - ABNT

FREITAS FERREIRA, Heydrian; FRANCO LEÃO, Marcelo. Estado do conhecimento sobre o ensino de termodinâmica (2015-2024): intersecções com a experimentação e as mudanças climáticas. **Tecnia – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFG**, Goiânia, v. 11, n. 2, p. e11027, 2026. DOI: 10.56762/tecnia.v11i2.2786.

Processo de Avaliação

Revisão por pares duplo-cega (*Double blind peer review*).

Avaliadores

Dois pareceristas ad hoc avaliaram este artigo e não autorizaram a divulgação dos seus nomes.

Editor(a) Seção

Prof. Dr. Leandro Carbo (IFMT), profa. Dra. Ana Claudia Tasinaffo Alves (IFMT).