



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA  
FACULDADE DE FÍSICA

JHENET BRITO DA CONCEIÇÃO

**EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS NO ENSINO DE TERMODINÂMICA  
NA PERSPECTIVA INCLUSIVA**

ANANINDEUA-PARÁ  
2026

JHENET BRITO DA CONCEIÇÃO

**EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS NO ENSINO DE TERMODINÂMICA  
NA PERSPECTIVA INCLUSIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Física, do Campus Universitário de Ananindeua, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Física.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Alessandra Nascimento Braga  
**Coorientador:** Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Junior

JHENET BRITO DA CONCEIÇÃO

## EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS NO ENSINO DE TERMODINÂMICA NA PERSPECTIVA INCLUSIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Física, do Campus Universitário de Ananindeua, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Física.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Alessandra Nascimento Braga  
**Coorientador:** Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Junior

Data de aprovação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
Conceito: \_\_\_\_\_

### Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Alessandra Nascimento Braga  
Orientadora – FACFIS – UFPA/CAMPUS ANANINDEUA

---

Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior  
Coorientador – FACFIS – UFPA/CAMPUS ANANINDEUA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Shirsley Joany dos Santos Silva  
Examinador 1 – UFPA – FACFIS – UFPA/CAMPUS DE ANANINDEUA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Darlene Teixeira Ferreira  
Examinador 2 – FACFIS – UFPA/CAMPUS DE ANANINDEUA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Silvana Perez  
Examinador 3 – FACFIS – UFPA/INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS NATURAIS

Dedico este trabalho aos meus filhos, João Lucas e Davi, minha maior força e motivação. Aos meus pais, pelo incentivo que tornou esta conquista possível. Ao meu esposo, Henrique, pelo amor, paciência e apoio constante. À minha família, que sempre acreditou no meu potencial.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelo dom da vida, pela presença constante e pelo amparo nos momentos de dificuldade, fortalecendo-me ao longo de toda esta trajetória acadêmica.

Aos meus pais, Edirene Brito e Everaldo Pedro, agradeço pelo amor, pelo incentivo diário e por nunca deixarem de acreditar em mim. Aos meus filhos, João Lucas e Davi Henrique, minha maior motivação e razão para seguir em frente, dedico este trabalho. Aos meus irmãos, expresse minha gratidão pelo apoio constante ao longo dessa caminhada.

Ao meu esposo, Paulo Henrique, agradeço pela paciência, pelo carinho e pelas palavras de incentivo que me fortaleceram durante o processo de escrita deste trabalho. Aos meus sogros, Elizete Maria e Paulo Sérgio, agradeço pelo cuidado e pelo apoio com meus filhos, que tornaram possível minha dedicação aos estudos.

À Faculdade de Física da UFPA/Campus Ananindeua e a todo o seu corpo docente, agradeço pela formação acadêmica, pelas experiências proporcionadas e pelo incentivo à docência comprometida e reflexiva.

Aos membros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Física (GPECF) e aos meus colegas da turma de 2022, em especial às amigas Laira Teixeira e Carla Letícia, agradeço pelas trocas de saberes, parceria e amizades construídas ao longo dessa trajetória acadêmica.

À minha amiga de pesquisa, Joyce Silva, agradeço pelos conselhos e por muitas vezes em que encontramos forças para continuar escrevendo, além das risadas em meio ao desespero acadêmico, que sempre tornaram o processo mais leve. Juntas superamos as inseguranças que marcaram o início desta jornada.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dra. Alessandra Nascimento Braga, e ao meu coorientador, Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Junior, expresse minha sincera gratidão pela orientação, paciência e incentivo, essenciais para a conclusão deste trabalho e para meu crescimento acadêmico. Por fim, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso e para minha formação acadêmica e pessoal.

Agradeço ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e à Pró-Reitoria de Assistência Estudantil da Universidade Federal do Pará (PROAES/UFPA) pelo apoio financeiro e acadêmico, fundamentais para minha permanência na universidade e para minha formação como futura professora de Física.

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria construção.  
(Paulo Freire)

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar três produções científicas desenvolvidas ao longo da formação inicial da autora: um trabalho completo apresentado no XXVI Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF 2025), um capítulo de livro publicado no volume Saberes Plurais: a integralidade da saúde e os desafios sociais, pela Thesis Editora Científica, e um artigo publicado na revista Caderno Pedagógico (Qualis A2). As duas primeiras produções abordam a elaboração e a aplicação de propostas experimentais em Física, utilizando materiais de baixo custo e estratégias pedagógicas inclusivas, com o objetivo de garantir o acesso de estudantes com deficiência visual e auditiva aos conteúdos de Termodinâmica. Essas atividades foram desenvolvidas e avaliadas no âmbito da disciplina Práticas Pedagógicas de Física II (PPF II), do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus de Ananindeua. A terceira produção consiste em um relato de experiência de uma oficina de Termodinâmica realizada durante o evento Ciência na Ilha 2024, com alunos do 7º ano da Escola Municipal Donatila Santana Lopes, localizada na Ilha de Mosqueiro (PA), cujo foco foi a compreensão dos fenômenos de condução e dilatação térmica. Parte-se do pressuposto de que a articulação entre materiais acessíveis e a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), constitui uma estratégia didática eficaz para o ensino de Física. Nos três trabalhos, foram desenvolvidos dois experimentos centrais: a comparação da condução de calor em diferentes materiais e a construção de um termômetro artesanal. Os resultados indicam que adaptações simples, como marcações táteis, etiquetas em Braille, exploração guiada e mediação dialógica, ampliam o acesso ao conhecimento científico em contextos marcados pela escassez de recursos experimentais. Conclui-se que práticas experimentais acessíveis contribuem significativamente para a promover aulas de Física mais inclusivas, contextualizadas e equitativas, além de fortalecerem a formação de professores comprometidos com a democratização do ensino de Ciências.

**Palavras-chave:** Termodinâmica; Educação Inclusiva; Materiais de Baixo Custo.

## ABSTRACT

This paper aims to present three scientific productions developed during the author's initial training: a complete paper presented at the XXVI National Symposium on Physics Teaching (SNEF 2025), a book chapter published in the volume *\*Plural Knowledge: the integrality of health and social challenges\**, by Thesis Editora Científica, and an article published in the journal *\*Caderno Pedagógico\** (Qualis A2). The first two productions address the elaboration and application of experimental proposals in Physics, using low-cost materials and inclusive pedagogical strategies, with the objective of guaranteeing access for students with visual and hearing impairments to the content of Thermodynamics. These activities were developed and evaluated within the scope of the Physics Pedagogical Practices II (PPF II) course, of the Physics Licentiate program at the Federal University of Pará (UFPA), Ananindeua Campus. The third production consists of an experience report from a Thermodynamics workshop held during the Science on the Island 2024 event, with 7th-grade students from the Donatila Santana Lopes Municipal School, located on Mosqueiro Island (PA), focusing on understanding the phenomena of thermal conduction and expansion. It is based on the premise that the articulation between accessible materials and the Problem-Based Learning (PBL) methodology, grounded in the Theory of Meaningful Learning (TML), constitutes an effective didactic strategy for teaching Physics. In all three works, two central experiments were developed: the comparison of heat conduction in different materials and the construction of a homemade thermometer. The results indicate that simple adaptations, such as tactile markings, Braille labels, guided exploration, and dialogic mediation, broaden access to scientific knowledge in contexts marked by a scarcity of experimental resources. It is concluded that accessible experimental practices contribute significantly to promoting more inclusive, contextualized, and equitable physics classes, as well as strengthening the training of teachers committed to the democratization of science education.

**Keywords:** Thermodynamics; Inclusive Education; Low-Cost Materials.

## **LISTA DE SIGLAS**

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CANAN – Campus de Ananindeua

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

LIBRAS – Língua Brasileira de Sinais

LBI – Lei Brasileira de Inclusão

PET – Polietileno Tereftalato

PPF II – Práticas Pedagógicas de Física II

SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física

TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa

UFPA – Universidade Federal do Pará

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>PRÁTICA PEDAGÓGICA DE FÍSICA: AULA EXPERIMENTAL INCLUSIVA DE TERMODINÂMICA .....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>EXPERIMENTAÇÃO ACESSÍVEL EM TERMODINÂMICA: UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA INCLUSIVA NO ENSINO DE FÍSICA.....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>RELATO DE EXPERIÊNCIA: ENSINO DE TERMODINÂMICA NA ILHA DE MOSQUEIRO .....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS .....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>
	<b>ANEXO A – AÇÕES DE EXTENSÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO .....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o ensino de Física tem sido orientado por mudanças significativas, impulsionadas pelas políticas de educação inclusiva, conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) e a Lei Brasileira de Inclusão (LBI) (Brasil, 2015), que asseguram o direito de todos os estudantes ao acesso à participação e à aprendizagem. As Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (Brasil, 2008) reforçam que a inclusão deve estar presente na estrutura das práticas pedagógicas, orientando a organização do currículo, das metodologias e das práticas docentes, de modo a eliminar barreiras e promover condições equitativas de aprendizagem.

No ensino de Física, a relevância da inclusão torna-se ainda mais evidente diante da natureza abstrata de muitos conteúdos e da predominância de abordagens centradas em representações visuais (Conceição *et al.*, 2025c). A escolha da *Termodinâmica* como eixo deste trabalho justifica-se por se tratar de um campo conceitual fundamental, cuja abordagem impõe desafios pedagógicos tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, em razão das dificuldades conceituais associadas à compreensão de fenômenos térmicos e à transposição didática desses conteúdos para diferentes níveis de escolaridade. Conceitos como calor, temperatura, condução e dilatação térmica, embora presentes no cotidiano, são frequentemente abordados de forma quase exclusivamente teórica (Conceição de Souza; Da Cruz Silva, 2021), o que pode dificultar a aprendizagem e contribuir para a exclusão de estudantes com deficiência sensorial.

Nesse contexto, pesquisas desenvolvidas no âmbito da formação inicial da autora têm evidenciado o potencial da experimentação acessível e do uso de materiais de baixo custo como estratégias para promover a inclusão e a aprendizagem significativa de conceitos térmicos em diferentes contextos educacionais (Conceição *et al.*, 2025a; Conceição *et al.*, 2025b; Conceição *et al.*, 2025c). Essas investigações demonstram que práticas experimentais adaptadas favorecem a participação ativa dos estudantes e ampliam o acesso ao saber científico.

Diante do exposto, o presente trabalho de curso tem como objetivo apresentar três produções científicas desenvolvidas ao longo da formação inicial da autora: o trabalho completo “*Prática pedagógica de Física: aula experimental inclusiva de Termodinâmica*” (Conceição *et al.*, 2025a), apresentado no *XXVI Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF 2025)*; o capítulo “*Experimentação acessível em termodinâmica: práticas pedagógicas inclusivas no ensino de Física*”, publicado no livro *Saberes Plurais: a integralidade da saúde e os desafios sociais*, pela *Thesis Editora Científica* (Conceição *et al.*, 2025b); e o artigo “*Relato de*

*experiência: experimentação acessível no ensino de termodinâmica na Ilha de Mosqueiro*” (Conceição *et al.*, 2025c), publicado na revista *Caderno Pedagógico* (Qualis A2). As duas primeiras produções concentram-se na elaboração e aplicação de propostas experimentais baseadas em materiais de baixo custo e em estratégias pedagógicas inclusivas, com a finalidade de ampliar o acesso de estudantes com deficiência visual e auditiva aos conteúdos de Termodinâmica, desenvolvidas no âmbito da disciplina *Práticas Pedagógicas de Física II* (PPF II), do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus de Ananindeua (CANAN). A terceira produção refere-se a uma oficina realizada durante o evento “*Ciência na Ilha 2024*”, com alunos do 7º ano da *Escola Municipal Donatila Santana Lopes*, na Ilha de Mosqueiro (PA), voltada à compreensão dos fenômenos de condução e dilatação térmica. Partimos do pressuposto de que a articulação entre materiais acessíveis e a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), constitui uma estratégia didática eficaz.

O presente trabalho está organizado da seguinte forma: no Capítulo 2, apresentamos o estudo desenvolvido e apresentado no XXVI SNEF 2025. O Capítulo 3 corresponde ao capítulo de livro que aprofunda os fundamentos teóricos e metodológicos das práticas inclusivas no ensino de Física. O Capítulo 4, por sua vez, contempla o artigo publicado na revista *Caderno Pedagógico*, reunindo a experiência pedagógica desenvolvida no contexto da Ilha de Mosqueiro (PA). Por fim, nas considerações finais e perspectivas, retomamos os principais resultados e contribuições do estudo, bem como indicamos possíveis desdobramentos futuros para a ampliação desta pesquisa.

## **2 PRÁTICA PEDAGÓGICA DE FÍSICA: AULA EXPERIMENTAL INCLUSIVA DE TERMODINÂMICA**

Este trabalho foi apresentado no XXVI SNEF 2025, sob o título “*Prática pedagógica de Física: aula experimental inclusiva de Termodinâmica*”, realizado no Campus do Gragoatá da Universidade Federal Fluminense, em Niterói (RJ), no período de 20 a 24 de janeiro de 2025. A pesquisa aborda a elaboração e a implementação de uma proposta de aula experimental inclusiva de Termodinâmica, desenvolvida no âmbito da disciplina PPF II, do curso de Licenciatura em Física da UFPA/CANAN. O estudo tem como eixo a problematização das práticas tradicionais no ensino de Física e a proposição de estratégias experimentais acessíveis, fundamentadas no uso de materiais de baixo custo e de recursos adaptados, com vistas à ampliação da acessibilidade e da equidade no processo de ensino e aprendizagem.

## PRÁTICA PEDAGÓGICA DE FÍSICA: AULA EXPERIMENTAL INCLUSIVA DE TERMODINÂMICA

Jhenet Brito da Conceição<sup>1</sup>, Laira Lanna da Silva Teixeira<sup>2</sup>, Joyce Silva Conceição<sup>3</sup>, Aline Nascimento Braga<sup>4</sup>, Angela Costa Santa Brigida<sup>5</sup>, Carlos Alberto Brito da Silva Júnior<sup>6</sup>, Alessandra Nascimento Braga<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Física/CANAN/UFPA, [jhenet.conceicao@ananindeua.ufpa.br](mailto:jhenet.conceicao@ananindeua.ufpa.br)

<sup>2</sup> Faculdade de Física/CANAN/UFPA, [laira.teixeira@ananindeua.ufpa.com](mailto:laira.teixeira@ananindeua.ufpa.com)

<sup>3</sup> Faculdade de Física/CANAN/UFPA, [joyce.conceicao@ananindeua.ufpa.br](mailto:joyce.conceicao@ananindeua.ufpa.br)

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática / [aline.braga@iemci.ufpa.br](mailto:aline.braga@iemci.ufpa.br)

<sup>5</sup> Doutoranda do PPGEEM/IEMCI/UFPA, [acsbrigida@ufpa.br](mailto:acsbrigida@ufpa.br)

<sup>6</sup> Faculdade de Física/CANAN/UFPA [cabsir@ufpa.br](mailto:cabsir@ufpa.br)

<sup>7</sup> Faculdade de Física/CANAN/UFPA [alessandrabq@ufpa.br](mailto:alessandrabq@ufpa.br)

### Resumo

*Este trabalho tem por objetivo produzir e implementar atividades experimentais de Física, utilizando materiais de baixo custo e métodos inclusivos, para que alunos com deficiência visual e auditiva possam acessar os conceitos de Termodinâmica. Esses materiais foram produzidos e testados pelos estudantes da disciplina Práticas Pedagógicas de Física II (PPF II), do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Ananindeua (CANAN). O primeiro experimento envolveu a construção de um termômetro caseiro, permitindo que os alunos da disciplina observassem a expansão e contração de um líquido em função da variação de temperatura. O experimento foi adaptado para atender alunos com deficiência visual e auditiva através de marcações táteis, permitindo as mudanças de nível do líquido e por meio da visualização direta das mudanças no líquido e uso da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) para comunicação, respectivamente. O segundo experimento investigou a diferença na condução de calor em materiais como plástico, ferro e cerâmica. As barras desses materiais foram imersas em água quente e depois em água fria, permitindo que os alunos observassem e sentissem a rapidez com que cada material esquentava e esfriava. Novamente, adaptações foram feitas para alunos com deficiência visual, como a possibilidade de tocar nos materiais para sentir as diferenças de temperatura. Os resultados mostraram que, com adaptações apropriadas, é possível que todos os alunos compreendam os conceitos de Termodinâmica, aumentando a inclusão e a equidade no ambiente educacional. O estudo reforça a importância de uma abordagem pedagógica inclusiva e propõe que práticas adaptadas sejam integradas ao ensino regular, garantindo que todos os alunos tenham acesso a uma educação de qualidade. Conclui-se que a inclusão de metodologias experimentais inclusivas é essencial para atender às diversas necessidades dos alunos e promover uma aprendizagem significativa e acessível a todos.*

**Palavras-chave:** Termodinâmica, materiais de baixo custo, educação inclusiva.

## Introdução

As interações entre alunos videntes e não videntes na sala de aula podem gerar desafios, o que exige dos professores uma reavaliação das práticas pedagógicas convencionais. Essas experiências mostram a importância de ajustar o ensino para atender às necessidades individuais de cada aluno, especialmente quando, muitas vezes, a abordagem pedagógica do professor limita-se ao uso de livros didáticos, imagens e vídeos da internet (XAVIER; VIANNA, 2024).

De acordo com Mantoan (2015, p. 81), “formar o professor na perspectiva da Educação Inclusiva implica ressignificar o seu papel, o da escola, o da educação e o das práticas pedagógicas usuais no contexto excludente do nosso ensino, em todos os níveis”. Nesse sentido, o professor precisa encontrar maneiras de promover a igualdade em uma turma heterogênea. Isso pode ser um desafio nos tempos atuais, considerando que o professor deve desenvolver competências e habilidades que vão além do conteúdo de uma disciplina.

Na perspectiva inclusiva, um dos maiores desafios do ensino de Física é tornar essa disciplina acessível para alunos com deficiência visual. Essa dificuldade pode surgir devido ao processo de ensino tradicional que privilegia a percepção visual. Para Camargo e Silva (2003, p. 12): “é compreensível que os estudantes com deficiência visual tenham grandes dificuldades com a sistemática do Ensino de Física atual visto que o mesmo invariavelmente fundamenta-se em referenciais funcionais visuais”.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as instituições ensino precisam planejar-se com um foco claro na equidade. Isso fica claro no seguinte trecho (BRASIL, 2018, p. 16): “o compromisso com os alunos com deficiência, reconhecendo a necessidade de práticas pedagógicas inclusivas e de diferenciação curricular, conforme estabelecido na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015)”. No entanto, as instituições de nível superior ainda enfrentam desafios no que se refere a inclusão: “os professores, em sua maioria, são formados em cursos que não oportunizam os conhecimentos necessários para atender o aluno com necessidades com deficiência em sala de aula, já que a educação especial não faz parte da formação básica” (PEREIRA, 2006, p. 34).

O desenvolvimento da educação inclusiva impacta os métodos de ensino e as perspectivas de aprendizagem. Garantir que todos tenham oportunidades justas de aprendizado é fundamental para transformar as escolas e prepará-las para um mundo em que todos tenham as mesmas oportunidades. Essas ferramentas não apenas facilitam a compreensão de conceitos complexos, mas também garantem a acessibilidade e a participação ativa de todos os alunos, promovendo uma educação mais equitativa e abrangente (BARBOSA et al., 2020; BARBOSA et al., 2022).

Diante do exposto, o presente trabalho foi desenvolvido durante a disciplina de Práticas Pedagógicas de Física II (PPF II), no curso de Licenciatura em Física, da Universidade Federal do Pará, do Campus Universitário de Ananindeua. Com a finalidade de desenvolver uma aula experimental inclusiva, foi proposto pela professora responsável da disciplina desenvolver uma aula inclusiva, na qual nenhum aluno fosse excluído, independentemente de possuir ou não alguma deficiência. Além disso, identificou-se poucos trabalhos na literatura que abordassem práticas inclusivas no ensino de Física, em especial, no contexto da Termodinâmica. Diante dessa lacuna, foi elaborada uma proposta de demonstração experimental que permitisse a participação ativa de alunos com deficiências sensoriais, proporcionando a estes uma percepção concreta de temperatura, sensação térmica e condutividade térmica dos materiais.

Os experimentos, construídos e testados pelos alunos (professores em formação) da disciplina de PPF II, foram projetados com materiais acessíveis e encontrados no cotidiano dos alunos, com o objetivo de tornar o ensino de Física lúdico e interativo. Esses experimentos têm a finalidade de promover a compreensão dos conceitos científicos ao mesmo tempo em que podem possibilitar a segurança e autonomia dos alunos, especialmente, em situações de risco envolvendo calor.

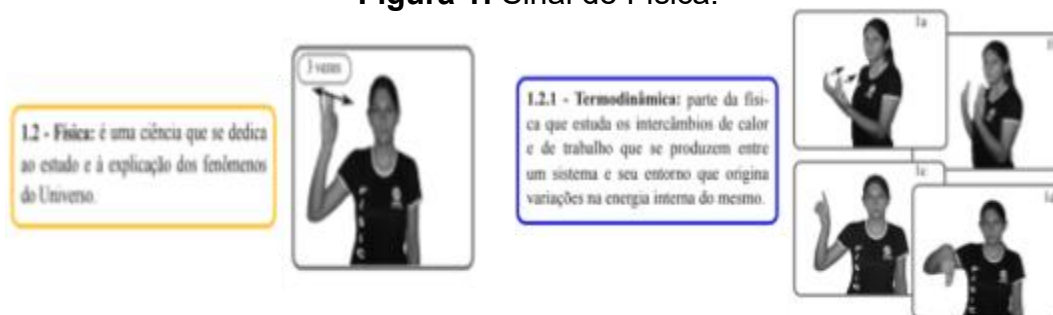
## **Materiais e Métodos**

Inicialmente, foi desenvolvida a pesquisa com dois procedimentos metodológicos: teóricos e experimentais. O primeiro passo envolveu a revisão de literatura para entender os desafios enfrentados por alunos cegos e surdos no contexto educacional, especialmente em aulas de Física, e como esses alunos compreendem os conceitos de Termodinâmica. Em seguida, foram planejados e implementados

experimentos adaptados, visando facilitar a compreensão dos conceitos por meio de práticas inclusivas e sensoriais. Durante a implementação, foram observados os principais obstáculos que esses alunos enfrentam em sala de aula e como suas percepções sensoriais influenciam na assimilação do conteúdo.

O objetivo principal foi criar um ambiente de aprendizado acessível e equitativo, que promova a compreensão dos princípios físicos por meio de práticas experiências e adaptativas. Para preparar os experimentos, foi feita a seleção de materiais acessíveis e de baixo custo: garrafa PET, canudo, álcool, corante vermelho, cola quente, recipientes de água quente e fria, barras de diferentes materiais (plástico, ferro e cerâmica), fita adesiva tátil e etiquetas em Braille. Além disso, foi utilizado o recurso em LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais) e sinais específicos do projeto Sinalizando Física (CARDOSO; BOTAN, 2010), vide **Figura 1**, que incluem sinais de termodinâmica, para garantir a acessibilidade e a compreensão dos conteúdos por estudantes surdos. Esses materiais foram escolhidos para possibilitar uma implementação prática em diversas condições educacionais, promovendo a inclusão de todos os alunos.

**Figura 1:** Sinal de Física.



**Fonte:** Sinalizando a Física (CARDOSO; BOTAN, 2010).

Os experimentos foram cuidadosamente planejados para garantir a segurança dos participantes e a eficácia das demonstrações. As adaptações para alunos com deficiências sensoriais foram uma prioridade, buscando criar atividades que permitissem a participação ativa e a interação sensorial. Em adição, a preparação dos experimentos incluiu a formação de equipes de apoio para supervisionar a execução dos experimentos e fornecer assistência direta aos alunos que necessitam.

## Descrição dos Experimentos

### Experimento 1: Construção de um Termômetro Caseiro

O primeiro experimento foi projetado para demonstrar o conceito de dilatação térmica de líquidos e permitir que os alunos observassem a variação de temperatura através de um termômetro improvisado. Foi utilizado para a construção do termômetro caseiro (VALADARES, 2012): uma garrafa PET cortada ao meio; um canudo; um corante vermelho; uma garrafa de álcool; e cola quente. O canudo foi inserido no gargalo da garrafa e selado com cola quente para evitar vazamentos, enquanto o álcool preenchia a base da garrafa, subindo pelo canudo à medida que a temperatura aumentava. Para garantir a inclusão dos alunos com deficiência visual, o canudo foi marcado com fita adesiva tátil em intervalos regulares, de modo que os alunos pudessem sentir o movimento do líquido. As etiquetas em Braille foram usadas para indicar diferentes níveis de temperatura, facilitando a compreensão tátil das mudanças de temperatura.

Durante aplicação do experimento, foram realizados dois testes: (1) os alunos foram vendados e incentivados a tocar nas marcações táteis, com o objetivo de perceber as variações no nível do líquido; (2) os alunos utilizaram tampões de ouvido para impedir a percepção auditiva durante o experimento, de modo a acompanhar visualmente as mudanças no líquido dentro do canudo (ver **Figura 2A**).

**Figura 2:** (A) Teste do Termômetro Caseiro. (B) Teste da Condução de Calor em Diferentes Materiais.



Fonte: Os autores.

### **Experimento 2:** Investigação de Condução de Calor em Diferentes Materiais

O segundo experimento visou explorar a condução de calor em materiais variados (SOUZA, 2011), tais como: plástico, ferro e cerâmica, permitindo que os alunos sentissem a transferência térmica por meio do toque. As barras de plástico, ferro e cerâmica foram imersas em água quente e depois em água fria para demonstrar suas propriedades de condução de calor. Além disso, etiquetas em Braille identificaram cada barra e forneceram informações adicionais sobre suas propriedades térmicas.

Durante o teste do experimento, os alunos da disciplina PPFII foram vendados e incentivados a tocar em diferentes barras (plástico, ferro e cerâmica). Os alunos sentiram as mudanças de temperatura e observaram quanto à rapidez e à eficiência na condução de calor dos diferentes materiais (ver **Figura 2B**), quando imersos em água quente e depois em água fria.

### **Resultados e Discussões**

Os resultados indicaram que a adaptação de práticas experimentais tradicionais para incluir recursos táteis e visuais é uma abordagem viável para tornar o ensino de Termodinâmica acessível. Embora os experimentos tenham sido simulados em sala de aula com alunos de Física sem deficiência, a adaptação das atividades para inclusão foi fundamental para explorar o potencial dessas metodologias no ensino de Física.

As observações dos alunos da disciplina, obtidas por meio de acompanhamento direto, questionamentos orais e registros em diários de campo, são fundamentais para as adaptações planejadas com o intuito de facilitar a compreensão de conceitos científicos por parte de alunos com diferentes necessidades sensoriais.

A simulação dos experimentos permitiu que os alunos sem deficiência refletissem sobre a importância das práticas inclusivas no ensino de Ciências. Os professores em formação relataram que a inclusão de recursos táteis e a orientação por meio de etiquetas em Braille ajudaram a internalizar conceitos abstratos de maneira prática, além de favorecer a reflexão sobre possíveis adequações em uma aula. Isso está alinhado com afirmativa feita por Fontana e Fávero (2013, p. 4): “A reflexão e a experimentação, portanto, são elementos fundamentais na atuação docente, capazes

de proporcionar uma conquista progressiva de autonomia e descoberta de potencialidades”.

Questionamentos diretos aos alunos indicaram que essas metodologias não apenas auxiliam na compreensão de conteúdos de Termodinâmica, mas também aumentam o engajamento e a interação em sala de aula, criando um ambiente colaborativo e equitativo.

Futuras aplicações dessas metodologias podem ser incluídas em turmas de alunos com deficiências visuais e auditivas, a fim de validar empiricamente a eficácia das adaptações em um contexto real de ensino inclusivo. A incorporação de questionários pós-experimento será uma ferramenta adicional para avaliar a compreensão dos alunos e obter uma visão qualitativa sobre a eficácia das adaptações. Essa avaliação ajudará a ajustar e refinar as práticas pedagógicas, garantindo que elas atendam às necessidades educacionais de todos os alunos.

## **Conclusão**

A presente pesquisa enfatiza a importância da produção e uso de experimentos de Termodinâmica com materiais de baixo custo na disciplina de PPF II, enfatizando a inclusão. Percebeu-se que o uso de metodologias experimentais inclusivas é de suma importância para atender as diferentes necessidades dos alunos, garantindo uma aprendizagem significativa e acessível para todos. Além disso, os testes realizados pelos alunos de Física da disciplina de PPF II permitiram a reflexão sobre a sua própria prática enquanto futuro docente.

Destaca-se também a importância de adotar uma abordagem interdisciplinar inclusiva nas práticas de Física, permitindo que os futuros professores se aproximem da realidade e tornem o aprendizado mais relevante e acessível. Isso os prepara melhor para atender às demandas educacionais atuais. Acredita-se que a pesquisa sobre experimentação inclusiva no Ensino de Física pode ressaltar a importância em criar recursos educacionais acessíveis. Esses esforços são essenciais para apoiar professores e alunos, especialmente na educação básica, promovendo um ensino e aprendizado significativo e contribuindo para a melhoria da qualidade da educação inclusiva.

## Referências

BARBOSA, M. P.; PRADO, R. R.; POLL, L. do A.; SILVA JUNIOR, C. A. B. da. Ensino de Física no ensino superior: a utilização dos jogos adaptados como instrumentos mediadores na inclusão de alunos autistas. In: AUTISMO: Tecnologias e formação de professores para a escola pública. 2020. Cap. 13, p. 187.

BARBOSA, M. P.; SILVA, J. G. M. da; PRADO, R. R.; SILVA JÚNIOR, C. A. B. da. Ensino de física: metodologia ativa e recursos adaptados para alunos autistas. **A Física na Escola**, v. 20, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Acesso em: 21 ago. 2024.

CARDOSO, F. C., BOTAN, E. Sinalizando a Física: 1 – Vocabulário de Termodinâmica e Óptica. Sinop: Projeto Sinalizando a Física, 2010. Disponível em: <https://sites.google.com/site/sinalizandoafisica>. Acesso em: 22 ago. 2024.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. O Ensino de Física, os Alunos com Deficiência Visual e os Parâmetros Curriculares Nacionais. In: SIMPÓSIO EM FILOSOFIA E CIÊNCIA, V, 2003, Marília-SP. **Anais eletrônico**: Atas Do V Simpósio Em Filosofia e Ciência, Trabalho e conhecimento: desafios e responsabilidades da ciência. Marília-SP, 2003.

FONTANA, M. J.; FÁVERO, A. A. Professor reflexivo: uma integração entre teoria e prática. **Revista de Educação do IDEAU**, v. 8, n. 17, 2013.

MANTOAN, M. T. E. Inclusão escolar: O que é? Por quê? Como fazer? São Paulo: Summus Editorial. 2015.

PEREIRA, S. M. As concepções das professoras de ensino regular frente ao processo de inclusão escolar de alunos com necessidades educacionais especiais. Orientador: Prof. Dr. Henrique João Breuckmann. 2006. 106 f. **Dissertação** (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Ciências da Educação, Universidade Regional de Blumenau – FURB, Blumenau, 2006. Disponível em: <[http://www.bc.furb.br/docs/TE/2006/308788\\_1\\_1.pdf](http://www.bc.furb.br/docs/TE/2006/308788_1_1.pdf)> Acesso em: 29 ago. 2024.

SOUZA, P. H. **Física Lúdica: práticas para o ensino fundamental e médio**. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

VALADARES, E. de C. **Física mais que divertida: inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo**. 3. ed. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2012.

XAVIER, A. L. C.; VIANNA, A V. Materiais Didáticos Adaptados para as Aulas de Ciências e Biologia: possibilidades para a inclusão dos alunos com deficiência visual. **e-Mosaicos**, [S. l.], v. 13, n. 31, 2024. DOI: 10.12957/e-mosaicos.2024.72736. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/e-mosaicos/article/view/72736>. Acesso em: 29 ago. 2024.

### **3 EXPERIMENTAÇÃO ACESSÍVEL EM TERMODINÂMICA: UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA INCLUSIVA NO ENSINO DE FÍSICA**

22

Este capítulo de livro resulta da ampliação e da reelaboração do trabalho completo apresentado no XXVI SNEF 2025, intitulado “*Experimentação acessível em Termodinâmica: uma prática pedagógica inclusiva no ensino de Física*”, no qual foram discutidas práticas experimentais acessíveis no ensino de Termodinâmica sob a perspectiva da educação inclusiva. Essa versão estendida foi publicada como capítulo de livro no volume *Saberes Plurais: a integralidade da saúde e os desafios sociais*, pela *Thesis Editora Científica*, em 12 de dezembro de 2025 (v. 1, p. 139–151, DOI: 10.5281/zenodo.17911949).

## CAPÍTULO 12 - EXPERIMENTAÇÃO ACESSÍVEL EM TERMODINÂMICA: UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA INCLUSIVA NO ENSINO DE FÍSICA

### *ACCESSIBLE EXPERIMENTATION IN THERMODYNAMICS: AN INCLUSIVE PEDAGOGICAL PRACTICE IN PHYSICS EDUCATION*

Jhenet Brito da Conceição <sup>1</sup>  
Joyce Silva Conceição <sup>2</sup>  
Josiney Farias de Araújo <sup>3</sup>  
Aline Nascimento Braga <sup>4</sup>  
Vicente Ferrer Pureza Aleixo <sup>5</sup>  
Carlos Alberto Brito da Silva Júnior <sup>6</sup>  
Alessandra Nascimento Braga <sup>7</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Licenciatura em Física, Campus Ananindeua - CANAN, Universidade Federal do Pará – UFPA. Ananindeua, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9665-1183> E-mail: [jhenet.conceicao@ananindeua.ufpa.br](mailto:jhenet.conceicao@ananindeua.ufpa.br)

<sup>2</sup> Graduanda em Licenciatura em Física, Campus Ananindeua - CANAN, Universidade Federal do Pará – UFPA. Ananindeua, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6229-4936> E-mail: [joyce.conceicao@ananindeua.ufpa.br](mailto:joyce.conceicao@ananindeua.ufpa.br)

<sup>3</sup> Doutorando no Programa de Botânica Tropical, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA/Museu Paraense Emílio Gueldi - MPEG. Belém, Pará, Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6048-3329> Email: [josineyaraujo@yahoo.com.br](mailto:josineyaraujo@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - PPGECM, Instituto de Ensino de Ciências e Matemática - IEMCI, Universidade Federal do Pará - UFPA. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5998-6615> E-mail: [aline.braga@iemci.ufpa.br](mailto:aline.braga@iemci.ufpa.br)

<sup>5</sup> Doutor, em Engenharia Elétrica, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará – ITEC/UFPA. Belém, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6048-3329>, E-mail: [ferrer@ufpa.br](mailto:ferrer@ufpa.br)

<sup>6</sup> Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará – ITEC/UFPA. Belém, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7084-8491>. E-mail: [cabsjr@ufppa.br](mailto:cabsjr@ufppa.br)

<sup>7</sup> Doutora em Física, Programa de Pós-Graduação em Física - PPGF. Universidade Federal do Pará - UFPA. Belém, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9880-5648> E-mail: [alessandrabg@ufpa.br](mailto:alessandrabg@ufpa.br)

### RESUMO

O presente estudo busca desenvolver e aplicar atividades experimentais de Física baseadas em materiais de baixo custo e método inclusivo, com o objetivo de promover o acesso de estudantes com deficiência visual e auditiva aos conceitos de Termodinâmica. As atividades foram planejadas e testadas no âmbito da disciplina Práticas Pedagógicas de Física II, em um curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública brasileira. Foram elaborados dois experimentos principais: (1) construção de um termômetro caseiro e (2) investigação da condução de calor em diferentes materiais. As adaptações incluíram marcações táteis, etiquetas em Braille e uso da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). As análises indicaram que os recursos acessíveis favoreceram a compreensão conceitual e promoveram reflexões sobre a inclusão no ensino de Ciências. Concluiu-se que práticas experimentais adaptadas contribuem para ambientes de aprendizagem equitativos e participativos, podendo integrar o ensino regular e fortalecer a formação docente na perspectiva da educação inclusiva.

**Palavras-chave:** Termodinâmica; Educação Inclusiva; Materiais de baixo custo; Ensino de Física.

## ABSTRACT

This study aims to develop and apply experimental physics activities based on low-cost materials and inclusive methods, with the goal of promoting access to thermodynamics concepts for students with visual and hearing impairments. The activities were planned and tested within the scope of the Physics Pedagogical Practices II course, in a Physics undergraduate program at a Brazilian public university. Two main experiments were developed: (1) construction of a homemade thermometer and (2) investigation of heat conduction in different materials. Adaptations included tactile markings, Braille labels, and the use of Brazilian Sign Language (LIBRAS). The analyses indicated that the accessible resources favored conceptual understanding and promoted reflections on inclusion in science education. It was concluded that adapted experimental practices contribute to equitable and participatory learning environments and can integrate regular education and strengthen teacher training from the perspective of inclusive education.

**Keywords:** Thermodynamics; Inclusive Education; Low-cost materials; Physics teaching

## 1. INTRODUÇÃO

Conceição et al. (2025) relataram uma oficina de termodinâmica realizada durante o evento “Ciência na Ilha” com alunos do 7º ano da Escola Municipal Donatila Santana Lopes, na Ilha de Mosqueiro (PA). O estudo, vinculado ao projeto “Investigações em Física Teórica: Educação e Aprendizagem em Ciências – Múltiplos saberes”, teve como objetivo facilitar a compreensão dos conceitos de condução e dilatação térmica. Partiu-se da hipótese de que o uso de materiais de baixo custo aliado à Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) constituiria uma abordagem pedagógica eficaz, à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), para alcançar esse objetivo. Para testar essa premissa, foram desenvolvidos dois experimentos principais:

(1) comparação da condução de calor em diferentes materiais e (2) construção de um termômetro artesanal. A partir de situações-problema do cotidiano, os alunos foram estimulados a construir o conhecimento científico de forma ativa e criativa. Os resultados mostraram que a realização de oficinas favoreceu a compreensão dos conceitos de termodinâmica, reforçando a importância de práticas contextualizadas próximas da realidade dos alunos, apoiadas em experimentos de materiais de baixo custo e na ABP, de modo a atender às diferentes necessidades dos alunos e promover uma aprendizagem significativa, interativa e alinhada à realidade escolar.

Porém, ainda hoje, o ensino de Física, especialmente no contexto da educação básica e superior, apresenta desafios relacionados à acessibilidade e à inclusão de alunos

com deficiências sensoriais (auditiva e visual), que incluem infraestrutura inadequada, falta de recursos e tecnologias assistivas, capacitação deficiente de professores, barreiras atitudinais (preconceito, estigma) e falta de adaptação pedagógica, resultando em comunicação limitada, dificuldades de acesso à informação e exclusão social, apesar das leis que garantem o direito à educação inclusiva. Embora os documentos normativos da educação brasileira apontem para a necessidade de práticas pedagógicas equitativas, observa-se que a formação docente muitas vezes não contempla estratégias eficazes para o trabalho com alunos com deficiência visual ou auditiva (Pereira, 2006). A predominância de abordagens tradicionais, centradas em recursos visuais e abstrações matemáticas, dificulta a participação ativa desses alunos e pode comprometer seu processo de aprendizagem (Camargo e Silva, 2003).

A perspectiva inclusiva no ensino de Ciências requer o desenvolvimento de metodologias que permitam a esses alunos acessarem os fenômenos físicos por meio de múltiplos canais sensoriais, respeitando suas particularidades cognitivas e perceptivas. A legislação educacional brasileira estabelece a obrigatoriedade de ações voltadas para equidade, conforme previsto na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) e reforçado na Base Nacional Comum Curricular, que destaca a inclusão como princípio norteador do ensino (Brasil, 2018).

Estudos recentes no campo do Ensino de Física indicaram que o uso de recursos adaptados e metodologias investigativas podem favorecer o protagonismo discente e a compreensão de conceitos abstratos (Barbosa et al., 2020; Fontana; Fávero, 2013; Xavier; Vianna, 2024). No entanto, observa-se uma lacuna na literatura relacionada especificamente à experimentação inclusiva em aulas de Termodinâmica, tema que frequentemente está associado à visualização de processos térmicos, o que tende a excluir estudantes com deficiência visual ou auditiva (Souza, 2011).

Nesse contexto, torna-se fundamental investigar como práticas experimentais de baixo custo, adaptadas para acessibilidade sensorial, podem promover uma aprendizagem significativa e favorecer a formação docente na perspectiva inclusiva. O

ensino por meio de experimentação adaptada possibilita aos estudantes explorarem fenômenos científicos por meio do tato, da audição, da interpretação guiada e da colaboração entre pares, estimulando a construção coletiva de conhecimento e fortalecendo uma cultura escolar mais equitativa (Barbosa et al., 2022a, 2022b).

Diante dessas considerações, este estudo tem como objetivo desenvolver e analisar atividades experimentais de Termodinâmica baseadas em materiais de baixo custo e adaptadas para estudantes com deficiência visual e auditiva, buscando compreender como tais práticas podem favorecer a aprendizagem e contribuir para a reflexão docente sobre a inclusão no ensino de Física.

A perspectiva inclusiva no ensino de Ciências requer o desenvolvimento de metodologias que permitam a esses estudantes acessarem os fenômenos físicos por meio de múltiplos canais sensoriais, respeitando suas particularidades cognitivas e perceptivas. A legislação educacional brasileira estabelece a obrigatoriedade de ações voltadas para equidade, conforme previsto na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) e reforçado na Base Nacional Comum Curricular, que destaca a inclusão como princípio norteador do ensino (Brasil, 2018).

Estudos recentes no campo do Ensino de Física indicam que o uso de recursos adaptados e metodologias investigativas podem favorecer o protagonismo discente e a compreensão de conceitos abstratos (Barbosa et al., 2020; Fontana; Fávero, 2013; Xavier; Vianna, 2024). No entanto, observa-se uma lacuna na literatura relacionada especificamente à experimentação inclusiva em aulas de Termodinâmica, tema que frequentemente está associado à visualização de processos térmicos, o que tende a excluir estudantes com deficiência visual ou auditiva (Souza, 2011).

Nesse contexto, torna-se fundamental investigar como práticas experimentais de baixo custo, adaptadas para acessibilidade sensorial, podem promover uma aprendizagem significativa e favorecer a formação docente na perspectiva inclusiva. O ensino por meio de experimentação adaptada possibilita aos estudantes explorarem fenômenos científicos por meio do tato, da audição, da interpretação guiada e da

colaboração entre pares, estimulando a construção coletiva de conhecimento e fortalecendo uma cultura escolar mais equitativa (Barbosa et al., 2022a; 2022b).

Diante dessas considerações, este estudo tem como objetivo desenvolver e analisar atividades experimentais de Termodinâmica baseadas em materiais de baixo custo e adaptadas para estudantes com deficiência visual e auditiva, buscando compreender como tais práticas podem favorecer a aprendizagem e contribuir para a reflexão docente sobre a inclusão no ensino de Física.

## **2. METODOLOGIA**

O estudo foi desenvolvido no contexto de uma prática pedagógica em disciplina de formação inicial de professores de Física, na qual se buscou investigar o potencial da experimentação acessível para promover a inclusão de estudantes com deficiências sensoriais em conteúdos de Termodinâmica. Foram utilizados dois procedimentos metodológicos: revisão bibliográfica e elaboração/aplicação de experimentos adaptados.

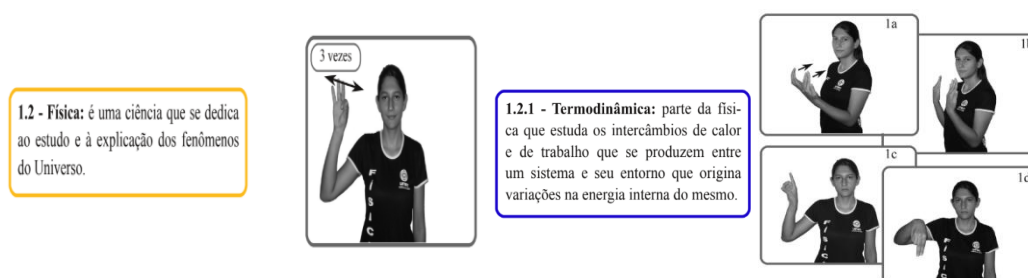
A revisão bibliográfica teve como objetivo compreender os principais desafios enfrentados por estudantes cegos e surdos no ensino de Ciências e, especificamente, de Física. Foram consultadas obras que abordam inclusão (Mantoan, 2015), metodologias investigativas (Fontana; Fávero, 2013), ensino para estudantes com deficiência visual (Camargo; Silva, 2003) e atividades experimentais acessíveis (Barbosa et al., 2022; Souza, 2011). A revisão permitiu fundamentar a elaboração de práticas que contemplam diferentes canais sensoriais para acesso ao conteúdo científico.

Após a revisão teórica, foram elaborados dois experimentos utilizando materiais de baixo custo, com o propósito de possibilitar a visualização dos fenômenos, a exploração tátil e a construção dialogada dos conceitos físicos. Para garantir que essas atividades pudessem ser aplicadas em turmas que incluam estudantes com deficiência visual ou auditiva, incorporaram-se diferentes recursos de acessibilidade, como etiquetas em Braille, marcações táteis, orientações em linguagem simplificada e o uso da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). Também foram utilizados sinais específicos do projeto *Sinalizando a Física* (CARDOSO; BOTAN, 2010), representados na Figura

1, que contemplam vocabulário próprio de Termodinâmica, ampliando a compreensão dos estudantes surdos.

A seleção desses materiais e estratégias buscou assegurar condições de aplicação em variados contextos educacionais, favorecendo práticas inclusivas e garantindo a participação efetiva de todos os alunos.

**Figura 1:** Sinais de Física.



**Fonte:** Sinalizando a Física (CARDOSO; BOTAN, 2010).

### Procedimentos experimentais

Os materiais utilizados foram: garrafa PET, canudo, álcool, corante vermelho, cola quente, recipientes com água quente e fria, barras de diferentes materiais (plástico, cerâmica e ferro), fita adesiva tátil e etiquetas em Braille. A primeira prática consistiu na construção de um termômetro caseiro, visando trabalhar a dilatação térmica de líquidos; a segunda buscou explorar a condução de calor por meio da imersão das barras em água quente e fria. Os experimentos foram aplicados com estudantes em situação simulada de deficiência sensorial, utilizando vendas e tampões auriculares para promover a reflexão sobre o acesso à aprendizagem.

Os experimentos foram aplicados em grupos, com apoio de observadores e registro sistemático em diário de campo. Ao fim de cada atividade, os estudantes realizaram relatos orais sobre as sensações percebidas e as interpretações construídas sobre os fenômenos físicos envolvidos, permitindo uma análise qualitativa das percepções emergentes.

O presente estudo não envolveu coleta de dados com estudantes identificáveis ou pertencentes a grupos vulneráveis. Entretanto, caso venha a ser aplicado com estudantes com deficiência, a pesquisa será submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme exigência legal.

## **Descrição dos Experimentos**

### **Experimento 1: Construção de um Termômetro Caseiro**

O primeiro experimento teve como objetivo ilustrar o fenômeno da dilatação térmica dos líquidos por meio da construção de um termômetro de baixo custo. Para sua montagem, foram utilizados uma garrafa PET cortada ao meio, um canudo, álcool, corante vermelho e cola quente. O canudo foi fixado no gargalo da garrafa e vedado para impedir vazamentos, enquanto a solução alcoólica preenchia a base do recipiente, deslocando-se pelo interior do canudo conforme a temperatura variava.

Com o intuito de tornar a atividade acessível a estudantes com deficiência visual, o canudo recebeu marcações táteis distribuídas em intervalos regulares, permitindo identificar pelo toque a oscilação do nível do líquido. Etiquetas em Braille foram adicionadas para indicar diferentes faixas de temperatura, fortalecendo a compreensão por meio de pistas sensoriais não visuais.

Durante a etapa de testagem, os estudantes da disciplina PPF II foram vendados para estimular a percepção tátil das marcações e reconhecer as variações no nível do líquido (**Figura 2**). Posteriormente, utilizaram tampões de ouvido para restringir estímulos auditivos e acompanhar o experimento exclusivamente pela observação visual das mudanças no canudo, refletindo sobre como diferentes sentidos influenciam a interpretação dos fenômenos físicos.

### **Experimento 2: Investigação da Condução de Calor em Diferentes Materiais**

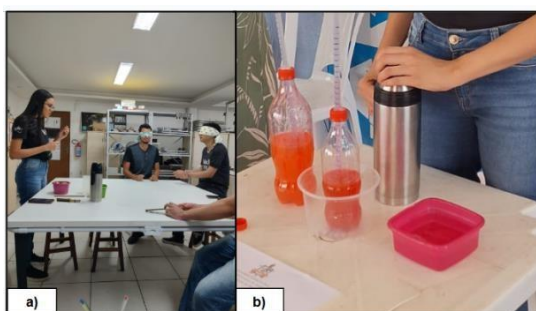
O segundo experimento teve como finalidade comparar a condução térmica em materiais distintos, permitindo aos estudantes perceberem a transferência de calor por meio do tato. Foram utilizadas barras de plástico, ferro e cerâmica, que foram

alternadamente imersas em recipientes contendo água quente e água fria para evidenciar suas propriedades térmicas.

Para assegurar acessibilidade, cada barra foi identificada com etiquetas em Braille contendo informações sobre o material e suas características de condução. Durante a atividade, os estudantes tocaram nas barras após as imersões, discutindo as diferenças percebidas quanto à rapidez e intensidade da variação de temperatura. Essa análise sensorial foi complementada por explicações visuais e demonstrações detalhadas, elaboradas para atender também estudantes com deficiência auditiva.

Durante a etapa de testes, os estudantes da disciplina PPF II foram vendados para simular a ausência de percepção visual e, assim, explorar as marcações táteis e identificar as variações no nível do líquido apenas pelo toque (**Figura 2a-2b**). Na sequência, utilizam tampões de ouvido para restringir a audição e acompanhar o comportamento do líquido exclusivamente pela observação visual. Essas simulações permitiram avaliar como diferentes formas de percepção influenciam a compreensão do fenômeno e reforçaram a importância de adaptações sensoriais para o ensino inclusivo de Termodinâmica.

**Figura 2** – Testes do experimento na disciplina PPF II



Fonte: Autoria Própria (2024).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação dos experimentos adaptados evidenciou que a acessibilidade sensorial contribuiu significativamente para a compreensão dos fenômenos de Termodinâmica por parte dos participantes. Os registros em diário de campo e os relatos

orais mostraram que a exploração tátil, a mediação verbal e a percepção de estímulos térmicos favoreceram a identificação das variáveis envolvidas nos processos de dilatação térmica e condução de calor. Esses resultados convergem com estudos que apontam o potencial da experimentação acessível na promoção da aprendizagem de conceitos abstratos por meio de múltiplos canais perceptivos (BARBOSA et al., 2022; SOUZA, 2011).

Os estudantes destacaram que o uso de vendas e tampões auriculares, ao simular condições de deficiência sensorial, ampliou a reflexão sobre as barreiras impostas por práticas tradicionais no ensino de Física. A limitação temporária de um dos sentidos gerou maior atenção a outros estímulos, como a temperatura percebida pelo tato, a variação do volume do líquido no interior do termômetro caseiro e a diferença de condução térmica entre as barras de materiais distintos. Relatos apontaram que a privação de um dos sentidos intensificou a atenção a outros estímulos, contribuindo para percepções mais detalhadas e para a reflexão sobre as barreiras enfrentadas por estudantes com deficiência sensorial.

Um dos depoimentos registrados apresentado aqui como exemplo de citação literal longa ilustra essa percepção ampliada durante o processo investigativo:

*“Ao trabalhar com a barra metálica usando apenas o toque, percebi que pequenas mudanças de temperatura se tornavam mais evidentes do que quando eu observava apenas visualmente. Sem enxergar, eu precisei confiar mais na sensação térmica da mão, e isso me ajudou a entender melhor o fenômeno da condução. Foi como descobrir um detalhe do experimento que antes passava despercebido.”*

(Relato de um participante)

Esse tipo de manifestação sugere que a experimentação acessível não beneficia apenas estudantes com deficiência sensorial, mas também amplia a percepção e a sensibilidade investigativa de todos os envolvidos, fortalecendo uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos.

Outro aspecto observado foi a importância das instruções verbais e da mediação dialógica para orientar a exploração dos dispositivos experimentais. A clareza na comunicação, associada à organização tátil dos materiais, proporcionou condições mais equitativas de participação. A partir dessa experiência, os estudantes reconheceram que práticas inclusivas não dependem exclusivamente de recursos tecnológicos sofisticados, mas de planejamento intencional que considere as diferentes formas de acesso à informação.

Além disso, a vivência simulada de deficiência sensorial levou os futuros professores a refletirem sobre a necessidade de repensar suas próprias práticas. Em conversa ao final das atividades, um dos participantes destacou: [...] ao vivenciar uma limitação, percebi que muitas vezes reproduzimos modelos de aula que não atendem a todos, mesmo quando achamos que são ‘claros’ o suficiente”.

A fala reforça a importância de estratégias diversificadas e de uma postura pedagógica sensível às diferenças.

Os resultados mostram que a experimentação inclusiva possui potencial para promover aprendizagens significativas, ao mesmo tempo em que estimula a formação docente crítica e comprometida com práticas equitativas. A análise qualitativa das percepções registradas revela que os estudantes compreenderam tanto os conteúdos de Termodinâmica quanto os desafios e possibilidades de uma abordagem acessível no ensino de Física.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os experimentos desenvolvidos demonstraram que a experimentação acessível constitui uma estratégia viável e eficaz para promover a aprendizagem de conceitos de Termodinâmica em contextos inclusivos. O uso de materiais de baixo custo, associado à adaptação sensorial por meio de marcações táteis, etiquetas em Braille e recursos em Língua Brasileira de Sinais, evidenciou que práticas simples podem ampliar significativamente o acesso de estudantes com deficiências visuais e auditivas aos fenômenos físicos.

A análise das atividades realizadas indicou que as adaptações propostas não apenas favoreceram a compreensão dos conteúdos, como também estimularam reflexões críticas entre os futuros professores sobre a importância da inclusão no ensino de Ciências. A simulação de situações de deficiência sensorial permitiu aos participantes vivenciarem desafios enfrentados por estudantes com necessidades específicas, fortalecendo sua formação docente e contribuindo para o desenvolvimento de competências pedagógicas voltadas à equidade.

Os resultados revelam que a acessibilidade no ensino de Física depende menos de recursos tecnológicos sofisticados e mais da intencionalidade pedagógica na construção de ambientes de aprendizagem inclusivos. Dessa forma, a implementação de experimentos adaptados reforça a necessidade de incorporar a perspectiva inclusiva à formação inicial de professores, possibilitando que estes atuem de maneira mais sensível, crítica e preparada para atender a diversidade presente nas salas de aula.

Recomenda-se que investigações futuras incluam a aplicação direta das atividades em turmas com estudantes com deficiência visual e auditiva, acompanhadas de instrumentos avaliativos sistemáticos. Tal aprofundamento permitirá verificar de maneira mais precisa o impacto das adaptações na aprendizagem e ampliar o repertório de práticas inclusivas no Ensino de Física. Espera-se que iniciativas como esta contribuam para consolidar uma cultura educacional mais equitativa e comprometida com o acesso pleno aos conhecimentos científicos.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao Grupo de Pesquisa Ensino de Ciências e Física da UFPA - GPECF, cujo compromisso acadêmico e científico tem contribuído decisivamente para avanço das práticas educativas na área. Este trabalho recebeu apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil, Código de Financiamento 001. Além disso, foi parcialmente apoiado pelo CNPq - Brasil. Registro, de modo especial, o agradecimento a Larissa Pantoja Barbosa, pelo apoio prestado e a disponibilidade para melhoria na qualidade das figuras.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. M.; LIMA, C. F. SENA, J. L. **Atividades experimentais acessíveis no ensino de Ciências: reflexões sobre práticas inclusivas.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 15, n. 3, 2022a.

BARBOSA, M. P.; PRADO, R. R.; POLL, L. A.; SILVA JUNIOR, C. A. B. **Ensino de Física no ensino superior: a utilização dos jogos adaptados como instrumentos mediadores na inclusão de alunos autistas.** In: AUTISMO: Tecnologias e formação de professores para a escola pública. Cap. 13, p. 187, 2020.

BARBOSA, M. P.; SILVA, J. G. M.; PRADO, R. R.; SILVA Jr, C. A. B. **Ensino de Física: Metodologia Ativa e Recursos Adaptados para Alunos Autistas.** A Física na Escola (Online), v. 20, p. 210604, 2022b.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

CAMARGO, E. P.; SILVA, M. A. **O ensino de Física para estudantes com deficiência visual: desafios e possibilidades.** Educação em Revista, v. 39, n. 1, 2003.

CARDOSO, F. C.; BOTAN, E. **Sinalizando a Física: 1 – Vocabulário de Termodinâmica e Óptica.** Sinop: Projeto Sinalizando a Física, 2010. Acesso em: 22 ago. 2024.

CONCEIÇÃO, J. B. DA, CONCEIÇÃO, J. S., BRAGA, A. N., BRAGA, L. F., ALEIXO, V. F. P., SILVA JÚNIOR, C. A. B., & BRAGA, A. N. **Relato de experiência: ensino de termodinâmica na Ilha de Mosqueiro.** *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 10, e19365, 2025.

FONTANA, A.; FÁVERO, M. H. **Metodologias investigativas e a construção de significados no ensino de Ciências.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n. 3, 2013.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Summus, 2015.

PEREIRA, M. F. **Formação docente e inclusão no ensino de Ciências.** Ciência &

Educação, v. 12, n. 2, 2006.

**SOUZA, P. Recursos didáticos acessíveis no ensino de Física: contribuições para estudantes cegos.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 2, n. 4, 2011.

**XAVIER, R. A.; VIANNA, D. M. Estratégias acessíveis para o ensino de Física: reflexões a partir da prática docente.** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 26, 2024.

#### **4 RELATO DE EXPERIÊNCIA: ENSINO DE TERMODINÂMICA NA ILHA DE MOSQUEIRO**

36

Este capítulo corresponde ao artigo “*Relato de experiência: ensino de Termodinâmica na Ilha de Mosqueiro*”, publicado na revista *Caderno Pedagógico*, periódico classificado como Qualis A2, no ano de 2025 (DOI: 10.54033/cadpedv22n10-246). O artigo apresenta um relato de experiência referente a uma oficina de Termodinâmica realizada durante o evento “*Ciência na Ilha*”, com alunos do 7º ano da *Escola Municipal Donatila Santana Lopes*, localizada na Ilha de Mosqueiro (PA). O estudo está vinculado ao projeto de pesquisa intitulado “*Investigações em Física Teórica: Educação e Aprendizagem em Ciências - Múltiplos saberes*”, coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Dra. Alessandra Nascimento Braga, e teve como objetivo favorecer a compreensão dos conceitos de condução e dilatação térmica por meio de práticas experimentais acessíveis, evidenciando a relevância da experimentação de baixo custo enquanto recurso didático capaz de favorecer processos de aprendizagem e ampliar práticas inclusivas em contextos escolares marcados por limitações estruturais.

**Relato de experiência: ensino de termodinâmica na Ilha de Mosqueiro**

**Experience report: teaching thermodynamics on Mosqueiro Island**

**Relato de experiencia: enseñanza de termodinámica en la Isla de Mosqueiro**

DOI: 10.54033/cadpedv22n10-246

Originals received: 7/25/2025

Acceptance for publication: 8/18/2025

---

**Jhenet Brito da Conceição**

Graduanda em Licenciatura em Física

Instituição: Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará (FacFis/UFPA)

Endereço: Ananindeua, Pará, Brasil

E-mail: [jhenet.conceicao@ananindeua.ufpa.br](mailto:jhenet.conceicao@ananindeua.ufpa.br)

**Joyce Silva Conceição**

Graduanda em Licenciatura em Física

Instituição: Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará (FacFis/UFPA)

Endereço: Ananindeua, Pará, Brasil

E-mail: [joyce.conceicao@ananindeua.ufpa.br](mailto:joyce.conceicao@ananindeua.ufpa.br)

**Aline Nascimento Braga**

Doutoranda em Educação em Ciências e Matemáticas

Instituição: Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará (UFPA)

Endereço: Belém, Pará, Brasil

E-mail: [aline.braga@iemci.ufpa.br](mailto:aline.braga@iemci.ufpa.br)

**Lelio Favacho Braga**

Doutor em Educação

Instituição: Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC-PA)

Endereço: Belém, Pará, Brasil

E-mail: [lelio.braga@escola.seduc.pa.gov.br](mailto:lelio.braga@escola.seduc.pa.gov.br)

**Vicente Ferrer Pureza Aleixo**

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará (FacFis/UFPA)

Endereço: Ananindeua, Pará, Brasil

E-mail: [ferrer@ufpa.br](mailto:ferrer@ufpa.br)

### **Carlos Alberto Brito Silva Júnior**

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará (FacFis/UFPA)

Endereço: Ananindeua, Pará, Brasil

E-mail: cabsjr@ufpa.br

### **Alessandra Nascimento Braga**

Doutora em Física

Instituição: Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará (FacFis/UFPA)

Endereço: Ananindeua, Pará, Brasil

E-mail: alessandrabg@ufpa.br

## **RESUMO**

Este artigo relata uma oficina de termodinâmica realizada durante o evento “Ciência na Ilha” com alunos do 7º ano na Escola Municipal Donatila Santana Lopes, na Ilha do Mosqueiro (PA). O estudo, vinculado ao projeto “Investigações em Física Teórica: Educação e Aprendizagem em Ciências - Múltiplos saberes”, teve como objetivo facilitar a compreensão dos conceitos de condução e dilatação térmica. Partiu-se da hipótese de que o uso de materiais de baixo custo e da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) seria uma abordagem pedagógica, na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa (TAS), eficaz para alcançar esse objetivo. Para verificar essa premissa, foram desenvolvidos dois experimentos principais: a comparação da condução de calor em diferentes materiais e a construção de um termômetro artesanal. A partir da problematização de situações-problema do cotidiano, os alunos foram estimulados à construção do conhecimento científico de forma ativa e criativa. Os resultados mostraram que a realização de oficinas permite que os alunos compreendam os conceitos de Termodinâmica de forma efetiva, reforçando a importância de práticas contextualizadas e próximas à realidade dos estudantes. O estudo reforça, portanto, a importância de uma abordagem que valorize práticas contextualizadas e relacionadas ao cotidiano dos alunos. Conclui-se que a utilização de materiais de baixo custo e da ABP possibilita atender às diferentes necessidades dos estudantes, promovendo uma aprendizagem significativa, interativa e alinhada à realidade escolar.

**Palavras-chave:** Termodinâmica. Metodologias Ativas. Ensino de Ciências. ABP.

## **ABSTRACT**

This article reports on a thermodynamics workshop held during the “Science on the Island” event with 7th grade students at the Municipal Donatila Santana Lopes School on Mosqueiro Island (PA). The study, linked to the project “Investigations in Theoretical Physics: Education and Learning in Science - Multiple Knowledge”, aimed to facilitate understanding of the concepts of thermal dilatation and conduction. The hypothesis was that the use of low-cost materials and Problem-Based Learning (PBL) would be an effective pedagogical approach, perspective from meaningful learning theory (MLT), to achieve this goal. To verify this

premise, two main experiments were developed: the comparison of heat conduction in different materials and the construction of a handmade thermometer. By problematizing everyday situations, students were encouraged to construct scientific knowledge in an active and creative way. The results showed that workshops enable students to understand the concepts of thermodynamics effectively, reinforcing the importance of contextualized practices that are closely connected to students' reality. The study therefore reinforces the importance of an approach that values contextualized practices related to students' everyday lives. It is concluded that the use of low-cost materials and PBL makes it possible to meet the different needs of students, promoting meaningful, interactive learning that is aligned with the school reality.

**Keywords:** Thermodynamics. Active Methodologies. Science Teaching. PBL.

## RESUMEN

Este artículo describe un taller de termodinámica realizado durante el evento “Ciencia en la Isla” con alumnos de 7° curso de la Escuela Municipal Donatila Santana Lopes, en la isla de Mosqueiro (PA). El estudio, vinculado al proyecto “Investigaciones en Física Teórica: Educación y Aprendizaje en Ciencias - Múltiples conocimientos”, tenía como objetivo facilitar la comprensión de los conceptos de conducción dilatación y térmica. Se partió de la hipótesis de que el uso de materiales de bajo costo y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) serían un enfoque pedagógico, desde la perspectiva de la teoría del aprendizaje significativo (TAS), eficaz para alcanzar este objetivo. Para verificar esta premisa, se desarrollaron dos experimentos principales: la comparación de la conducción del calor en diferentes materiales y la construcción de un termómetro artesanal. A partir de la problematización de situaciones cotidianas, se estimuló a los alumnos a construir conocimiento científico de forma activa y creativa. Los resultados mostraron que la realización de talleres permite a los alumnos comprender los conceptos de termodinámica de manera efectiva, reforzando la importancia de prácticas contextualizadas y cercanas a la realidad de los alumnos. El estudio refuerza, por lo tanto, la importancia de un enfoque que valore las prácticas contextualizadas y relacionadas con la vida cotidiana de los alumnos. Se concluye que el uso de materiales de bajo costo y el ABP permiten atender las diferentes necesidades de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje significativo, interactivo y alineado con la realidad escolar. ABP.

**Palabras clave:** Termodinámica. Metodologías Activas. Enseñanza de las Ciencias.

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências na educação básica, sobretudo em escolas públicas de regiões periféricas, enfrenta desafios históricos relacionados à escassez de

recursos didáticos, à formação docente e à predominância de abordagens pedagógicas tradicionais e descontextualizadas (França, Lopez, 2022). No que se refere o conteúdo de Termodinâmica, por sua natureza conceitual e frequentemente abstrata é um dos conteúdos mais desafiadores para os estudantes, especialmente quando ensinada de forma dissociada do cotidiano. Nesse cenário, iniciativas que promovam um ensino por meio de metodologias ativas e práticas experimentais acessíveis ganham relevância por seu potencial de tornar o aprendizado mais significativo (Braga, Carvalho, 2021).

Uma alternativa para superar as limitações estruturais das escolas e tornar viável o ensino de Ciências por meio da experimentação é a utilização de experimentos de baixo custo. De acordo com Ávila e Matos (2017), o uso de materiais acessíveis nessas atividades não apenas estimula nos alunos a reflexão sobre a reutilização e o descarte sustentável, como também contribui para a democratização do acesso ao conhecimento, possibilitando que instituições com recursos limitados desenvolvam práticas experimentais de forma eficiente e significativa.

Segundo Freire (1997), a vivência prática é fundamental para consolidar o conhecimento teórico, em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) e a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da educação nacional (Brasil, 1996), que defendem a integração entre ciência, cultura e realidade social. Nesse sentido, práticas que unem teoria e prática, valorizam o saber local e envolvem o estudante como sujeito ativo são essenciais para superar desafios no ensino de Ciências.

Nesse sentido, a integração dos conceitos de termodinâmica com outros saberes e áreas do conhecimento pode ampliar o significado das aprendizagens e estimular a visão interdisciplinar. Por exemplo, discutir o impacto do uso eficiente de materiais condutores e isolantes na economia de energia doméstica e na preservação ambiental pode conectar os conteúdos de Física com temas de sustentabilidade e cidadania, enriquecendo o contexto educacional (Cardoso; Rockenbach; Raupp, 2024).

A BNCC (Brasil, 2018) enfatiza a relevância de metodologias ativas que incentivem o protagonismo dos estudantes e favoreçam o desenvolvimento de

competências por meio da experimentação, investigação e resolução de problemas. Nesse contexto, práticas experimentais, sobretudo de baixo custo, têm se mostrado eficientes para tornar o ensino de Física mais acessível e significativo (Pereira, Moreira, 2017).

No intuito de proporcionar uma aprendizagem mais concreta, contextualizada e alinhada às vivências dos alunos, surgiu a oficina intitulada “*Explorando a Termodinâmica: Termômetro Caseiro e Condução de Calor na Ilha de Mosqueiro*” (código OF09M), realizada no evento “*Ciência na Ilha 2024*”, ver em <https://ciencianilha.wordpress.com/2024/11/09/programacao-ciencia-na-ilha-2024/>, com alunos do 7º ano da Escola Municipal Donatila Santana Lopes, na Ilha do Mosqueiro, pertencente a cidade de Belém do Pará. A atividade é vinculada ao projeto intitulado “*Investigações em Física Teórica: Educação e Aprendizagem em Ciências – Múltiplos saberes*”. O objetivo desta proposta pedagógica foi tornar acessíveis os conceitos de dilatação e condução térmica por meio da experimentação com materiais de baixo custo e da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa. Partiu-se da hipótese de que essa abordagem, ao integrar a teoria com práticas experimentais contextualizadas, pode facilitar a compreensão dos conceitos de Termodinâmica e superar os desafios de ensino em escolas públicas.

O Ciência na Ilha é um evento promovido pelo Clube de Ciências da UFPA, em parceria com projetos de divulgação científica de diferentes IES, que busca socializar conhecimentos científicos em comunidades ribeirinhas da região insular de Belém. Seu objetivo é promover o intercâmbio de saberes entre pesquisadores e moradores, com foco em pesquisas e temas ligados às especificidades socioambientais locais (Brabo, Ferreira Neto e Santos, 2023).

A iniciativa pedagógica buscou enfrentar dois grandes desafios educacionais: a dificuldade de compreensão dos conteúdos de Termodinâmica e o acesso desigual ao ensino experimental nas escolas públicas. A escolha pela Ilha de Mosqueiro se justifica pela importância de democratizar o ensino de Ciências em contextos com baixa oferta de atividades práticas no processo formativo, o que reflete o papel social e de extensão da universidade pública. A articulação entre saber científico e realidade local foi, então, central na proposta pedagógica,

permitindo que os alunos se reconhecessem como protagonistas na construção de seu próprio conhecimento.

Esta investigação discute metodologias para o ensino de Ciências focadas em experimentação acessível, materiais alternativos e valorização do contexto sociocultural. Ao relatar a oficina, o estudo propõe o uso de materiais regionais e recicláveis, promovendo consciência ambiental, práticas contextualizadas e sustentabilidade, com potencial de replicação em outras escolas e comunidades.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação desta proposta se ancora em teorias educacionais que valorizam a construção ativa do conhecimento. Entre os principais referenciais, destaca-se a TAS de Ausubel (Ausubel, 2003; Pelizzari *et al.*, 2022), segundo a qual a aprendizagem ocorre de forma mais eficaz quando o novo conteúdo é relacionado aos conhecimentos prévios do aluno. A aplicação de atividades práticas e contextualizadas favorece esse processo, pois permite que o estudante estabeleça conexões entre o saber científico e sua vivência cotidiana.

Vygotsky (1998) também oferece importantes contribuições por meio do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que define a diferença entre o que o aluno consegue realizar sozinho e o que pode alcançar com a mediação de um adulto ou colega mais experiente. A aprendizagem é, portanto, um processo social, no qual a interação e a linguagem desempenham papel central. Nesse sentido, as oficinas didáticas, ao promoverem o trabalho em grupo e a cooperação, estimulam o desenvolvimento cognitivo e a construção coletiva do conhecimento.

Outro referencial relevante é Paulo Freire (1997), cuja pedagogia problematizadora enfatiza o diálogo, a escuta ativa e a valorização dos saberes dos estudantes. Para Freire, a educação deve ser um ato libertador, em que o aluno é sujeito do seu processo de aprendizagem. Nesse sentido, a metodologia utilizada na oficina dialoga diretamente com essa perspectiva, pois parte de situações-problema reais para a construção do conhecimento.

A escolha da ABP como metodologia principal se justifica por sua eficácia na promoção da autonomia e do pensamento crítico. Como destacam Savery e Duffy (1995), a ABP estimula a investigação, a reflexão e a tomada de decisões, sendo especialmente eficaz no ensino de Ciências. Além disso, permite que o conhecimento científico seja construído de forma ativa, por meio da resolução de problemas que fazem sentido para os estudantes.

No campo específico do ensino de Física, diversos estudos indicam que a experimentação é fundamental para tornar os conteúdos mais concretos e compreensíveis. Atividades práticas, especialmente quando relacionadas a situações do cotidiano dos estudantes, promovem maior engajamento e facilitam a construção do conhecimento (Freire, 1997; Gehlen, Maldaner, Delizoicov, 2012). A construção de termômetros caseiros e a análise da condução térmica em diferentes materiais, como realizado em oficinas pedagógicas, são exemplos eficazes de como conteúdos abstratos podem ser explorados de maneira acessível e significativa.

Portanto, a fundamentação teórica da presente proposta sustenta-se na integração entre os pressupostos da aprendizagem significativa, da mediação sociocultural e da educação problematizadora. Essa base conceitual orientou todas as etapas da oficina, desde o planejamento até a avaliação, com o objetivo de garantir uma experiência educativa transformadora e coerente com os princípios da educação inclusiva e de qualidade.

### 3 METODOLOGIA

A oficina foi organizada com base na metodologia ABP, visando promover uma aprendizagem ativa, colaborativa e significativa. Além disso, o estudo adota uma abordagem descritiva, com o propósito de apresentar, de forma sistemática, as características de uma população, fenômeno ou experiência (GIL, 2002).

A construção da proposta teve como ponto de partida a elaboração de uma situação-problema relevante para o contexto dos estudantes, expressa na pergunta orientadora: *“Como investigar, com materiais simples e acessíveis, a condução de calor e a variação de temperatura em diferentes objetos e*

*ambientes, relacionando esses fenômenos ao cotidiano da Ilha de Mosqueiro e compreendendo sua conexão com a ciência?”*

A oficina foi realizada no dia 28 de novembro de 2024, na *Escola Municipal de Ensino Fundamental Donatila Santana Lopes*, localizada na Ilha de Mosqueiro, distrito de Belém (PA), como parte do evento *Ciência na Ilha 2024*, que ocorreu de forma presencial nos dias 28 e 29 de novembro. O público-alvo foram estudantes do ensino fundamental, e o objetivo da oficina foi contribuir para a produção e socialização de conhecimentos científicos junto às comunidades ribeirinhas, com atenção especial às especificidades socioambientais dessas localidades.

Participaram da oficina 19 estudantes, regularmente matriculados no 7º ano do Ensino Fundamental. A equipe organizadora foi composta por dois licenciandos e quatro docentes do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Pará (UFPA). A oficina teve duração de três horas e foi estruturada em quatro etapas: (1) contextualização teórica, (2) experimentação, (3) discussão dos resultados e (4) avaliação. O espaço escolar foi reorganizado em três estações experimentais, com os alunos distribuídos em duplas.

Cada estação abordava aspectos distintos da condução e dilatação térmica. Os materiais utilizados foram acessíveis e seguros, incluindo garrafas plásticas, canudos, corantes alimentícios, recipientes metálicos e cerâmicos, termômetros clínicos e fontes de calor. A contextualização teórica inicial consistiu em uma breve apresentação dialogada sobre os conceitos de condução térmica e dilatação térmica, utilizando exemplos do cotidiano dos estudantes. Em seguida, os alunos realizaram dois experimentos: o primeiro, de comparação da condução de calor em diferentes materiais; o segundo, de construção e análise de um termômetro artesanal.

Durante a atividade, foram realizadas observações de campo, registros fotográficos e aplicação de questionários com quatro perguntas abertas. A avaliação contemplou tanto aspectos cognitivos (compreensão conceitual) quanto afetivos (engajamento e interesse). As respostas foram analisadas qualitativamente, com base em categorias emergentes das falas dos estudantes, e

quantitativamente, por meio da frequência de acertos e referências aos conceitos trabalhados.

### 3.1 EXPERIMENTO DE CONDUÇÃO DE CALOR EM DIFERENTES MATERIAIS

A oficina “Condução de Calor” foi desenvolvida com o objetivo de promover uma aprendizagem significativa sobre os processos de transferência térmica em materiais distintos. Durante a atividade, os alunos receberam três tipos de materiais: metal, madeira e plástico, ver Figura 1.

Primeiramente, foi realizada a aferição das temperaturas iniciais de cada material (ver Figura 1), utilizando termômetros clínicos, com o registro dos valores obtidos. Em seguida, os materiais foram expostos a uma fonte de calor comum, mantendo as condições experimentais controladas. Após o aquecimento, os alunos realizaram medições de temperatura e registraram os dados obtidos.

Os resultados evidenciaram que o material metálico apresentou a maior variação térmica, seguido pela madeira e, por último, pelo plástico. Esse comportamento está em consonância com a literatura, que descreve os metais como excelentes condutores de calor em razão da presença de elétrons livres em sua estrutura cristalina, os quais se deslocam facilmente e promovem a rápida transferência de energia térmica. Já materiais como madeira e plástico são classificados como isolantes térmicos, pois não possuem essa mobilidade eletrônica, o que dificulta a propagação do calor (Halliday, Resnick, Walker, 2012).

Figura 1. Experimento de condução térmica com três materiais diferentes, plástico, madeira e metal.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A análise dos resultados possibilitou relacionar esses fenômenos ao cotidiano, incentivando os alunos a identificar condutores e isolantes em objetos como panelas, cabos de utensílios domésticos e sistemas de isolamento térmico. Essa abordagem contribuiu para consolidar a compreensão da ciência na prática, demonstrando como conceitos físicos fundamentais se conectam à realidade observada.

### 3.2 CONSTRUÇÃO DO TERMÔMETRO CASEIRO

Neste experimento, cada participante montou um termômetro artesanal utilizando garrafa plástica, álcool, água e corante, vedados com uma tampa perfurada contendo um canudo. Ao submeter o recipiente a uma fonte de calor (imersão parcial em água quente), observou-se a elevação do nível do líquido no canudo, conforme mostra a Figura 2.

A atividade possibilitou a exploração do conceito de dilatação térmica dos líquidos, que consiste no aumento de volume quando a substância é submetida ao aquecimento. Esse fenômeno ocorre porque o acréscimo de energia térmica faz com que as partículas do líquido se movimentem mais intensamente, afastando-se umas das outras.

Figura 2. Construção e Aplicação do Termômetro Caseiro.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nos termômetros de coluna líquida, como os de mercúrio ou de álcool, por exemplo, essa variação de volume é convertida em deslocamento do líquido

dentro do tubo capilar, permitindo medir a temperatura de forma prática e precisa (Halliday, Resnick, Walker, 2012). Assim, a experiência contribuiu para relacionar diretamente um conceito físico fundamental com um instrumento de uso cotidiano.

Os alunos relacionaram o experimento com situações do cotidiano, como o uso de termômetros em casa e a percepção de mudanças de temperatura no ambiente. Ambas as atividades seguiram um roteiro de experimentação, com instruções passo a passo, questões orientadoras e espaços para anotações. Ao final, realizou-se uma roda de conversa para discussão dos resultados, na qual os estudantes compartilharam suas observações e formularam explicações com base nos conceitos trabalhados.

Durante a atividade, os alunos registraram suas observações em um quadro fornecido e participaram de uma discussão coletiva sobre as diferenças de comportamento térmico observadas nos materiais. Essa experiência contribuiu para reforçar a relação entre teoria e prática, evidenciando como os princípios físicos estudados se aplicam a situações do cotidiano.

Ambas as atividades valorizaram a participação ativa, a cooperação em grupo e o desenvolvimento de habilidades científicas, como observação, registro de dados, análise e comunicação de ideias. Ao final da oficina, os estudantes foram convidados a responder um questionário avaliativo, no qual expressaram suas percepções sobre o aprendizado, a dinâmica da atividade e a relação entre ciência e cotidiano.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A análise do questionário aplicado aos 19 estudantes após a realização da oficina permitiu a coleta de dados qualitativos e quantitativos, evidenciando resultados expressivos tanto em termos de aprendizagem quanto de engajamento dos participantes. A compreensão conceitual foi avaliada por meio das respostas fornecidas no questionário (ver Tabela 1) e das discussões em grupo, as quais demonstraram que os estudantes assimilaram de forma satisfatória os conteúdos abordados, em consonância com os princípios da ABP, que valoriza

a resolução colaborativa de situações-problema e a construção ativa do conhecimento (Savery, Duffy, 1995). Já o engajamento foi constatado pela participação ativa dos alunos nas atividades propostas e pelo interesse demonstrado ao longo da oficina, refletindo a eficácia da metodologia adotada.

Tabela 1. Respostas dos Alunos ao Questionário sobre “Percepções e Saberes dos Estudantes sobre Condução de Calor: Uma Abordagem Experimental”.

Perguntas	Respostas com Porcentagens
1. Qual material ficou mais quente e mais rápido?	65% — Metal 25% — Madeira 10% — Plástico
2. Por que o ferro e o alumínio são bons condutores de calor, enquanto o plástico e a madeira são isolantes térmicos?	74% — Ferro e alumínio são bons condutores de calor porque possuem alta capacidade de condução térmica. 26% — Plástico e madeira são isolantes térmicos porque suas partículas estão mais distantes, dificultando a transferência de calor.
3. Qual a diferença entre materiais condutores e isolantes e como a condução de calor é aplicada em nosso cotidiano?	58% — Materiais condutores (como metais) permitem a passagem de calor facilmente, sendo utilizados em utensílios de cozinha e aparelhos eletrônicos. 42% — Materiais isolantes (como madeira e plástico) evitam a passagem de calor e são usados para proteção térmica, como em cabos elétricos e isolamento de garrafas térmicas.
4. Como você pode usar esse conhecimento no seu dia a dia?	80% — Os estudantes mencionaram a utilização do conhecimento para escolher materiais adequados para utensílios de cozinha, como panelas, e para melhorar o conforto térmico em suas casas. 20% — Destacaram a importância de compreender como os materiais reagem ao calor, como ao lidar com objetos expostos ao sol ou ao utilizar roupas adequadas em diferentes condições climáticas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No experimento de condução de calor, 65% dos estudantes identificaram corretamente o metal como o material que aqueceu mais rapidamente, evidenciando a compreensão do conceito de condutividade térmica, enquanto 25% apontaram a madeira e 10% o plástico, indicando dificuldades de parte dos alunos em diferenciar condutores de isolantes. Entre os participantes da pesquisa, 58% explicaram corretamente que condutores, como metais, permitem a passagem de calor e são usados em utensílios e aparelhos eletrônicos, enquanto 42% destacaram que isolantes, como madeira e plástico, dificultam a transferência de calor, sendo utilizados para proteção térmica. Além disso, 74% dos estudantes

relacionaram a eficiência dos condutores e isolantes à estrutura dos materiais, enquanto 26% demonstraram compreensão parcial.

Sobre a aplicabilidade no cotidiano, 80% afirmaram que utilizarão esse conhecimento na escolha de utensílios domésticos e no conforto térmico das residências, e 20% mencionaram a importância de entender a reação dos materiais ao calor no uso de roupas ou objetos expostos ao sol.

No experimento de dilatação térmica, 89% dos alunos compreenderam corretamente o princípio físico, explicando que o aumento da temperatura provoca a expansão do líquido e a elevação do nível no canudo. Muitos fizeram conexões com o funcionamento de termômetros ou variações de temperatura no ambiente, demonstrando a aplicação prática do conteúdo escolar à realidade cotidiana.

Do ponto de vista qualitativo, observou-se um grande entusiasmo dos participantes. Comentários como “*parece mágica, mas é ciência*” ou “*agora entendo por que o cabo da panela é de plástico*” foram registrados durante a atividade. A interação entre os alunos foi intensa, com colaboração mútua, discussão de hipóteses e compartilhamento de descobertas, caracterizando a dinâmica do ABP e estando em consonância com os princípios do socioconstrutivismo (Vygotsky, 1998), especialmente na perspectiva da construção coletiva do conhecimento.

A análise das respostas abertas também apontou para a valorização da prática como meio de aprendizagem. Os estudantes relataram que gostariam de ter mais aulas com experimentos, destacando que aprenderam mais “vendo e fazendo” do que apenas ouvindo. Essa percepção confirma os pressupostos da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (Ausubel, 2003; Pelizzari *et al.*, 2022), reforçando a importância do vínculo entre o conteúdo novo e os conhecimentos prévios dos alunos.

De forma geral, os resultados demonstram que os estudantes não apenas compreenderam os conceitos de condução térmica e dilatação térmica, mas também foram capazes de aplicá-los em situações práticas do cotidiano, evidenciando a efetividade do ABP (Savery, Duffy, 1995) na promoção de uma aprendizagem significativa, contextualizada e alinhada às demandas do mundo real.

#### 4.1 CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

A aplicação dos conhecimentos adquiridos em situações do cotidiano destacou-se como um dos principais indicadores da efetividade do processo de aprendizagem promovido pela oficina. A capacidade dos alunos de construir os conceitos científicos para contextos familiares demonstra não apenas a compreensão dos fenômenos estudados, mas também a internalização significativa desse saber.

Cerca de 80% dos participantes foram capazes de mencionar exemplos concretos do dia a dia nos quais os conceitos de condução e dilatação térmica são aplicáveis. Entre os exemplos mais citados estão o uso de panelas de alumínio, que possuem alta condutividade térmica, favorecendo o aquecimento eficiente dos alimentos, e os cabos plásticos, que funcionam como isolantes térmicos, protegendo os usuários do calor excessivo. Além disso, a construção do termômetro caseiro, realizada durante a atividade prática, foi frequentemente associada ao funcionamento dos termômetros clínicos e ambientais, evidenciando que os alunos foram capazes de estabelecer uma ponte clara entre o experimento desenvolvido em sala e os dispositivos utilizados em seu cotidiano.

Esses resultados corroboram a eficácia da oficina na promoção de uma aprendizagem significativa, conforme defendido por Ausubel (2003), que ressalta a importância de ancorar novos conhecimentos nas estruturas cognitivas previamente existentes dos alunos. A habilidade dos estudantes em reconhecer e aplicar esses conceitos fora do ambiente escolar confirma que a ciência, quando mediada de forma contextualizada e prática, torna-se um instrumento efetivo para a compreensão e transformação da realidade.

#### 4.2 ENGAJAMENTO E PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES

O engajamento dos alunos foi evidenciado não apenas pela sua participação ativa nos experimentos, mas também pela maneira como se envolveram com as discussões e a construção coletiva de explicações. Durante a oficina, os estudantes fizeram perguntas pertinentes, expressaram curiosidade sobre os

fenômenos observados e mostraram entusiasmo ao ver os resultados dos experimentos.

Comentários espontâneos como “*nunca vi um termômetro funcionar assim*” e “*parece mágica, mas é ciência*” revelaram um alto grau de envolvimento emocional, que é um indicativo de que os alunos estavam não apenas aprendendo, mas também internalizando os conceitos científicos de forma significativa. A teoria socioconstrutivista de Vygotsky (1978) destaca a importância da interação social no processo de aprendizagem. Os alunos, ao discutirem entre si e colaborarem na realização das atividades, construíram coletivamente seu entendimento, o que favoreceu a troca de ideias e o desenvolvimento de habilidades de comunicação e argumentação científica.

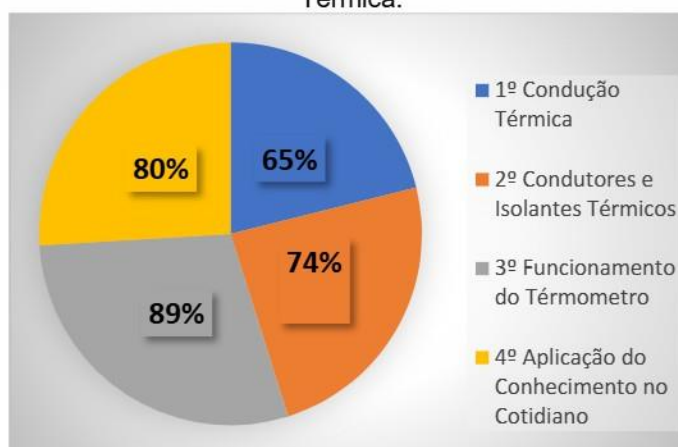
A dinâmica de trabalho em grupo também proporcionou aos alunos a oportunidade de aprender com seus pares, fortalecendo a colaboração e a resolução conjunta de problemas. Esse tipo de interação é fundamental para o desenvolvimento de competências que vão além do conteúdo acadêmico, como o trabalho em equipe e a capacidade de argumentar cientificamente.

#### 4.3 ENGAJAMENTO E PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES

A análise crítica da prática docente revela a importância de uma mediação ativa do professor, que deve atuar como facilitador da aprendizagem. A abordagem proposta por Paulo Freire (1997), que valoriza a educação problematizadora, foi claramente observada durante a oficina. O professor não apenas transmitiu o conteúdo, mas incentivou os alunos a questionarem e refletirem sobre os conceitos apresentados, o que tornou o processo de aprendizagem mais dinâmico e envolvente.

No Gráfico 1, são apresentadas as porcentagens de compreensão dos estudantes sobre os conceitos abordados na oficina, incluindo condução térmica, condutores e isolantes térmicos, funcionamento do termômetro e aplicação do conhecimento no cotidiano.

Gráfico 1. Desempenho dos Alunos na Assimilação dos Conceitos de Condução e Dilatação Térmica.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Observamos, no Gráfico 1, que a taxa de compreensão variou significativamente entre os temas abordados. O conceito de condução térmica apresentou a menor taxa de compreensão, com 65%. Esse resultado sugere que o tema pode ter sido mais desafiador para os alunos, possivelmente devido à sua natureza mais abstrata ou à necessidade de maior atenção durante a realização de experimentos. Em contraste, a compreensão sobre condutores e isolantes térmicos foi superior, atingindo 74%. Tal resultado indica que os estudantes foram capazes de relacionar a teoria com exemplos concretos de materiais, facilitando a assimilação do conteúdo.

O Funcionamento do Termômetro obteve a maior taxa de compreensão, com 89%, evidenciando que conteúdos que envolvem instrumentos práticos e observáveis são assimilados com maior facilidade, especialmente quando acompanhados de demonstrações ou experimentos claros. Quanto à aplicação do conhecimento no cotidiano, a compreensão também se mostrou elevada, alcançando 80%. Isso indica que os estudantes conseguem relacionar os conceitos teóricos para situações do dia a dia, embora com leve queda em relação ao entendimento do funcionamento do termômetro.

De modo geral, a análise sugere que os estudantes demonstram maior facilidade em compreender conteúdos concretos e observáveis, enquanto conceitos mais teóricos, como a condução térmica, podem exigir estratégias pedagógicas adicionais. Acreditamos que o uso de atividades práticas mais

direcionadas e de exemplos cotidianos pode contribuir para a consolidação da aprendizagem.

Apesar de a infraestrutura da escola ser suficiente, foram identificados desafios, como a limitação de materiais e a necessidade de adaptar o espaço para os experimentos. Essas dificuldades foram contornadas com soluções criativas, mas reforçam a importância de infraestrutura adequada para a implementação efetiva de metodologias ativas, garantindo que os professores possam realizar atividades práticas que promovam aprendizagem significativa.

Analisamos também o “*Percentual de Acertos e Compreensão dos Estudantes sobre Conceitos de Condução e Dilatação Térmica a partir da Oficina Experimental*”, observando que 65% dos alunos responderam corretamente sobre a condutividade térmica do metal, 74% diferenciaram adequadamente condutores e isolantes térmicos, e 89% compreenderam o princípio físico da dilatação térmica por meio do termômetro caseiro.

Esses resultados evidenciam que os estudantes assimilam mais facilmente conceitos concretos e observáveis, como o funcionamento de instrumentos experimentais, em comparação a conceitos mais abstratos, como a condutividade térmica. Nesse sentido, o uso de experimentos de baixo custo torna-se uma ferramenta didática eficiente para o ensino de física, especialmente em escolas com infraestrutura laboratorial limitada ou inexistente. De acordo com Pereira e Moreira (2017), tais atividades experimentais são essenciais para minimizar as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem, promovendo maior engajamento e compreensão dos estudantes.

Entretanto, algumas limitações foram observadas durante a oficina. A restrição de tempo dificultou a exploração mais aprofundada de certos conceitos teóricos e limitou a realização de experimentos adicionais que poderiam ampliar a compreensão dos alunos. A infraestrutura da escola, embora suficiente para as atividades propostas, apresentou desafios, como a limitação de materiais específicos e a necessidade de adaptações no espaço físico para a realização dos experimentos. Tais dificuldades foram parcialmente superadas com soluções criativas, mas reforçam a importância de uma infraestrutura adequada para viabilizar metodologias ativas de ensino.

## 5 CONCLUSÃO

A oficina de Termodinâmica na Ilha de Mosqueiro mostrou que conteúdos científicos complexos podem ser ensinados de forma acessível e contextualizada. O uso de materiais de baixo custo e a metodologia de ABP aproximaram teoria e prática, promovendo aprendizagem significativa e desenvolvimento de competências científicas.

Os resultados indicaram boa assimilação dos conceitos de condução e dilatação térmica, além do alto engajamento dos alunos, evidenciando seu protagonismo na aprendizagem, especialmente durante a construção e uso de termômetros caseiros (Figura 2). Além do impacto direto sobre os alunos, a experiência contribuiu significativamente para a formação inicial dos licenciandos envolvidos, ao proporcionar um espaço real de experimentação pedagógica, reflexão crítica e desenvolvimento de práticas alinhadas às metodologias ativas de ensino de Ciências, especialmente em contextos socialmente desafiadores.

O trabalho colaborativo entre docentes, estudantes universitários e comunidade escolar reforça o papel social da extensão universitária. Diante dos resultados positivos, recomenda-se ampliar iniciativas como esta, incorporando-as a políticas educacionais que valorizem práticas experimentais, inclusivas e contextualizadas, promovendo acesso democrático ao conhecimento científico e aproximação da ciência ao cotidiano dos estudantes.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Dr. Jesus Brabo, coordenador do Projeto “Ciência na Ilha”. À direção e aos alunos da Escola Municipal Donatila Santana Lopes. Ao Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Física (GPECF). Este trabalho também contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil, Código de Financiamento 001, e foi parcialmente financiado pelo CNPq - Brasil.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Tradução: Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano, 2003.

ÁVILA, S. G.; MATOS, J. R. Compostos coloridos do ferro: uma proposta de experimentação utilizando materiais de baixo custo. **Educación Química**, v. 28, n. 4, p. 254–261, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X17300472>. Acesso em: 27 maio 2025.

BRABO, J. C.; FERREIRA NETO, J. A. F.; SANTOS, J. K. R. dos. CIÊNCIA NA ILHA: Educação e divulgação científica em comunidades ribeirinhas da Amazônia paraense. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar - RE-CEI*, v. 9, n. 29, p. 307-318, 2023. <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RE-CEI/article/view/4332>.

BRAGA, M. C. F. T.; CARVALHO, R. S. Ensinando termodinâmica através de uma sequência de ensino investigativa. *Experiências em Ensino de Ciências* v.16, n. 2, p. 144-163. 2021. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/918/816>. Acesso em: 19 agosto 2025.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: [https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal.pdf](https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf). Acesso em: 19 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, 23 dez. 1996.

CARDOSO, J. M.; ROCKENBACH, L. C.; RAUPP, D. T. Ensino de termodinâmica integrado à educação ambiental: uma revisão de abordagens e estratégias didáticas. **Encontros de Debates sobre o Ensino de Química**, v. 1, n. 43, 2024. Disponível em: <https://edeq.com.br/submissao2/index.php/edeq/article/view/501>. Acesso em: 19 ago. 2025.

FRANÇA, G. H. de; LOPEZ, J. V. Experimento de baixo custo para o ensino de física óptica: o caso da Lei de Malus. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, e20210423, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/jnQJPYWLYx389qDKGsdVJb/?lang=pt>. Acesso em: 27 maio 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 18, p. 1–22, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física - Volume 2 - Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. D. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37–42, 2002.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. do A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265–277, 2017. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n1p265>. Acesso em: 29 abr. 2025.

SAVERY, J. R.; DUFFY, T. Problem-based learning: an instructional model and its constructivist framework. **Educational Technology**, v. 35, n. 5, p. 31–38, 1995.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

Neste trabalho, foi apresentado as três produções científicas desenvolvidas ao longo da formação inicial da autora, organizadas na seguinte ordem: um trabalho completo, um capítulo de livro e um artigo publicado. Em conjunto, essas produções evidenciam um percurso formativo marcado pela articulação entre pesquisa, prática pedagógica e compromisso com a educação inclusiva, especialmente no ensino de Termodinâmica, área reconhecida por seus desafios conceituais e didáticos em diferentes níveis de escolaridade.

Nos Capítulos 2 e 3, que tratam de um mesmo eixo investigativo, sendo o segundo a ampliação e a reelaboração do primeiro, os resultados evidenciam que a elaboração de aulas experimentais inclusivas, fundamentadas no uso de materiais de baixo custo e em adaptações sensoriais, constituiu uma alternativa viável e pedagogicamente consistente para o ensino de Termodinâmica. As análises mostram que práticas experimentais acessíveis favorecem a participação ativa dos estudantes, ampliam as possibilidades de compreensão conceitual e contribuem para a superação de abordagens tradicionalmente excludentes no ensino de Física.

No Capítulo 4, a oficina de Termodinâmica realizada na Ilha de Mosqueiro demonstrou que conteúdos científicos podem ser ensinados de forma acessível e contextualizada por meio do uso de materiais de baixo custo e da metodologia da ABP, favorecendo a aprendizagem significativa e o engajamento dos estudantes. Os resultados evidenciaram boa assimilação dos conceitos de condução e dilatação térmica, bem como o protagonismo discente nas atividades experimentais. Além disso, a experiência contribuiu para a formação inicial dos licenciandos envolvidos e reforçou o papel da extensão universitária na promoção de práticas pedagógicas inclusivas, apontando para a importância de ampliar iniciativas que aproximem a ciência do cotidiano escolar.

Como perspectivas futuras, reafirmo meu compromisso em fortalecer a inclusão como princípio pedagógico, entendendo-a não como adaptação pontual, mas como um fundamento estruturante da prática docente. Neste sentido, planejo dar continuidade à minha formação acadêmica por meio do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF - Polo 37), Edital MNPEF - SBF nº 07/2025. Atualmente na condição de classificada em cadastro reserva, aguardo a convocação para integrar a próxima turma, o que permitirá o aprofundamento da minha qualificação profissional e o fortalecimento da pesquisa em Ensino de Física. Ressalto ainda que este trabalho se desdobra em outras produções científicas correlatas, como o artigo intitulado *“Três iniciativas de Experimentação e Inclusão no Ensino*

*de Física para uma Aprendizagem Significativa*”, já submetido para avaliação no periódico *Experiências em Ensino de Ciências* (EENCI).

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília, DF: MEC/SEB, 2008.

CONCEIÇÃO DE SOUZA, Debora Samir; DA CRUZ SILVA, Boniek Venceslau. **HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE (E SOBRE) TERMODINÂMICA**. *Epistemologia e Práxis Educativa - EPEduc*, [S. l.], v. 4, n. 1, 2021. DOI: 10.26694/epeduc.v4i1.12521. Disponível em: <https://www.periodicos.ufpi.br/index.php/epeduc/article/view/1870>. Acesso em: 7 jan. 2026.

CONCEIÇÃO, Jhenet Brito da *et al.* **Experimentação acessível em termodinâmica: práticas pedagógicas inclusivas no ensino de Física**. In: **SABERES PLURAIS: a integralidade da saúde e os desafios sociais**. São Paulo: Thesis Editora Científica, 2025a. p. 139–151.

CONCEIÇÃO, Jhenet Brito da *et al.* **Prática pedagógica de Física: aula experimental inclusiva de Termodinâmica**. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2025**, Niterói. *Anais [...]*. Niterói: Sociedade Brasileira de Física, 2025b.

CONCEIÇÃO, Jhenet Brito da *et al.* **Relato de experiência: experimentação acessível no ensino de termodinâmica na Ilha de Mosqueiro**. *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 10, 2025c.

## ANEXO A – AÇÕES DE EXTENSÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Durante a graduação, participei de diversas atividades acadêmicas que contribuíram de maneira significativa para minha formação docente, bem como para o desenvolvimento de minha pesquisa sobre práticas investigativas e inclusivas no ensino de Física. Dentre essas experiências, destaco minha atuação como bolsista no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), da UFPA/CANAN, nos períodos de 01/10/2022 a 31/03/2024 e de 01/11/2024 até o presente momento. Nesse contexto, tive a oportunidade de desenvolver ações voltadas à formação inicial de professores, à prática pedagógica em ambiente escolar e à articulação entre teoria e prática no ensino de Física. Em adição, ressalto minha participação nos seguintes eventos acadêmicos, a saber:

1. **III ESCOLA DE INVERNO.** Trabalho apresentado: *Relato de experiência: ensino de termodinâmica na Ilha de Mosqueiro.* 2025. (Seminário).
2. **MENINAS NA TECNOLOGIA.** 2025. (Encontro).
3. **XXVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (XXVI SNEF).** Trabalho apresentado: *Práticas pedagógicas de Física: aula experimental inclusiva de Termodinâmica.* 2025. (Simpósio).
4. **XXXIX ENCONTRO DE FÍSICA DO NORTE E NORDESTE (XXXIX EFNNE 2025).** Trabalho apresentado: *Creation of signals-term in Libras for physics lab instruments at UFPA: inclusion for deaf students in higher education.* 2025. (Congresso).
5. **XXXIX ENCONTRO DE FÍSICA DO NORTE E NORDESTE (XXXIX EFNNE 2025).** Trabalho apresentado: *Teaching specific heat through meaningful learning: an experimental activity in high school.* 2025. (Congresso).
6. **21ª SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ.** 2024. (Encontro).
7. **CIÊNCIA NA ILHA 2024.** Oficina/Workshop: *Explorando a termodinâmica: termômetro caseiro e condução de calor na Ilha de Mosqueiro.* 2024. (Oficina).
8. **CIÊNCIA NA ILHA 2024.** Oficina/Workshop: *Estática dos fluidos no ensino fundamental: experimentação e conceitos na Ilha de Mosqueiro.* 2024. (Oficina).
9. **II SEMANA ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE MATERIAIS (II SAEM 2024).** 2024. (Encontro).
10. **MATEMÁTICA BÁSICA A PARTIR DA LUDICIDADE.** 2024. (Oficina).
11. **76ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC).** 2024. (Congresso).

12. **1ª AMOSTRA CIENTÍFICA: FÍSICA E SAÚDE COM APRESENTAÇÃO DE EXPERIMENTOS.** 2023. (Feira).
13. **III CONGRESSO BRASILEIRO DE FÍSICA.** Workshop Tecnologias Educacionais. 2023. (Congresso).
14. **SEMINÁRIO DE PROJETOS EDUCACIONAIS.** 2023. (Seminário).
15. **V SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (V SIEPEX).** Workshop Tecnologias Educacionais. 2023. (Outra).
16. **1ª JORNADA DE FÍSICA APLICADA DA FACFIS/CANAN-UFPA (JORFA 2022).** Trabalho apresentado: *Como os núcleos radioativos presentes em rochas e no solo são importantes para a definição de padrões climáticos.* 2022. (Exposição).
17. **1ª JORNADA DE FÍSICA APLICADA DA FACFIS/CANAN-UFPA (JORFA 2022).** 2022. (Jornada).
18. **3º CICLO FORMATIVO DO LABINVE.** 2022. (Encontro).
19. **EVENTO DIA DO FÍSICO 2022.** 2022. (Encontro).
20. **II SIMPÓSIO MULTIDISCIPLINAR DE CIÊNCIAS FORENSES (II SIMUCF).** 2022. (Simpósio).
21. **INOVAÇÃO NO ENSINO: EMPREENDEDORISMO E USO DE FERRAMENTAS DIGITAIS.** 2022. (Outra).
22. **OFICINA DE PRÉ-CÁLCULO.** 1ª Oficina de Pré-Cálculo. 2022. (Oficina).
23. **SIMPÓSIO EM COMEMORAÇÃO AO DIA NACIONAL DO PERITO CRIMINAL.** 2022. (Simpósio).