

DO TERMOSCÓPIO AO TERMÔMETRO: A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA AO ALCANCE DE TODOS

Erisvado Alves dos Reis¹
Karine dos Santos Dias²
Adriano Moraes Amarante²

RESUMO

Este trabalho apresenta a construção de um termômetro artesanal como ferramenta didática acessível para o ensino de Física, com foco em conteúdos de Termologia. A proposta visa superar desafios do ensino tradicional, como a abstração dos conceitos e a falta de experimentação em sala. Utilizando materiais simples e de baixo custo como frascos-ampola, óleo de cozinha e canudos, foi desenvolvido um dispositivo funcional que possibilita a visualização prática da dilatação térmica. O termômetro foi calibrado com base na escala Celsius, e a análise de dados revelou um comportamento de histerese térmica, típico de fluidos com baixa condutividade térmica. A pesquisa, de caráter quantitativo, experimental e descritivo, demonstra que a experimentação com recursos acessíveis pode promover um ensino mais inclusivo, interativo e significativo, incentivando o pensamento crítico e a aprendizagem ativa entre os estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Física; Experimentação; Termologia.

ABSTRACT

This study presents the construction of a handmade thermometer as an accessible didactic tool for teaching Physics, focusing on Thermology content. The proposal aims to overcome challenges in traditional education, such as concept abstraction and lack of hands-on experimentation. Using simple and low-cost materials, including ampoule bottles, cooking oil, and straws, a functional device was developed to demonstrate thermal expansion in practice. The thermometer was calibrated based on the Celsius scale, and data analysis revealed thermal hysteresis behavior, typical of fluids with low thermal conductivity. This quantitative, experimental, and descriptive research shows that accessible experimentation can foster a more inclusive, interactive, and meaningful learning process, encouraging critical thinking and active student engagement.

Keywords: Physics Education; Experimentation; Thermology. Data da aprovação em: 03 de Julho de 2025

¹Graduando em Licenciatura em Física. IFPI Campus Corrente. erisvaldoalves321@gmail.com

² Docente do Curso de Licenciatura em Física do IFPI Campus Corrente.

1 INTRODUÇÃO

A Física é uma ciência que busca compreender os fenômenos naturais por meio da observação, da experimentação e da formulação de teorias. No contexto educacional, o ensino de Física enfrenta desafios significativos, como a dificuldade de envolver os estudantes marcada pelo desinteresse e pela compreensão superficial dos conceitos, agravada por práticas pedagógicas baseadas na memorização e na escassa interatividade em sala de aula.

Esses fatores tornam a aprendizagem mecânica e desconectada da realidade dos alunos (Silva e Lima, 2020). Gonçalves e Nardi (2010) destacam que o ensino de Física, muitas vezes, é conduzido de forma abstrata e descontextualizada, dificultando a construção de sentido e o interesse dos estudantes pelos conteúdos.

Frequentemente, os professores iniciam suas aulas com situações que não dialogam com os conhecimentos prévios dos alunos, o que contribui para uma aprendizagem superficial. Como alternativa a esse cenário, a experimentação surge como uma ferramenta pedagógica eficaz, capaz de tornar o aprendizado mais concreto, dinâmico e significativo.

A utilização de experimentos simples e acessíveis, como o termoscópio, instrumento que permite observar variações de temperatura, pode tornar o ensino mais atrativo e conectado ao cotidiano dos estudantes. Essa proposta está fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, segundo a qual o fator mais importante para a aprendizagem é a ancoragem do novo conhecimento às estruturas cognitivas já existentes. Ou seja, o estudante aprende melhor quando consegue relacionar o conteúdo com aquilo que já conhece (Farias; Ausubel, 2022).

Nardi (2009) também aponta que o ensino de Ciências deve promover uma interação contínua entre teoria e prática, considerando o contexto dos alunos. Nesse sentido, Rosito (2003) reforça que a experimentação, quando bem planejada, contribui para a construção do conhecimento de forma ativa e reflexiva. Assim, este trabalho propõe uma reflexão sobre a importância da experimentação no ensino de Física, destacando a construção e o uso de instrumentos de baixo custo como estratégia pedagógica.

A ciência, especialmente a Física, é essencialmente experimental e, ao utilizar recursos simples como o termoscópio e o termômetro feito com óleo de cozinha, torna-se possível aproximar o conhecimento científico da realidade dos estudantes. Nesse contexto, a escolha do óleo vegetal como fluido termométrico se justifica por sua praticidade e segurança: trata-se de uma substância menos volátil que o álcool, não inflamável, de fácil manuseio e amplamente disponível em ambientes domésticos. Tais características fazem dele uma alternativa viável para uso em ambientes escolares, especialmente no ensino médio, onde o uso de substâncias inflamáveis pode representar riscos. Além disso, o óleo apresentou propriedades térmicas suficientes para demonstrar, de forma clara, o fenômeno da dilatação térmica, cumprindo com eficácia os objetivos pedagógicos do experimento.

Na perspectiva dos documentos oficiais que regem a educação brasileira, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe que os estudantes realizem experimentos com o objetivo de estimular a curiosidade científica, desenvolver habilidades práticas e fomentar a construção ativa do conhecimento (Brasil, 2018).

A experimentação também promove uma abordagem investigativa e dinâmica, estimulando o pensamento crítico e a resolução de problemas teóricos e práticos. No entanto, a implementação dessa abordagem em sala de aula ainda enfrenta obstáculos, como a falta de recursos, as limitações de tempo e a formação inadequada dos professores (Souza e Araújo, 2010). A ausência de recursos didáticos adequados para atividades práticas e interativas limita o ensino de conceitos fundamentais da Física, como os da termologia. Diante disso, torna-se necessário buscar alternativas criativas e acessíveis que viabilizem a realização de práticas experimentais, principalmente no contexto do ensino médio.

O interesse do autor por essa temática surgiu a partir do contato com as disciplinas de laboratório durante a graduação e, especialmente, durante o estágio supervisionado obrigatório em uma escola pública. Essa vivência permitiu constatar a importância das aulas práticas para tornar o ensino de Física mais eficaz, motivador e interativo.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo desenvolver um termômetro artesanal com escala graduada, utilizando materiais de baixo custo, como ferramenta didática para o ensino de conceitos termodinâmicos. Por meio de uma abordagem experimental, foram analisados diferentes líquidos quanto à sua adequação à construção de termômetros caseiros, levando em conta critérios como sensibilidade térmica, estabilidade, segurança e facilidade de obtenção. Além disso, foram feitas comparações com as escalas usuais (Celsius, Fahrenheit e Kelvin), avaliando a precisão e a confiabilidade do instrumento construído.

2 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA E A NATUREZA EXPERIMENTAL DA TERMOLOGIA

As dificuldades no ensino de Física não são recentes. Diversos estudos e pesquisas relatam problemas enfrentados por professores e alunos. Ainda predomina uma abordagem conteudista, em que os conteúdos são apresentados de forma mecânica, com excessiva matematização, sem a devida interpretação dos fenômenos ou reflexão sobre a razão dos cálculos realizados, e sem a formulação de hipóteses acerca da origem dos fenômenos físicos.

Essa abordagem é característica do ensino tradicional de Física, que apresenta a ciência de maneira distante da realidade do aluno, ao focar exclusivamente na teoria e na memorização, sem integrar experimentos e observações que conectem os conceitos ao mundo real (Araújo; Abib, 2003). Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade de mudanças nas metodologias e práticas pedagógicas utilizadas no ensino de Física. Pesquisadores da área, como Araújo e Abib, apontam que a abordagem investigativa contribui significativamente para a compreensão dos conteúdos e desperta o interesse dos alunos pela disciplina.

A introdução da Física por meio da experimentação torna os conceitos mais acessíveis e representa uma estratégia educacional eficaz, como exemplificado na construção do termômetro proposto neste trabalho, favorecendo o desenvolvimento de competências investigativas e a formulação de hipóteses. Nessas abordagens, o aluno passa a valorizar o ato de investigar e participar de atividades experimentais frequentes. No entanto, para que isso ocorra de forma efetiva, é fundamental o uso de estratégias metodológicas adequadas, como a experimentação e a investigação científica, que estimulem a reflexão crítica e a elaboração de hipóteses. Os benefícios da introdução de atividades práticas no ensino de Física são amplamente relatados, conforme evidenciado nos estudos de Araújo e Abib (2003).

Segundo os autores, a aplicação de metodologias experimentais diversificadas, como demonstrações e investigações, cria um ambiente propício à aprendizagem dos conceitos científicos. Atividades demonstrativas permitem uma abordagem interativa, com participação ativa dos estudantes, exploração de conceitos alternativos e desenvolvimento da reflexão crítica, promovendo uma aprendizagem significativa e duradoura.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a experimentação no Ensino Médio possui uma função pedagógica distinta das experiências realizadas por cientistas em laboratórios especializados (Martins, 2005). Assim, compreende-se que a experimentação em sala de aula não deve ser uma simples reprodução de experimentos científicos, mas sim uma ferramenta pedagógica diversificada, capaz de auxiliar na compreensão dos conceitos científicos.

As atividades experimentais representam uma forma mais interessante e envolvente de aprender, pois possibilitam a visualização prática dos conceitos e uma melhor compreensão de seu funcionamento. No entanto, além da execução dos experimentos, é essencial prever momentos de discussão antes e depois das atividades, para refletir sobre os aprendizados e suas conexões com a teoria. Dessa forma, a experimentação deixa de ser apenas uma atividade lúdica e se torna um meio eficaz de promover a compreensão dos conteúdos de Física.

Outro aspecto positivo das atividades experimentais é a valorização do aluno como sujeito ativo no processo de aprendizagem. Para Martins (2005), o estudante é o principal agente de seu desenvolvimento, aprendendo de maneira personalizada com o apoio do educador.

A aprendizagem deixa de ser um processo baseado unicamente na memorização e passa a ser uma experiência global, em que o conhecimento se conecta com a realidade e promove a autonomia do aluno na resolução de problemas com base em suas próprias experiências. Conforme os PCN, as atividades práticas devem estar presentes ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para a construção de conhecimentos físicos mais significativos. Essas práticas favorecem, ainda, o desenvolvimento de competências como a capacidade de interagir, questionar, investigar e resolver problemas (Brasil, 2000).

Nessa mesma linha, Batista (2009) destaca que a experimentação integra um processo investigativo mais amplo, que envolve manipulação prática, observação crítica, formulação de perguntas, expressão de ideias e análise de resultados. O aprendizado científico, por sua natureza, exige análise, síntese, imaginação e criatividade para que haja uma compreensão profunda dos conceitos.

Dessa forma, a experimentação não apenas facilita o processo de aprendizagem, mas também estimula o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais avançadas, como a reflexão crítica e a capacidade de resolver problemas de forma criativa. De acordo com Giordan (1999), os alunos consideram a experimentação um elemento motivador e lúdico, relacionado à experiência sensorial. Os professores, por sua vez, destacam que a prática experimental melhora a aprendizagem por envolver ativamente os estudantes nos temas abordados, revelando-se um poderoso estímulo ao ensino-aprendizagem.

Para Gaspar (2005, p. 227), “é por meio dos experimentos que as ciências encantam e aguçam o interesse das pessoas”. Nesse mesmo sentido, Freire (1997) afirma que, para compreender a teoria, é necessário vivenciá-la. Portanto, para que o aluno estabeleça a dinâmica da relação indissociável entre teoria e prática, é indispensável a realização de experimentos em Física.

A experimentação, nesse contexto, assume um papel essencial como ponte entre o conhecimento e o cotidiano, possibilitando uma compreensão mais concreta, significativa e transformadora da realidade.

2.1 A NATUREZA EXPERIMENTAL DA TERMOLOGIA

A Termologia é uma área fundamental da Física, pois estuda os fenômenos relacionados à energia térmica. Trata de conceitos essenciais para compreender como o calor influencia os sistemas naturais e tecnológicos, afetando desde processos atmosféricos até o funcionamento de equipamentos do cotidiano. Nessa área subdivide-se em diversos ramos, como a termometria, que trata da medição da temperatura; a calorimetria, que estuda as trocas de calor; a dilatação térmica, que investiga a expansão ou contração dos materiais; e a termodinâmica, que analisa as leis que regem a energia e suas transformações (Halliday et al., 2014).

De acordo com Wylen, Sonntag e Borgnakke (1998, p. 14), "a termodinâmica é a ciência que trata do calor, do trabalho e daquelas propriedades das substâncias relacionadas ao calor e ao trabalho". O termo "termodinâmica" tem origem no grego: "therme" significa "calor" e dynamis significa "movimento". Assim, a termodinâmica busca compreender como a energia, especialmente na forma de calor, pode ser transformada em movimento e trabalho.

Essa é uma área essencial da Física, pois estuda as leis que regem a transferência e transformação de energia entre calor, trabalho e temperatura. Seu estudo é fundamental não apenas para a compreensão dos fenômenos naturais, mas também para o desenvolvimento de tecnologias que impactam diretamente o cotidiano das pessoas. Durante a Primeira Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII, os avanços nos estudos de Física e Termodinâmica foram essenciais para o desenvolvimento de uma das invenções mais importantes da época: a máquina a vapor, aperfeiçoada por James Watt.

Essa invenção tornou-se viável graças à compreensão dos fenômenos relacionados ao calor, à pressão e à transformação de energia, viabilizando o funcionamento de locomotivas, navios e máquinas industriais. Desse modo, a Revolução Industrial inglesa exemplifica como o estudo das ciências, especialmente da Física e da Química, não apenas ampliou o entendimento dos fenômenos naturais, mas também impulsionou inovações tecnológicas que transformaram profundamente a sociedade (Mokyr, 2019).

As aplicações da Termodinâmica são de natureza interdisciplinar, pois seus princípios explicam o funcionamento do universo - desde o comportamento das partículas subatômicas até os processos em sistemas planetários. Conceitos como conservação de energia e aumento da entropia são fundamentais para descrever processos como a conversão de energia em trabalho mecânico e a transferência de calor entre sistemas.

Na Engenharia, especialmente nas áreas mecânica e química, os princípios da Termodinâmica são aplicados no desenvolvimento e operação de motores, turbinas, caldeiras e sistemas de refrigeração. Por exemplo, os ciclos de Carnot e de Rankine são fundamentais para a eficiência de usinas termoeletricas.

Na Biologia, os conceitos de energia livre e entropia ajudam a compreender o metabolismo celular. As reações bioquímicas seguem os princípios da Termodinâmica, especialmente o segundo princípio, que explica a direção espontânea dos processos biológicos. Já na Química, a Termodinâmica é utilizada para prever a viabilidade de reações químicas, calcular variações de entalpia, energia livre de Gibbs e equilíbrio químico. Isso é essencial para o desenvolvimento de medicamentos, combustíveis e materiais (Atkins; de Paula).

A Termometria, por sua vez, é o ramo da Física que estuda a medição da temperatura, um conceito comum no cotidiano e essencialmente estruturado na experimentação. Ela fornece ferramentas para compreender mudanças de estado físico, como fusão e ebulição, e os processos de transmissão de calor essenciais na Engenharia e na Climatologia. Medir a temperatura com precisão exige conhecimento profundo sobre escalas térmicas, propriedades dos materiais e comportamento da energia térmica.

Na Engenharia, especialmente nas áreas térmica, automotiva e civil, a Termometria é usada para monitorar e controlar a temperatura em processos industriais, motores e edificações. Sistemas de controle térmico em usinas, fornos industriais e reatores dependem da medição precisa da temperatura para garantir eficiência e segurança.

Na Medicina, a temperatura corporal é um indicador fundamental de saúde. Termômetros clínicos, inclusive os digitais e infravermelhos, são exemplos de aplicação direta da Termometria. Tecnologias como a termografia são utilizadas no diagnóstico por imagem, mapeando variações térmicas no corpo humano.

Na Climatologia e Meteorologia, sensores térmicos e termômetros digitais são essenciais para o monitoramento do clima e a elaboração de previsões meteorológicas. A coleta e análise de dados de temperatura em diferentes regiões contribuem para o entendimento do aquecimento global e das mudanças climáticas.

Na Indústria de Alimentos, a Termometria é aplicada no controle de processos como pasteurização, refrigeração e congelamento, garantindo a segurança e a conservação dos produtos. Ela também permite compreender e aplicar os processos de transmissão de calor (condução, convecção e radiação) e de mudanças de estado físico, como fusão, solidificação e ebulição, fundamentais na compreensão de fenômenos cotidianos e industriais (Gref, 1999).

A temperatura está associada ao grau de agitação das moléculas: quanto maior a agitação, maior a temperatura; quanto menor, menor a temperatura. Resnick et al. (2003) sintetizam que a temperatura é uma propriedade de todos os sistemas termodinâmicos em equilíbrio.

Historicamente, os termômetros evoluíram de maneira essencialmente experimental. Segundo Halliday et al. (2014), o primeiro termômetro foi desenvolvido por Galileu Galilei por volta de 1600, utilizando o princípio da dilatação de líquidos. Esses instrumentos funcionavam com base na expansão dos líquidos ao serem aquecidos, proporcional ao aumento da temperatura.

Essa variação de volume, visível em tubos capilares, era usada para medir e calibrar escalas térmicas, considerando o coeficiente de dilatação de cada substância. Posteriormente, no início do século XVII, o médico italiano Santorio Santorio aperfeiçoou o termoscópio de Galileu ao adicionar uma escala numérica ao instrumento, possibilitando maior precisão na medição da temperatura.

Embora esse dispositivo ainda não fosse um termômetro moderno, representou um importante avanço na evolução dos instrumentos de medição térmica. Conforme Moisés (2021), o desenvolvimento de escalas numéricas e o uso de líquidos sensíveis à variação térmica, como o álcool, consolidaram a relação entre observação experimental e quantificação científica da temperatura. Como mostra a figura a seguir:

Figura 1: Termômetro de Fahrenheit.



Fonte: GRIGULL (1996)

A Termometria, ramo da Física dedicado à medição da temperatura, é essencial para a compreensão dos fenômenos térmicos e para o avanço de diversas áreas científicas e tecnológicas. Sua história evidencia o papel crucial da experimentação na construção do conhecimento científico. Já no século XVIII, experimentos realizados por Gabriel Fahrenheit levaram ao desenvolvimento do termômetro de mercúrio, um marco na história da ciência.

Com base em observações e medições repetidas, Fahrenheit propôs, em 1724, a escala Fahrenheit, com motivações meteorológicas. Essa escala, ainda usada em países como os Estados Unidos, foi baseada em pontos de referência térmicos experimentais, como a temperatura da mistura de gelo com sal (0 °F) e a temperatura média do corpo humano (aproximadamente 96 °F).

Poucos anos depois, em 1742, o astrônomo sueco Anders Celsius desenvolveu uma nova escala, também a partir da experimentação com a água em diferentes estados físicos. A escala Celsius, ou centígrado, foi definida com base em dois pontos fixos: 0 °C para a fusão do gelo e 100 °C para a ebulição da água ao nível do mar. Essa escala tornou-se amplamente utilizada por sua simplicidade e por estar diretamente relacionada a fenômenos físicos cotidianos.

A construção dessas escalas demonstra como a experimentação é a base da Termometria: foi por meio da repetição de medições, da observação sistemática de fenômenos e da padronização de instrumentos que foi possível estabelecer comparações quantitativas de temperatura. Isso não apenas viabilizou avanços teóricos na Física, mas também aplicações práticas fundamentais.

utilizando as seguintes equações:

$$T(F^\circ) = \frac{9}{5} \times T(C^\circ) + 32 \quad (1)$$

$$T(C^\circ) = \frac{5}{9} \times T(F^\circ) - 32 \quad (2)$$

$$T(K) = T(C^\circ) + 273,15 \quad (3)$$

$$T(C^\circ) = T(K) - 273,15 \quad (4)$$

Com o avanço tecnológico, surgiram termômetros digitais e eletrônicos, que revolucionaram a medição de temperatura. Isso tornou o processo mais eficiente, seguro, acessível e compatível com as demandas da era digital, devido à sua precisão, rapidez e facilidade de uso, permitindo que a medição seja realizada em poucos segundos.

3 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO

A construção dos primeiros termômetros, como os de Gabriel Fahrenheit e Anders Celsius, foi possível graças ao conhecimento sobre a dilatação térmica dos materiais, especialmente dos líquidos. Esses instrumentos utilizavam a variação de volume de substâncias como o mercúrio e o álcool para medir a temperatura, com base em seu coeficiente de dilatação. Fahrenheit, em 1724, escolheu o mercúrio por apresentar dilatação uniforme e baixa volatilidade, definindo sua escala a partir de referências empíricas, como a temperatura de uma mistura de gelo e sal e a temperatura do corpo humano.

Celsius, em 1742, optou por pontos de referência físicos bem definidos como o ponto de fusão do gelo (0 °C) e o ponto de ebulição da água (100 °C) e geralmente utilizava álcool colorido em seus termômetros. Em ambos os casos, a calibração do instrumento dependia diretamente da variação volumétrica do líquido em função da temperatura, o que evidencia como o domínio dos coeficientes de dilatação foi fundamental para o desenvolvimento de escalas térmicas confiáveis.

Segundo a definição de Nussenzveig (1997), o coeficiente de dilatação linear de um material é a razão entre a variação relativa de comprimento e a variação de temperatura correspondente, ou seja:

$$\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T} \quad (5)$$

Onde α é o coeficiente de dilatação linear, L_0 é o comprimento inicial do corpo, ΔL é a variação de comprimento e ΔT é a variação de temperatura. Esse coeficiente expressa, portanto, o quanto um material se expande (ou se contrai) quando sua temperatura é alterada. Tal conceito é essencial na construção de termômetros, que se baseiam na dilatação de materiais como líquidos ou metais para medir variações térmicas com precisão.

A compreensão desses princípios físicos possibilitou o desenvolvimento de termômetros artesanais e experimentais, como o proposto neste trabalho. No próximo tópico, serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados na construção de termômetros alternativos, com materiais acessíveis e de baixo custo, permitindo explorar na prática os conceitos de dilatação térmica e medição de temperatura. Essa abordagem experimental não apenas reforça o entendimento teórico, como também promove a aprendizagem significativa e o protagonismo estudantil no ensino de Física

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA CONSTRUÇÃO DOS TERMÔMETROS.

A pesquisa desenvolvida neste trabalho é classificada como pesquisa quantitativa aplicada, de caráter experimental e descritivo. A pesquisa descritiva foi essencial neste estudo porque permitiu observar, registrar e analisar as características do objeto em situações específicas, detalhando o processo de desenvolvimento e validação do termômetro.

Segundo Severino (2007), a pesquisa aplicada busca soluções para problemas concretos, alinhando-se à proposta de inovar o ensino de Física por meio da experimentação. Gil (2002) destaca que a pesquisa quantitativa aplicada à experimentação segue uma abordagem sistemática, verificando hipóteses por meio de experimentos controlados e manipulando variáveis para analisar relações de causa e efeito, trabalhando com elementos quantificáveis. Dessa forma, neste estudo, as variáveis foram medidas, permitindo análises estatísticas detalhadas que favorecem a validação das hipóteses.

O controle das variáveis envolvidas foi uma característica marcante desta metodologia: a variável independente sendo a temperatura de líquidos, como a água, foi ajustada para medir seus efeitos sobre a variável dependente, sendo essa a medida apontada na escala termométrica. Além disso, os dados obtidos foram expressos em valores numéricos, possibilitando a realização de análises posteriores.

Em seguida, ocorreu a execução do experimento, com a manipulação da variável independente e o registro cuidadoso dos efeitos sobre a variável dependente, no caso, as medições com o termômetro construído. Após essa etapa, os dados coletados foram analisados com técnicas estatísticas para validar ou rejeitar as hipóteses. Por fim, os resultados interpretados foram comparados com um termômetro comercial, permitindo identificar a precisão e as relações causais e limitações.

O caráter experimental se evidencia no desenvolvimento e validação do termômetro em situações controladas, enquanto o caráter descritivo se reflete na análise detalhada das etapas de construção e no impacto pedagógico do dispositivo. Essa abordagem metodológica é relevante por sua capacidade de testar hipóteses de maneira objetiva e contribuir para a validação de teorias, além de permitir a criação de metodologias educacionais inovadoras.

4.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A construção do termômetro foi baseada na prática descrita por Sopran (2013), nela o pesquisador constroi um termômetro de álcool com materiais de baixo custo, nesta investigação fizemos algumas adaptações em vistas a tornar nosso dispositivo mais preciso, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição dos materiais utilizados no termômetro.

Material	Descrição	Custo
Frasco- ampola	Feito de vidro borossilicato com capacidade total de 5 mL, possui tampa e sistema de vedação composto por lacre metálico feito de alumínio anodizado e rolha de borracha butílica.	Material recolhido em hospitais para fins de reúso.
Canudos Transparentes	O fabricante descreve o produto como sendo palito para pirulito e topo de bolo cor cristal feitos com Polipropileno, possuem 20cm e espessura de 0,4mm.	R\$ 6,56 (com 50 unidades)
Óleo de Soja	Óleo vegetal extraído dos grãos da soja (<i>Glycine max</i>), amplamente utilizado na culinária.	R\$ 8,65 (900 ml)
Banho Maria	Banho Maria SL 155/10 equipamento da marca Solab. Recipiente com água aquecida utilizado para controlar a temperatura de forma gradual e segura durante os testes.	Equipamento já disponível no laboratório de Química valor aproximado R\$2.706,99.
Termômetro	Instrumento de medição da temperatura utilizado como referência para aferição da precisão do termômetro construído.	R\$ 12,00 (valor estimado)
Alicate	Ferramenta manual usada para ajustar e cortar componentes durante a montagem do dispositivo.	R\$ 15,00
Hipoclorito de Sódio	Solução desinfetante utilizada para a limpeza dos materiais antes da montagem, garantindo a segurança do processo.	R\$ 3,00 (frasco de 1 litro)
Tesoura Pontaguda	Ferramenta utilizada para cortes precisos em canudos para a montagem do termômetro.	R\$ 15,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 Etapas da construção e testes

Em primeiro lugar foi pegar os frascos-ampola foram coletados em hospitais, higienizados conforme o protocolo da Anvisa (2010) e preparados para reutilização. No segundo lugar os lacres metálicos foram removidos com alicate, as rolhas extraídas, e os frascos lavados com sabão neutro e imersos em solução de hipoclorito 0,5% por 15 minutos.

Em terceiro lugar foi feito um pequeno orifício na rolha, onde inserimos cerca de 2 cm do canudo transparente, garantindo a vedação pela própria elasticidade da borracha. Por fim, o frasco foi preenchido com óleo de soja até a borda, vedado e testado em diferentes temperaturas.

Figura 2: Materiais utilizados na pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 CALIBRAÇÕES E MEDIÇÕES

Para a calibragem do termômetro, optamos pela escala Celsius, por ser de fácil acesso e de uso corrente. Foram selecionadas as seguintes temperaturas de referência: 12 °C, 21 °C, 40 °C, 50 °C e 58 °C. Nessas condições, registramos o comportamento da coluna de óleo no canudo para cada ponto, comparando os resultados com os valores indicados por um termômetro comercial. Além da observação empírica, foi considerado o coeficiente de dilatação volumétrica $\gamma = 3\alpha$ do óleo de cozinha, que é $\gamma = 7,46 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, e do álcool $\gamma = 11,2 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ para analisar o comportamento do fluido no dispositivo. A relação utilizada foi a fórmula representada na equação da dilatação volumétrica.

$$\Delta V = \gamma \times V \times \Delta T \quad (6)$$

Em que: ΔV é a variação de volume do líquido γ é o coeficiente de dilatação volumétrica; V é o volume inicial do fluido no frasco; ΔT é a variação de temperatura aplicada.

Por meio dessa equação, foi possível analisar a sensibilidade térmica do dispositivo e determinar a relação proporcional entre a variação da altura da coluna de óleo e a temperatura. A comparação com um termômetro comercial permitiu validar a precisão relativa do instrumento construído. Essa abordagem metodológica permitiu testar as hipóteses de forma objetiva, ao mesmo tempo em que proporcionou uma experiência pedagógica significativa, demonstrando que é possível produzir instrumentos científicos simples e funcionais com materiais acessíveis, valorizando o aprendizado ativo e investigativo no Ensino de Física.

Em seguida, utilizando uma tesoura, realizamos um pequeno orifício na rolha plástica do frasco-ampola de medicamento e inserimos aproximadamente 2 cm do canudo transparente, a natureza elástica da rolha foi suficiente para garantir a vedação. Preenchemos o frasco-ampola com óleo de soja vegetal até a borda, tampamos bem o frasco-ampola e observamos uma coluna de líquido no canudo preenchida até a posição média.

Em um primeiro momento, colocamos o dispositivo que, a priori, podemos chamar de termoscópio parcialmente imerso em um banho-maria de laboratório com água

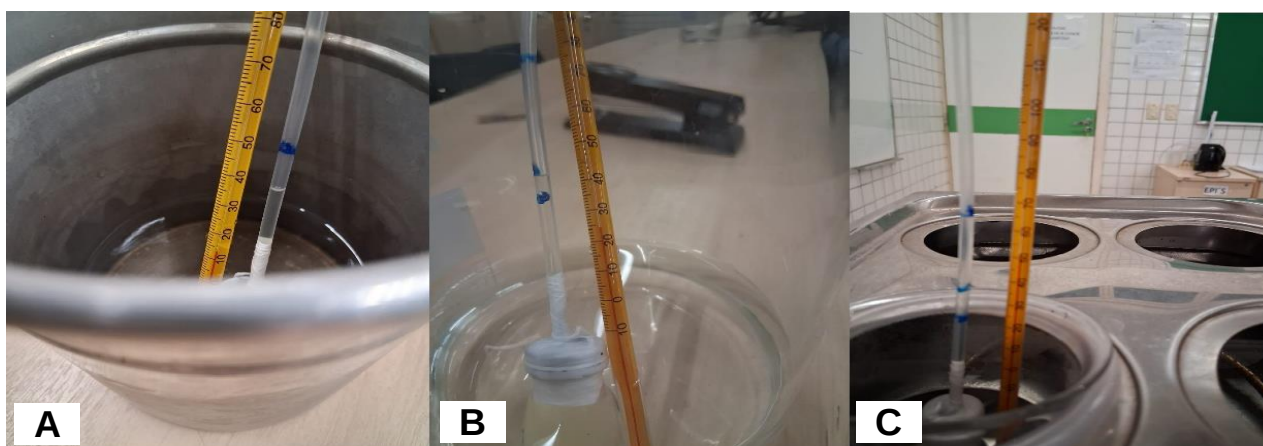
morna/quente, com temperatura controlada, e observamos o comportamento da coluna de líquido durante alguns segundos. Em seguida, no segundo momento, colocamos o termoscópio parcialmente imerso em um recipiente com água e gelo, repetindo a observação da coluna de líquido. Por fim, retiramos o termoscópio e o deixamos exposto à temperatura ambiente, permitindo que o sistema interagisse com o meio até atingir o equilíbrio térmico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A construção e utilização de um termômetro artesanal com óleo de soja vegetal permitiram observar, de forma prática, o comportamento térmico dessa substância quando submetida a diferentes temperaturas. Durante os testes realizados, observou-se a dilatação do óleo no interior do capilar conforme a temperatura aumentava, evidenciando a relação direta entre o aumento térmico e a expansão volumétrica dos líquidos.

Tal comportamento reforça os princípios fundamentais da termometria, especialmente no que se refere à utilização da dilatação dos líquidos como base para medições de temperatura. A análise dos dados coletados mostra que, apesar de não apresentar a mesma precisão de um termômetro comercial, o modelo construído se mostrou eficiente para fins didáticos, contribuindo significativamente para a compreensão dos conceitos físicos envolvidos.

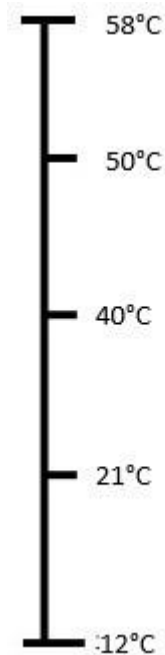
Figura 3 – Comportamento da coluna de óleo soja vegetal quando submetido às diferentes temperaturas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para tornar as leituras mais compreensíveis e contextualizadas, foi criada uma escala alternativa de temperatura, denominada Escala Erisvaldo (TE), desenvolvida com base nas variações observadas no nível do óleo vegetal no tubo capilar. Essa escala permitiu uma interpretação mais acessível dos resultados e uma aproximação entre a teoria e a prática no contexto educacional. A partir das medições e do comportamento do líquido no interior do tubo capilar, estabeleceu-se uma relação matemática entre a Escala Erisvaldo e a Escala Celsius.

Escala Celsius



Escala E



Conversão

$$C = \frac{46E + 840}{70}$$

Com base nos dados obtidos experimentalmente por meio do termômetro artesanal, estabeleceu-se uma correspondência entre os valores da Escala Erisvaldo (milímetros de elevação da coluna de líquido) e a escala Celsius. Para isso, foram utilizados pontos de referência previamente determinados nas duas escalas, possibilitando a aplicação de uma interpolação linear. Esse procedimento permitiu a derivação de uma equação matemática de conversão entre as escalas, apresentada a seguir, garantindo maior rigor e confiabilidade na leitura das temperaturas obtidas

Durante os testes. Correspondência experimental interpolando os pontos:

$$\frac{TE - 0}{70 - 0} = \frac{Tc - 12}{58 - 12} \quad (7)$$

$$\frac{TE}{70} = \frac{Tc - 12}{46} \quad (8)$$

$$46 TE = 70 TC - 840 \quad (9)$$

$$TC = \frac{46 TE + 840}{70} \quad (10)$$

Essas variações evidenciam a influência da temperatura ambiente e das propriedades térmicas do óleo, como a condutividade térmica e a capacidade calorífica. O líquido apresentou um atraso em seu ajuste à temperatura externa, comportamento característico de sistemas com resposta térmica não imediata. Esse fenômeno é relevante para compreender os limites de precisão do termômetro artesanal em medições rápidas ou em ambientes sujeitos a variações térmicas abruptas.

Em cada ponto de medição, foram realizadas 3 medidas para garantir a confiabilidade dos resultados, e a partir destas, utilizamos o valor médio como referência para a construção de nossa própria escala, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Altura da coluna de óleo em relação ao ponto médio,

Temperatura Padrão (°C)	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Média
12°C	-1 mm	-1 mm	0 mm	(0 ±1)mm
21°C	14 mm	14 mm	14 mm	(14 ±1)mm
40°C	43 mm	42 mm	41 mm	(43 ±1)mm
50°C	57 mm	60 mm	58 mm	(58 ± 2)mm
58°C	70 mm	71 mm	70 mm	(70 ± 2)mm

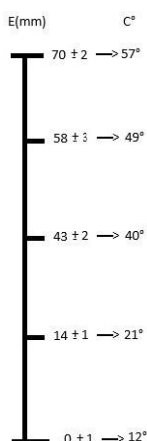
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em cada ciclo, o termoscópio foi submetido a um aumento e posterior diminuição da temperatura, registrando-se as temperaturas ambiente e do líquido em diferentes momentos (ver apêndices). Esse procedimento permitiu analisar como o óleo respondia à variação térmica em dois sentidos: subindo e descendo a temperatura. Observou-se um fenômeno de histerese térmica, manifestado pelo fato de que, mesmo sob temperaturas ambientes semelhantes, a temperatura do líquido não retornava instantaneamente ao valor anterior.

Esse comportamento evidenciou um atraso na resposta térmica do sistema, típico de materiais com baixa condutividade e alta inércia térmica o termômetro artesanal não é completamente reversível de forma imediata, sendo afetada pelo histórico térmico do sistema, comportamento comum em líquidos com baixa troca de calor com o ambiente e deve ser considerado ao interpretar leituras em condições não estacionárias, a temperatura do líquido varia ao longo do tempo devido a mudanças no ambiente, como variações de temperatura externa ou alterações no fluxo de calor.

Nessas situações, o sistema ainda não atingiu o equilíbrio térmico, e a troca de calor entre o líquido e o ambiente ocorre de forma gradual e dependente de fatores como a condutividade térmica e a inércia térmica do material. Isso implica que o termômetro artesanal pode apresentar leituras que refletem não apenas a temperatura atual do ambiente, mas também o histórico recente das mudanças térmicas, o que requer atenção ao interpretar os resultados.

Através do experimento, foi possível verificar a relação entre temperatura e expansão do óleo de cozinha. A altura da coluna de óleo aumentou de maneira proporcional ao aquecimento, validando o princípio da dilatação térmica dos líquidos. O experimento permitiu construir uma escala própria e simples de temperatura, demonstrando o funcionamento de um termômetro de forma acessível e educativa.:

Figura 4 –Termômetro final com as escalas milimetradas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 CONCLUSÃO

A investigação aqui desenvolvida demonstrou que a construção de um termômetro artesanal utilizando óleo vegetal como fluido termométrico é não apenas viável, mas também eficaz e segura para fins educacionais. Embora o álcool seja frequentemente empregado em experimentos desse tipo, optou-se pelo óleo vegetal por ser menos volátil, não inflamável e mais seguro para o manuseio em ambientes escolares, além de ser de fácil aquisição. Suas propriedades térmicas mostraram-se adequadas para evidenciar, de forma clara, o fenômeno da dilatação térmica, possibilitando a visualização prática de um conceito fundamental da Termologia.

Destaca-se, ainda, a importância da manipulação correta dos materiais utilizados, especialmente dos frascos-ampola de uso hospitalar. Após higienização e desinfecção conforme protocolos sanitários, esses materiais se integraram a um dispositivo funcional, seguro e acessível. O baixo custo e a simplicidade dos recursos empregados tornam esse experimento possível de ser reproduzido em qualquer parte do Brasil, inclusive em escolas públicas com infraestrutura limitada. Nesse contexto, o termômetro construído se apresenta como uma ferramenta didática eficaz, acessível e inclusiva, promovendo a aprendizagem por meio da experimentação.

Apesar do uso do banho-maria de laboratório neste estudo para controle térmico, ressalta-se que, no ambiente escolar, métodos mais simples e acessíveis podem ser utilizados, como o uso de termômetros domésticos para monitorar a temperatura. O importante é que o(a) professor(a) e os(as) alunos(as) estejam atentos e ajam com rapidez para garantir resultados confiáveis, mesmo com recursos alternativos.

Portanto, este trabalho reafirma que a experimentação científica pode e deve ser acessível a todos. A construção do termômetro artesanal, além de representar uma prática científica concreta, evidencia que a criatividade, aliada ao conhecimento, é capaz de gerar soluções didáticas relevantes com materiais simples. Assim, este projeto contribui para a democratização do ensino de Ciências, estimulando a curiosidade, o pensamento crítico e a valorização do fazer científico mesmo em contextos com poucos recursos. Que experiências como essa sirvam de inspiração para tornar o ensino da Física mais significativo, contextualizado e transformador.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). *Manual de limpeza e desinfecção de superfícies em serviços de saúde*. Brasília: ANVISA, 2010.
- ARAÚJO, Márcia Silva Tavares; ABIB, Maria de Lourdes Vital dos Santos. *Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades*. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2003.
- ATKINS, Peter; DE PAULA, Julio. *Físico-química*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé; BLINI, Ricardo Brugnole. *Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de Física*. Acta Scientiarum: Human and Social Sciences, 2009.
- BELMONT DE FARIAS, G. *Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação*. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 27, p. 58–76, 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Ensino Médio. Brasília, DF: MEC, 2018.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMT, 2000.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.
- GASPAR, Alberto. *Física: ensino médio*. 1. ed. São Paulo: Ática, 2005. p. 227.
- GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIORDAN, Marcelo. *O papel da experimentação no ensino de Ciências*. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Campinas. Anais [...]. Campinas: ABRAPEC, 1999.
- GONÇALVES, Patrícia de Sá; NARDI, Roberto. *A experimentação no ensino de Física: uma revisão da literatura da área no Brasil*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 289–325, 2010.
- REF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Temperatura e calor*. São Paulo: EdUSP, 1999.
- GRIGULL, Ulrich. “Fahrenheit, a Pioneer of Exact Thermometry.” Em: *Proceedings of the 8th International Heat Transfer Conference*, San Francisco, Volume 1, pp. 9–18, 1966.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. *Física. Volume 2: Calor e Termodinâmica*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de Física*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *História da ciência: objetos, métodos e problemas*. Ciência & Educação, Bauru, v. 11, n. 3, p. 305–317, 2005.

MOISÉS, Ildeu de Castro. *Ciência, tecnologia e sociedade: uma introdução ao estudo da ciência e da tecnologia*. 2. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2021.

MOKYR, Joel. *A alavanca da riqueza: como as inovações mudaram o mundo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

NARDI, Roberto. *Ensino de Ciências e Matemática I: temas sobre formação de professores*. São Paulo: SciELO, 2009.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. *Curso de Física Básica: Calor, Óptica*. Vol. 2. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

ROSITO, Bárbara A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, Rubens. *Construtivismo e ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

SEVERINO, Antônio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico*. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, André Luiz da; LIMA, Maria Aparecida. *Dificuldades no ensino de Física na educação básica: um olhar sobre a prática docente*. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 13, n. 1, p. 123–135, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/rbect.v13n1.11111>. Acesso em: 2 jun. 2025.

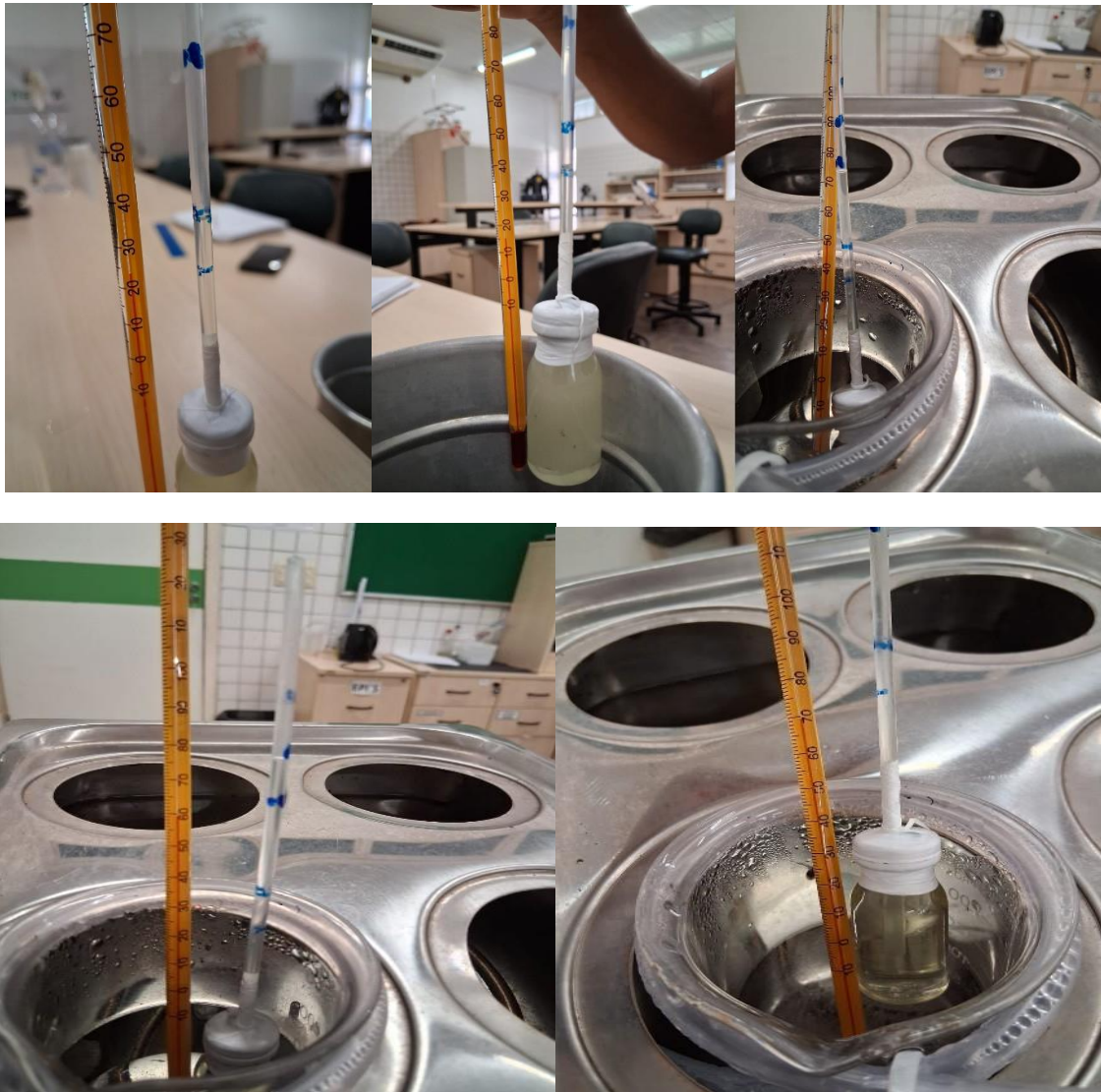
SOUSA, A. P. R.; ARAÚJO, L. C. *Dificuldades da prática docente*. Revista Educação e Fronteiras, v. 7, 2010.

SOPRAN, Lucimar. *Proposta de experimentos e atividades lúdicas em Termologia*. Guarapuava: UNICENTRO, 2013. 143 p. (Cadernos PDE: Produções Didático- Pedagógicas). Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unicentro_fis_pdp_lucimar_sopran.pdf. Acesso em: 17 jun. 2025.

WYLEN, Gordon J. Van; SONNTAG, Richard E.; BORGNAKKE, Claus. *Fundamentos da termodinâmica*. Tradução: Euryale de Jesus Zerbini. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

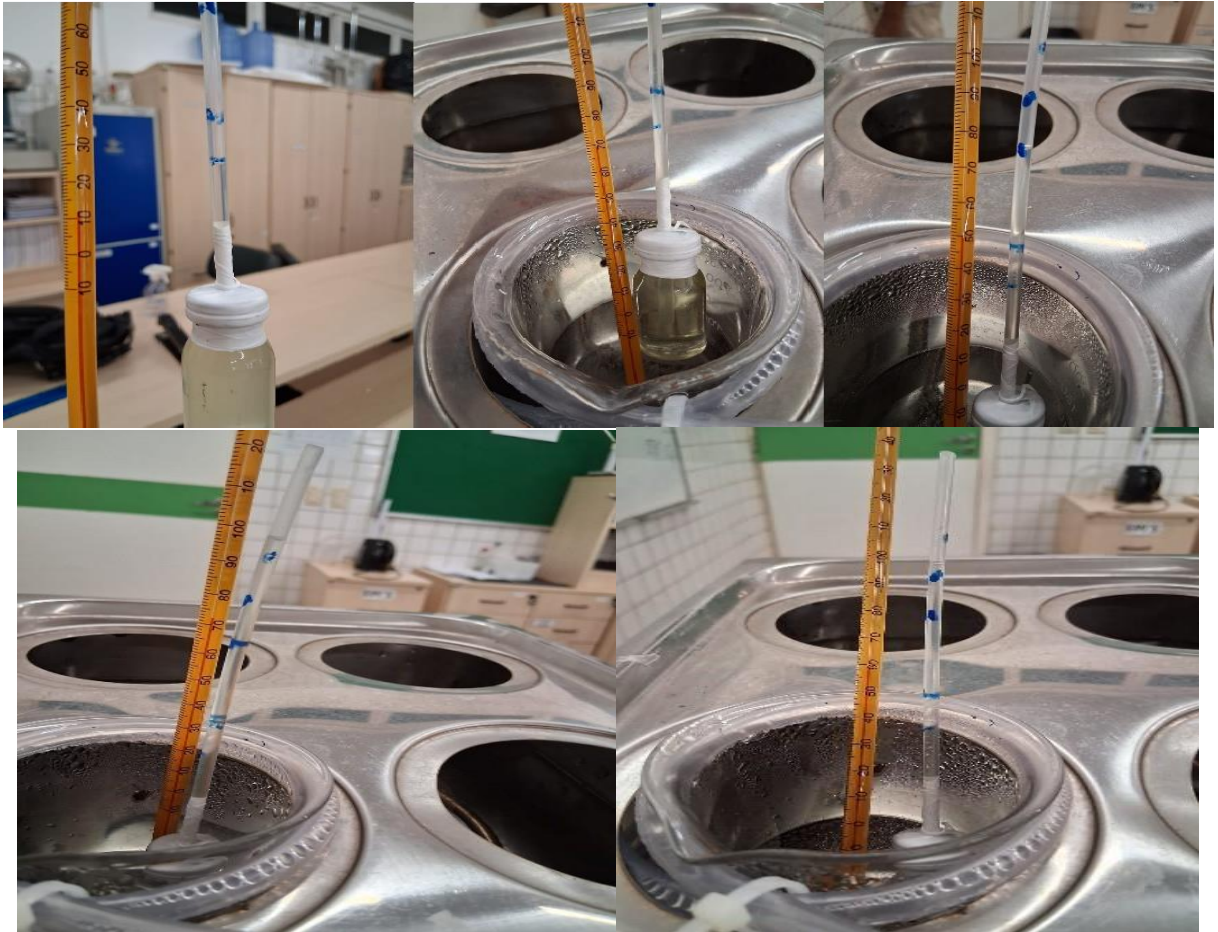
APÊNDICE

Imagens da primeira histerese:



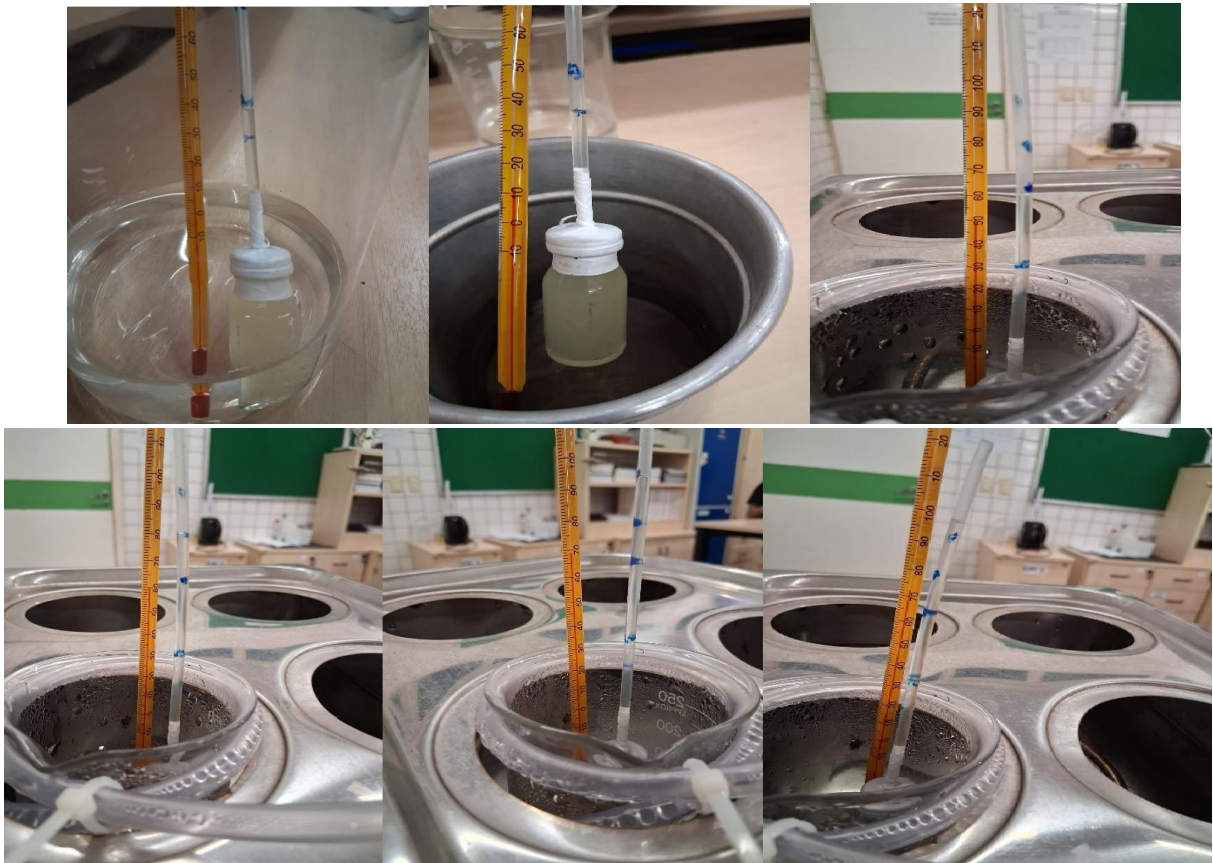
Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagens da segunda histereses:



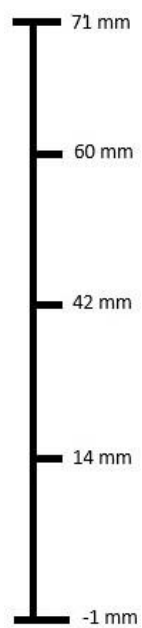
Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagens da terceira histereses:

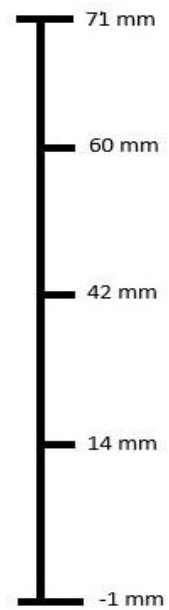


Fonte: Elaborado pelo autor.

Histereses 1



Histereses 2



Histereses 3

