

DO TERMOSCÓPIO AO TERMÔMETRO: UMA PROPOSTA ATRAVÉS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

FROM THE THERMOSCOPE TO THE THERMOMETER: A PROPOSAL THROUGH TEACHING BY RESEARCH

¹ Luiz Otavio BUFFON

² Leonardo José Piazzarolo DALBEM

³ Robson Leone EVANGELISTA

⁴ Tatiana Souza GRAÇA

¹ Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). E-mail: luizbuffon@gmail.com

² Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). E-mail: leonardopiazzarolo@gmail.com

³ Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). E-mail: robson.leone@ifes.edu.br

⁴ Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). E-mail: tatianafisica24@gmail.com

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar o planejamento, a execução e os resultados da aplicação de uma SEI (Sequência de Ensino Investigativo), abordando o conteúdo de termologia através do experimento “Termoscópio de Galileu”, utilizando como metodologia a Demonstração Investigativa e o Laboratório Aberto e incluindo a montagem de um termômetro simples. A intervenção foi desenvolvida no contexto da disciplina xx e foi realizada em uma turma de 2º série do ensino médio do curso xx. Ao todo foram utilizados 8 termoscópios e os resultados das análises mostraram indícios de aprendizagem conceitual, atitudinal e procedimental, bem como motivação e engajamento por parte dos alunos.

Palavras-chave:

Ensino de Física; Ensino por Investigação; Atividade Experimental; Termoscópio; Termômetro.

Abstract

The objective of this article is to present the planning, execution, and results of the application of a SEI (Investigative Teaching Sequence), addressing thermology content through the "Galileo Thermoscope" experiment, using Investigative Demonstration and Open Laboratory methodology, and including the assembly of a simple thermometer. The intervention was developed within the context of the Instrumentation for Physics Teaching course and was implemented in a second-year high school class of the xx. A total of eight thermoscopes were used, with the class divided into groups. The results of the analyses showed evidence of conceptual, attitudinal, and procedural learning, as well as student motivation and engagement.

Keywords:

Physics Teaching; Research-Based Teaching; Experimental Activity; Thermoscope; Thermometer.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade atual requer que o ensino escolar seja capaz de desenvolver junto aos estudantes autonomia, reflexão e habilidades para lidar com desafios complexos. Para isso, eles precisam ser desafiados a formularem perguntas, coletarem dados, proporem soluções e analisarem resultados. Desta forma, ensinar ciências não se baseia somente na avaliação de competências, mas na criticidade do aluno, em sua capacidade de lidar com situações diversas, propondo soluções aos problemas através do pensamento científico (MARTINS *et al.*, 2005). Dentro dessa linha, a abordagem investigativa na sala de aula pode estimular a construção do conhecimento através da exploração, experimentação e resolução de problemas (CARVALHO, 2010).

Reforçando essa necessidade, a BNCC de 2018 defende o uso do ensino por investigação no ensino médio, para que os alunos tenham contato com processos investigativos tais como: identificação de problemas, de informações relevantes e confiáveis, levantamento de hipóteses, elaboração de argumentos e explicações. Esse documento ressalta que “a abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido” (BRASIL, 2018, p. 551).

Segundo Sales (2005), para que o aluno aprenda, ele precisa ver sentido no que é proposto. Os exercícios propostos nas aulas tradicionais de Física geralmente são um treinamento para exames ou provas posteriores e não tem compromisso com situações reais do dia a dia. Assim, para que o ensino seja realmente investigativo, as atividades propostas precisam ser um problema adequado escrito de forma clara e desafiadora, deve ser relevante e capaz de despertar a curiosidade dos alunos. O problema proposto aos alunos deve ser aberto, com um certo grau de liberdade, para permitir múltiplas abordagens e não ter uma solução única e restrita (CARVALHO, 2010).

De acordo com Sasseron (2021a), a atividade investigativa começa no planejamento, definindo os objetivos para construção do conhecimento em ciências, cabendo ao professor oferecer um ambiente propício à discussão, em que os alunos sejam motivados a propor ideias, hipóteses e soluções. Geralmente os exercícios dos livros didáticos não geram o debate adequado para uma investigação. Nessa intervenção didática o professor não é somente um expositor do conteúdo e sim um orientador ou tutor que guiará a turma no processo investigativo.

Segundo Krulik e Rudnik (1980), um problema é uma situação em que os indivíduos desconhecem meios ou caminhos evidentes para solucioná-los. Sobre essa questão Sasseron (2021b, p.139) afirma que:

O problema pode ser exposto como uma afirmação, caracterizando como importante toda a sua proposição e não apenas o momento em que é enunciado. Respeitando esta ideia, a construção do contexto em que o problema deve ser investigado é objeto de atenção; daí a necessidade de que sejam colocados em cena: os conhecimentos teóricos previamente já trabalhados e que são importantes e devem ser reconsiderados para o caso específico; e os aspectos diretamente ligados às condições de contorno da situação que se pretende analisar.

Para a resolução dos problemas, os alunos devem dialogar, criar hipóteses e realizar testes. Ao professor, cabe o papel de guia, cooperando para o desenvolvimento, mas não interferindo significativamente. “O professor pode cooperar com o trabalho dos estudantes, mas deve evitar fornecer respostas diretas sobre o que se espera que seja feito” (SASSERON, 2021b, p.140). Assim, ele deve lançar perguntas que estimulem os alunos a criar novas hipóteses.

As atividades investigativas propostas por Carvalho (2011) podem ser de quatro tipos: Demonstração Investigativa, Questão Aberta, Problema Aberto ou Laboratório Aberto. Na demonstração investigativa pode ser realizado um experimento para os alunos investigarem e formularem de hipóteses. Na questão aberta são propostas atividades relacionadas ao cotidiano para os alunos abordarem e resolverem (AZEVEDO, 2004). Já a atividade investigativa do tipo problema aberto envolve uma análise quantitativa do assunto. Por fim, no laboratório aberto os alunos precisam responder uma questão através de um experimento que eles precisam planejar e realizar (AZEVEDO, 2004).

O objetivo deste artigo é apresentar o planejamento e os resultados de uma intervenção realizada em uma turma de 2^o série do ensino médio, do curso xx. Através de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), realizada utilizando uma demonstração investigativa e um laboratório aberto (CARVALHO, 2018), foi abordado o conteúdo de Termologia utilizando o experimento “Termoscópio de Galileu”, onde procurou-se compreender o processo de construção de um termômetro.

O objetivo principal da intervenção foi que os alunos desenvolvessem autonomia, levando-os a compreenderem os conceitos físicos através de aplicações práticas, formulando e testando hipóteses, e que o processo de ensino e aprendizagem fosse crítico e reflexivo (SILVA; SASSERON, 2021). Além da aprendizagem conceitual é importante que existam as aprendizagens atitudinais e procedimentais (DA SILVA JÚNIOR; COELHO, 2020; SASSERON, 2021a).

A intervenção ocorreu no ano de 2025, durante a disciplina xx do Curso de xx, na instituição xx. Nas próximas seções deste artigo serão apresentados os procedimentos metodológicos, o relato da aplicação, as análises dos resultados e as conclusões finais.

2 PROCESSOS METODOLÓGICOS

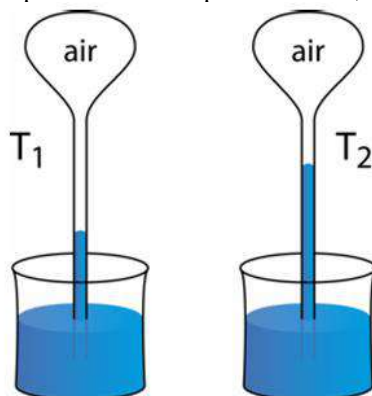
A intervenção ocorreu no dia 09/05/2025, entre o horário de 10h40 e 12h20, em duas aulas geminadas. Foi apresentado aos alunos um roteiro investigativo de forma que eles respondessem uma questão por vez, evitando a dispersão. O conteúdo abordado foi Termologia, mais especificamente o termoscópio com a expansão e compressão do ar, mostrado na Figura 1.

Para a montagem de oito (8) termoscópios semelhantes ao da Figura 1 foram utilizados os seguintes materiais: Garrafa pet 200 ml, mangueira de silicone para aquário, cola de silicone, ferro de solda (apenas para furar a tampa da garrafa), béquer com água e corante.

O termoscópio de Galileu, criado no século XVI, foi um dos primeiros dispositivos a indicar variações de temperatura. Ele funcionava com ar dentro de um tubo de vidro e um líquido na base conforme a réplica mostrada na Figura 2. A variação térmica fazia o ar expandir ou contrair, movendo o líquido. Embora sem escala numérica, ele foi o precursor do termômetro moderno.

Para a realização da atividade investigativa a turma se dividiu em 8 grupos, sendo 7 grupos com quatro alunos e 1 grupo com 5 alunos, totalizando 33 alunos participantes. Após uma demonstração inicial do experimento, cada grupo teve a sua disposição uma réplica do mesmo para investigar. Foram entregues sacolas com gelo e régua para os alunos, caso achassem necessário realizar testes com o experimento.

Figura 1. Exemplo do Termoscópio de Galileu, sendo $T_1 > T_2$.



Fonte: Wikiwand

Figura 2. Foto de uma réplica do Termoscópio utilizado por Galileu.



Fonte: <https://catalogue.museogalileo.it/gallery/Thermoscope.html>

A seguir, são apresentadas duas situações-problemas propostas aos alunos e instruções do que fazer.

2.1 DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA DO TERMOSCÓPIO DE GALILEU

Foi proposta a Questão Norteadora 1 “*Explique as variações no nível do líquido que ocorrem à medida em que se varia os objetos colocados em contato com o recipiente superior*”. Os alunos deveriam seguir as seguintes etapas:

2.1.1 Realizar discussões para compreensão do problema proposto: Os alunos deveriam analisar os mais diversos pontos de vista, anotando as variáveis e parâmetros que poderiam influenciar, mesmo sem ter a certeza de estarem corretos. Se necessário podiam fazer desenhos ou diagramas.

2.1.2 Elaborar e discutir as hipóteses para responder à Questão Norteadora 1: Eles deveriam fazer um planejamento de ações e estratégias para testá-las, utilizando o experimento e controlando as variáveis.

2.1.3 Testar as hipóteses, coletar e analisar dados: Os alunos deveriam refletir sobre os resultados e tentar encontrar quais são as relações entre as variáveis e parâmetros importantes, ficando atentos a resultados não previstos. Deveriam comparar as hipóteses com os resultados encontrados para verificar concordâncias e discordâncias. Ao final precisariam elaborar uma conclusão respondendo à questão norteadora 1.

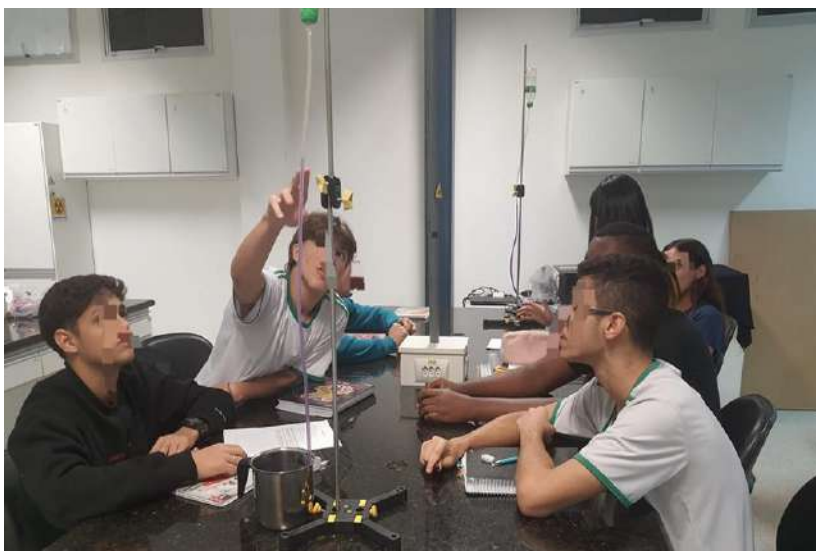
2.2 LABORATÓRIO ABERTO PARA A CONSTRUÇÃO DE UM TERMÔMETRO.

Foi proposta a Questão Norteadora 2 “*Usando o Termoscópio de Galileu construa um termômetro e o utilize para medir a temperatura de algo*”. Novamente, os alunos deveriam seguir os mesmos procedimentos descritos de 2.1.1 até 2.1.3, agora para a questão norteadora 2, e ao final participar da Socialização e da Síntese final.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, na Figura 3, é possível visualizar alunos observando o termoscópio de Galileu ao centro. Na Figura 4 eles estão iniciando o processo de formulação de hipóteses e planejamento para posterior testagem.

Figura 3. Imagem mostrando um grupo de alunos analisando e compreendendo o Termoscópio de Galileu e iniciando o processo de formulação de hipóteses e planejamento para posterior testagem



Fonte: os autores

Figura 4. Imagem mostrando um grupo de alunos formulando hipóteses para posterior testagem



Fonte: os autores

Durante a intervenção, os autores relataram os comentários e hipóteses formulados pelos alunos em um diário de bordo. As análises dos diálogos seguiram (DA SILVA JÚNIOR; COELHO, 2020) onde foram utilizadas as categorias de aprendizagens de Souza (2014), mostradas o Quadro 1.

Quadro 1: Categorias de atitudes e procedimentos utilizadas nas análises dos diálogos.

Tipos de Aprendizagens	Categorias de aprendizagens	Aprendizagens inferidas ao longo da atividade
Atitudinal	Atitudes com respeito à ciência	A1: Ter um posicionamento crítico e investigativo perante situação-problema
	Atitudes com respeito à aprendizagem de ciências	A2: Trabalhar em grupo de forma colaborativa A3: Buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças
Procedimental	1. Aquisição da informação	P1: Estruturar ideias por meio de desenho, linguagem escrita ou linguagem oral
	2. Interpretação da informação	P2: Interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos
	3. Análise da informação e realização e inferências	P3: Elaborar Hipóteses P4: Desenvolver/Aplicar modelos explicativos P5: Testar hipóteses
	4. Compreensão e organização conceitual da informação	P6: Realizar inferências P7: Construir sínteses P8: Fazer Generalizações para outros contextos
	5. Comunicação da Informação	P9: Realizar exposição oral P10: Elaborar relatório

Fonte: Souza (2014, p. 91) e adaptado de Pozo, Gomez e Crespo (2009, p. 59).

Após a aplicação, foi realizada a análise dos resultados. A fim de preservar a identidade dos estudantes, os grupos foram nomeados de “A” à “H” e, a seguir, são apresentadas algumas respostas dos grupos acompanhadas das análises.

3.1 DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA DO TERMOSCÓPIO DE GALILEU

Para a Questão Norteadora 1 “*Explique as variações no nível do líquido que ocorrem à medida em que se varia os objetos colocados em contato com o recipiente superior*”, os grupos realizaram as discussões e relataram as respostas apresentadas a seguir.

3.1.1 Discussões para compreensão do problema proposto

Os relatos dos grupos foram:

Grupo A: “Concordamos que, o corpo (líquido), está em temperatura ambiente, após outro corpo qualquer (nossas mãos) envolver o recipiente haverá a troca de calor, logo o líquido vai subir”.

Grupo B: “Se bombear a garrafinha ligada a mangueira, o ar poderá empurrar a água para baixo ou fazer um efeito contrário, fazendo com que o ar fique mais concentrado na garrafa e a água suba pela mangueira. Esquentar ou esfriar também pode influenciar no nível da água”.

Grupo C: “A partir de discussões realizadas, chegamos à conclusão que o líquido pode subir o tubo e preencher a garrafa se ele ou a garrafa forem aquecidos ou pode descer se o líquido ou a garrafa forem esfriados”.

Grupo D: “A partir do momento em que colocamos um objeto de maior temperatura em contato com o objeto superior, as moléculas irão agitar, ocasionando o aumento da pressão, fazendo com que o líquido desça. Ademais, se o objeto em contato com o superior for de menor temperatura, o resultado do experimento será o inverso”.

Grupo E: “A pressão influenciara na variação do líquido, A temperatura também influenciaria no líquido. Quanto mais pressão na garrafa mais o líquido na mangueira irá diminuir”.

Grupo F: “Altura, pressão, vedação, temperatura. Diante das nossas observações acreditamos que ao adicionar gelo a temperatura vai mudar fazendo assim uma alteração na altura do líquido. A garrafa também influenciará na altura do líquido”.

Grupo G: “quando o ar esquentar o líquido irá descer e quando esfriar irá subir”.

Grupo H: “Com a variação de temperatura do líquido, a altura do líquido no tubo irá variar. Se o líquido for aquecido, a altura aumentará e a pressão e a dentro da garrafa aumentará também, se esfriarmos, o inverso ocorrerá”.

Analisando as respostas, percebemos que todos os grupos procuraram compreender o problema, indicando ter um posicionamento crítico e investigativo perante uma situação-problema (**A₁**) e elaborando hipóteses (**P₃**) que explicassem o que foi observado. Apesar de nem todas as hipóteses estarem corretas tivemos aprendizagens atitudinal e procedimental.

3.1.2 Elaborar e discutir as hipóteses para responder à Questão Norteadora 1

Os relatos dos grupos foram:

Grupo A: “Estamos pensando em colocar gelo na garrafa de cima e também esquentar para ver o que acontece”.

Grupo B: “Apertar a garrafa, esquentar o recipiente que contém o líquido ou a garrafa. todos esses vão abaixar ou aumentar o nível da água”.

Grupo C: “Pode-se utilizar o calor das mãos em contato com a garrafa fazendo o líquido subir. também pode usar gelo ou uma garrafa gelada em contato com a garrafa para fazer o líquido subir”.

Grupo D: “Primeiramente, deve-se colocar um objeto de maior temperatura sobre o objeto superior, dessa forma será possível comprovar a análise feita anteriormente. Em casos de um objeto com menor temperatura, o resultado do processo será inverso”.

Grupo E: “Apertar a garrafa. Aquecer o recipiente (esquentando a mão) - fazendo a densidade do ar aumentar”.

Grupo F: “Colocaremos o gelo e mediremos com a régua as variações de altura. Mediremos a temperatura do líquido na garrafa pet, alterando a dilatação do ar, fazendo o líquido subir ou descer”.

Grupo G: “Colocar gelo na garrafa, o ar irá mudar a temperatura ficando mais frio. E supostamente a água irá subir do tubo. indo em direção ao recipiente maior”.

Grupo H: “Iremos usar o calor dos nossos corpos para aquecer a garrafa no topo, vamos transformar energia mecânica em energia térmica friccionando a palma de nossas mãos. E o gelo para ver o efeito contrário”.

Todos os grupos trabalharam de forma colaborativa (A₂) e estruturaram ideias por meio da linguagem escrita (P₁), numa tentativa de realizar um planejamento para testar as hipóteses. Algumas afirmações que indicam planejamento foram: “Estamos pensando em...” (Grupo A) e “Iremos usar o calor dos nossos corpos para aquecer a garrafa no topo, ...” (Grupo H).

3.1.3 Testar as hipóteses, coletar e analisar dados

Os relatos dos grupos foram:

Grupo A: “Nós pensávamos que com o resfriamento da água o ar da garrafa iria se condensar suavemente, e ele por fim elevaria a água de tudo”.

Grupo B: “Ao esquentar o recipiente percebemos que o líquido desce e ao resfriar, o líquido sobe, como se fosse um termômetro, na nossa hipótese precisaríamos apertar a garrafa, para que o ar dentro dela fizesse uma pressão mínima para que a água descesse e ao soltar a água retornaria a sua

altura normal, isso reamente ocorre, mas não é o que a questão pedia. Fizemos o experimento com uma sacola com gelo e fazendo atrito com as mãos para que a temperatura aumentasse, com o gelo o líquido subiu (aumentou sua altura) e com atrito o líquido desceu”.

Grupo C: “A conclusão foi diferente das hipóteses, acontece de forma inversa. Quando o líquido aquece ele sobe, mas se esfriado ele desce. Com a garrafa é o contrário, quando a garrafa é aquecida o líquido desce, mas quando ela é esfriada o líquido sobe”.

Grupo D: “De acordo com o que foi realizado, encontramos resultados que comprovam aquilo que propusemos anteriormente”.

Grupo E: “Apertar a garrafa: A substância desce e quando solta sobe Aquecer a garrafa: a substancia desce. Colocando a mão quente na garrafa o líquido desce. Quando esfria a garrafa o líquido sobe. Quando esfria o recipiente o líquido desce”.

Grupo F: “Quando aplicamos o gelo, o líquido subiu por conta da dilatação do ar e a pressão que estava sendo feita. Ao retirar o gelo, o líquido desceu. $h = 37\text{cm}$ (de baixo para cima) $h_2 = 32$ (continuou subindo)”.

Grupo G: “Em temperatura ambiente, a altura do líquido marcava 37 centímetros. Após o resfriamento do ar, como na hipótese, o líquido dilata, se estabilizando nos 44 centímetros. 7 a mais que no momento inicial. $T_{am} = 24$ ”.

Grupo H: “Nós aquecemos e refriamos o gás da garrafa usando energia corporal e gelo. Ao aquecer o gás ele se expande aumentando a pressão da garrafa e do tubo consequentemente empurrando o líquido para baixo, e o contrário ocorre quando se usa gelo”.

O Grupo C, após testar o experimento e analisar os resultados, afirmou que suas hipóteses iniciais estavam equivocadas. Tal análise destaca a construção de argumentos com base em evidências, ou seja, justificaram suas conclusões com base em dados e raciocínio lógico. Os demais grupos, também tiveram as mesmas conclusões, mesmo que em alguns casos as respostas iniciais não foram alteradas após a prática.

Desta forma, nesta etapa foram observadas a busca de diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças (**A₃**), interpretação de ideias estruturadas e execução de procedimentos (**P₂**), desenvolvimento de modelos explicativos (**P₄**) e testes de hipóteses (**P₅**).

Ao final da Questão Norteadora 1 houve um breve diálogo com os alunos onde todos concordaram que quando esquentamos a garrafa, a água descia do tubo, e quando esfriamos, a água subia do tubo. Desta forma foi realizada uma síntese (**P₇**). Essa discussão buscou comunicar ideias com clareza para que os demais alunos possam compreender e discutir o fenômeno observado.

3.2 LABORATÓRIO ABERTO PARA A CONSTRUÇÃO DE UM TERMÔMETRO.

Para a Questão Norteadora 2, “*Usando o Termoscópio de Galileu construa um termômetro e o utilize para medir a temperatura de algo*”, os grupos realizaram as discussões e relataram as respostas apresentadas a seguir.

3.2.1 Discussões para compreensão do problema proposto

Os relatos dos grupos foram:

Grupo A: “Iremos medir o percurso que o líquido faz do ponto de equilíbrio com a temperatura ambiente e a temperatura que o gelo deixa a garrafa”.

Grupo B: “Descobrimos que isso é um termômetro, é que tem diferentes alturas para temperaturas diferentes (74 cm → Temp. ambiente, 85cm → 0°C (gelo) e 71,5cm → Atrito com a mão (35°C))”.

Grupo C: “É possível criar um termômetro utilizando o calor da mão, a temperatura ambiente e a temperatura do gelo, e comparar a altura que o líquido chega (Mão = 31 °C → Altura = 52cm, Ambiente = 22 °C → Altura = 63,5cm e Gelo = 0 °C → Altura do gelo = 87cm”).

Grupo D: “Conforme o experimento realizado anteriormente, é possível perceber a variação da altura do líquido em relação a temperatura. Por conta disso, pode-se montar uma escala graduada que determina a temperatura do ambiente”.

Grupo E: “Quando aperta a garrafa o liquido desce. Quando esfria a garrafa o liquido sobe. Quando esquenta a garrafa o liquido desce”.

Grupo F: “Compararemos as alturas com uma escala já conhecida e a temperatura do ar. Usar o termômetro, a régua e o gelo”.

Grupo G: “Iremos usar um termômetro para medir a temperatura ambiente e a após o resfriamento do ar dentro da garrafa. Após isso, vamos usar as medidas de altura do líquido (já escolhidos antes) para calcular uma escala baseada em graus Celsius”.

Grupo H: “Foi discutido que deveríamos utilizar duas temperaturas de algo que conhecemos para comparar com uma escala que criamos usando a partir de uma régua e o cano do termoscópio”.

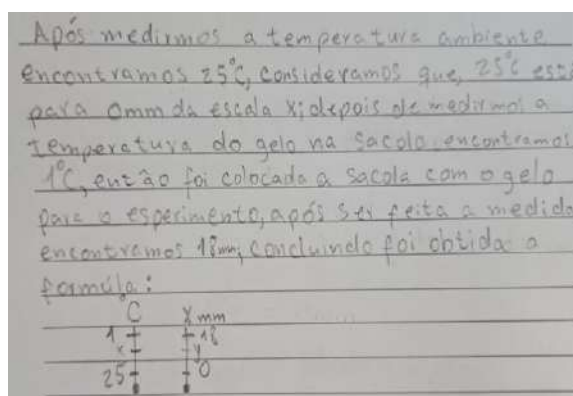
Os grupos procuraram compreender o problema, indicando ter um posicionamento crítico e investigativo perante uma situação-problema (**A₁**). A maioria dos grupos (A, D, E, F, G, H) realizou um breve levantamento de hipóteses (**P₃**) e estruturou ideias por meio da linguagem escrita (**P₁**), para observar os dados na próxima etapa de construção. Já os grupos (B, C), além de elaborar hipóteses (**P₃**), já começaram a coletar dados, em geral de temperatura e alturas, para testar as ideias (**P₅**) e para o desenvolvimento de modelos explicativos (**P₄**).

3.2.2 Elaborar e discutir as hipóteses para responder à Questão Norteadora 2

Os relatos dos grupos foram:

Grupo A: “Após medirmos a temperatura ambiente encontramos 25 °C. Consideramos que, 25 °C está para 0 mm da escala x e depois de medirmos a temperatura do gelo na sacola encontramos 1°C. Então foi colocada a sacola com gelo para o experimento e após ser feita a medida encontramos 18mm; concluindo foi obtida a fórmula”. Segue, na Figura 5, o que o Grupo A escreveu.

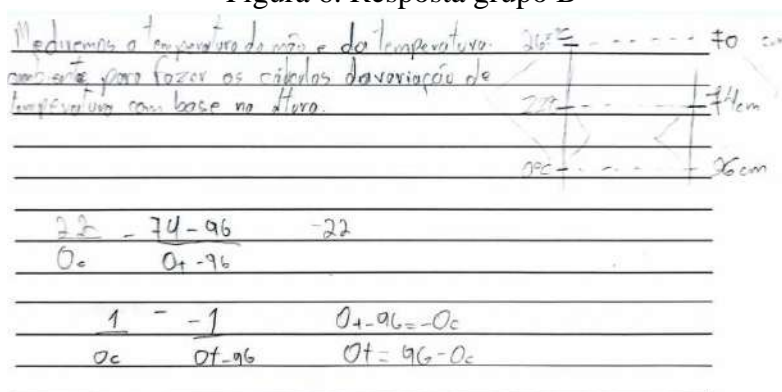
Figura 5. Resposta grupo A.



Fonte: Os Autores

Grupo B: “Mediremos a temperatura da mão e da temperatura ambiente para fazer os cálculos da variação de temperatura com base na altura”. Segue, na Figura 6, o que o Grupo B escreveu.

Figura 6. Resposta grupo B



Fonte: Os Autores

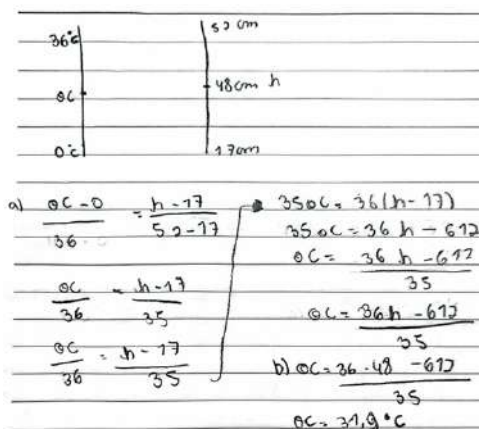
Grupo C: “Esperamos o termômetro estabilizar a temperatura ambiente, marcamos a altura. Além disso medimos a temperatura utilizando o líquido. Medimos a temperatura do gelo, encostamos ele na garrafa, e medimos a altura do líquido. Com as mãos aquecemos a garrafa e marcamos a altura do líquido, depois medimos a qual temperatura estavam as mãos”.

Grupo D: “1º etapa: Medir a temperatura da água sem alteração da medida térmica do líquido. 2º etapa: Definir o marco zero para escala do nosso termômetro. 3º etapa: Relacionar a temperatura do líquido com quanto ele subiu ou desceu”.

Grupo E: “Quando esfria a garrafa deixamos o ar menos denso então o líquido sobe, pois, a densidade do ar é menor. Se esquentar o líquido sobe por causa da dilatação do líquido. Obs.: errado, o líquido fica parado”.

Grupo F: “Mediremos a altura do líquido em temperatura ambiente, depois a altura aplicando o gelo na garrafa até que pare de subir e então colocaremos nossa mão para ‘esquentar’ a garrafa e medir após o líquido parar de descer. Após as medidas, compararemos a uma escala conhecida (Celsius) e criar uma fórmula termométrica.” Segue, na Figura 7, o que o Grupo F fez.

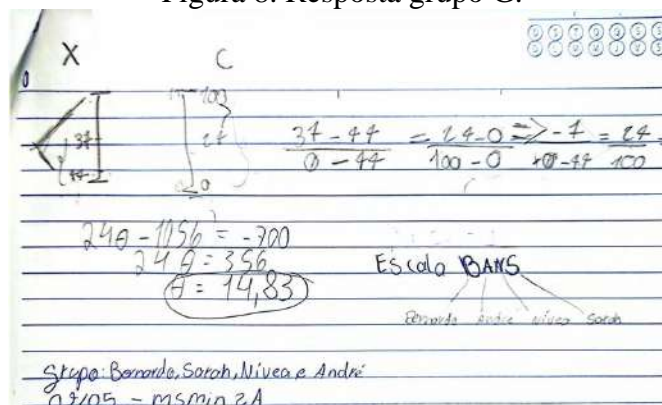
Figura 7. Resposta grupo F.



Fonte: Os Autores

Grupo G: “Utilizamos o termômetro para medir a temperatura ambiente e do líquido. Depois resfriamos a temperatura do gás presente e medimos a altura que o líquido se encontra.” Segue, na Figura 8, o que o Grupo G fez.

Figura 8. Resposta grupo G.



Fonte: os Autores

Grupo H: “Pegar um termômetro e medir a temperatura ambiente, pegar duas medidas conhecidas no termômetro em °C e fazer a equação. Comparação com o tubo do termoscópio”.

Os grupos construíram um breve roteiro levando em consideração os fenômenos observados anteriormente nas etapas e os conhecimentos científicos que já foram tratados em aulas para construir os termômetros. Nessa etapa, observou-se a compreensão dos conceitos científicos fundamentais de termologia (SASSERON; CARVALHO, 2008). Além disso, os alunos conseguiram estruturar ideias por meio de linguagem escrita e de desenhos (P₁), estruturar ideias estruturadas e executar procedimentos (P₂) e elaborar relatórios (P₁₀).

3.2.3 Testar as hipóteses, coletar e analisar dados

Os relatos dos grupos foram:

Grupo A: “Utilizando a escala criada podemos descobrir outras temperaturas em função de ‘mm’, ou o contrário”.

Grupo B: “Quando colocamos a mão quente na garrafa a altura atingiu a mesma da conta”.

Grupo C: “Com a análise, quando medimos a altura do líquido submetido a temperatura do gelo, encontramos 87cm. Já quando o líquido foi submetido a temperatura ambiente encontramos 63,5cm. Ao medir a altura do líquido submetido a temperatura das mãos foi encontrado 52cm”.

Grupo D: “Após resultados obtidos, concluímos que nosso termômetro variou com a temperatura. O marco 0°I (I é o nome da nossa escala) foi definido como equivalente a 22°C. Na temperatura do gelo, a água variou 16,5 cm (para cima), marcamos a escala. Na temperatura da mão, a água variou, do marco 0°I, 43cm (para baixo)”.

Grupo E: “Esquentamos a garrafa e o líquido e obtivemos o resultado esperado”.

Grupo F: “Como tínhamos formulado a hipótese, ao alterarmos a temperatura da garrafa com o gelo e isso mudou a altura do líquido. Fizemos como foi citado e conseguimos descobrir a temperatura da mão utilizada para teste com um valor coerente (31°, logo após a mão estar no gelo)”.

Grupo G: “Medimos a temperatura ambiente, a altura do líquido em temperatura ambiente e a altura do líquido resfriando o gás da garrafa 24° marcando 37cm, e teoricamente 100° ...”

Grupo H: “Como a relação °C e altura do líquido é inversamente proporcional, dessa forma ao utilizar a equação final é possível encontrar o que foi buscado, a temperatura no termoscópio, de acordo com nossas hipóteses”.

Todos os grupos conseguiram relacionar os conhecimentos científicos de termologia com a prática do termoscópio e criaram suas escalas termométricas a partir do termoscópio, compreendendo assim o funcionamento do termômetro. Ao longo da etapa 2, do Laboratório Aberto para a Construção de

um Termômetro, as práticas epistêmicas e científicas (SASSERON, 2018) mais observadas analisando os grupos foram: elaborar hipóteses, coletar dados, experimentar, analisar evidências e argumentar com base nas evidências. Em relação às categorias de atitudes e procedimentos observamos o desenvolvimento de modelos explicativos (P₄), a construção de sínteses (P₇), a realização de exposição oral (P₉) e a elaboração de relatórios (P₁₀).

No final dessa etapa 2 também houve um breve diálogo com a turma, com o propósito de descobrir se houve muitas dificuldades por parte deles para a construção das respostas e também para fazer uma sistematização final. Os alunos comentaram que houveram muitas ideias nos grupos e que eles conseguiram discutir as diversas interpretações e construir suas respostas com base do diálogo entre os integrantes, evidenciando mais uma prática epistêmica e científica (SASSERON, 2018).

4 CONCLUSÕES

A aplicação da sequência investigativa para a construção de um termômetro experimental, fundamentada na metodologia do ensino por investigação e nos princípios da demonstração investigativa e do laboratório aberto (AZEVEDO, 2004), mostrou-se eficaz para promover aprendizagens e o desenvolvimento de práticas epistêmicas e científicas entre os alunos (Sasseron, 2018). As análises dos diálogos seguiram Da Silva Júnior e Coelho (2020), utilizando as categorias de aprendizagens propostas por Souza (2014), o que possibilitou identificar as Aprendizagens Atitudinais (A₁, A₂ e A₃) e procedimentais (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₇, P₉ e P₁₀), ao longo das etapas da sequência investigativa.

Na abordagem da Questão Norteadora 1 “*Explique as variações no nível do líquido que ocorrem à medida em que se varia os objetos colocados em contato com o recipiente superior*”, percebemos, por parte dos alunos, indícios de posicionamento crítico e investigativo perante uma situação-problema (A₁), de trabalho colaborativo (A₂), de respeito às diferenças (A₃), de estruturação de ideias por meio da linguagem escrita (P₁), de interpretação de ideias estruturadas e execução de procedimentos (P₂), de elaboração de hipóteses (P₃), de desenvolvimento de modelos explicativos (P₄) e de testagens de hipóteses (P₅). Ao final ainda foi realizada junto com os alunos uma síntese (P₇).

Na abordagem da Questão Norteadora 2 “*Usando o Termoscópio de Galileu construa um termômetro e o utilize para medir a temperatura de algo*”, percebemos, por parte dos alunos, indícios de posicionamento crítico e investigativo perante uma situação-problema (A₁), de estruturação de ideias por meio da linguagem escrita (P₁), de interpretação de ideias estruturadas e execução de procedimentos (P₂), de elaboração de hipóteses (P₃), de desenvolvimento de modelos explicativos (P₄), de testagens de hipóteses (P₅), de síntese dos resultados (P₇), de realização de exposição oral (P₉) e de elaboração de relatórios (P₁₀).

De modo geral, as aprendizagens atitudinais e procedimentais evidenciadas confirmam que os estudantes compreenderam o caráter investigativo da ciência, reconhecendo a importância do diálogo, da experimentação e da argumentação fundamentada em evidências. A experiência mostrou que o ensino por investigação, articulado ao laboratório aberto e a demonstração investigativa, pode promover autonomia intelectual, curiosidade, colaboração e pensamento científico, contribuindo para uma formação crítica e reflexiva em ciências.

REFERÊNCIAS

- [1] MARTINS, Isabel P.; COUCEIRO, Fernanda; RODRIGUES, Ana; TORRES, Ana Cristina; PEREIRA, Sara; SÁ, Patrícia; VIEIRA, Rui. **Laboratório Aberto de Educação em Ciências: Investigação-Formação-Inovação no Ensino das Ciências**. Aveiro: Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa – Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 2005.
- [2] CARVALHO, Anna M. P. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, Anna M. P. et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- [3] BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- [4] SALES, G. L. **QUANTUM: Um Software para Aprendizagem dos Conceitos da Física Moderna e Contemporânea**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Ceará; Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Fortaleza, 2005.
- [5] SASSERON, Lúcia Helena. **Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), 2021a.
- [6] KRULIK, Stephen; RUDNICK, Jesse A. **Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers**. Newton, Massachusetts. 1988.
- [7] SASSERON, Lúcia Helena. **Fundamentos Teórico-Metodológico para o Ensino de Ciências: a Sala de Aula. Módulo 7**. USP / UNIVESP, 2021b. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impresos/plc0704_14.pdf. Acesso em: 20 out. 2025.
- [8] CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas- (SEI). **O uno e o diverso na educação**. Tradução. Uberlândia: MG: EDUFU, 2011. Acesso em: 10 jun. 2025.
- [9] AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizado as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, p.19-33.
- [10] CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 21 maio 2025.
- [11] SILVA, Maíra Batistoni; SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 23, p. e34674, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>. Acesso em: 6 maio 2025.
- [12] DA SILVA JÚNIOR, João Mauro; COELHO, Geide Rosa. O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto

Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 51-78, 2020.

[13] SOUZA JR., D. R. **O ensino de eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: analisando os desdobramentos sobre a aprendizagem dos estudantes**. 2014. 121f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Estado do Espírito Santo, Vitória.

[14] POZO, J. I.; GÓMEZ-CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

[15] SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A Proposição e a procura de Indicadores do Processo. **Investigações em ensino de ciências**, 2008.

[16] SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.18, n.3, p. 1061-1085,2018.