

O Ensino por Investigação Aplicado à Termologia: Um Estudo sobre Transferência de Calor com Banho-Maria

Matheus Leone Evangelista Vargas¹, Arthur Gonçalves Nichio², Robson Leone Evangelista³, Luiz Otavio Buffon⁴

¹Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica – Núcleo de Estruturação do Ensino de Física (NEEF – IFES), Curso de Licenciatura e Bacharelado em Física, leoneteteu@gmail.com

²Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica – Núcleo de Estruturação do Ensino de Física (NEEF – IFES), Curso de Licenciatura e Bacharelado em Física, arthurnichio@gmail.com

³Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica – Núcleo de Estruturação do Ensino de Física (NEEF – IFES), Coordenadoria de Licenciatura e Bacharelado em Física, robson.leone@ifes.edu.br

⁴Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica – Núcleo de Estruturação do Ensino de Física (NEEF – IFES), Coordenadoria de Licenciatura e Bacharelado em Física, buffon@ifes.edu.br

INTRODUÇÃO

No ensino tradicional expositivo os alunos têm uma postura passiva e geralmente estudam para repetir o que foi passado pelo professor na sala de aula. Já a abordagem didática baseada no Ensino por Investigação estimula a construção do conhecimento através da exploração, experimentação, formulação de hipóteses e resolução de problemas, com o aluno colocado no centro do processo de ensino-aprendizagem, sendo desafiado a formular perguntas, coletar dados, propor soluções e analisar resultados. No Ensino por Investigação o aluno pode desenvolver a autonomia, a reflexão e as habilidades para lidar com desafios mais complexos (Sasseron, 2013; Silva; Sasseron, 2021).

As atividades de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) podem ser demonstração investigativa, questão aberta, problema aberto ou laboratório aberto (Azevedo, 2004; Carvalho, 2011). Na demonstração investigativa pode ser realizado um experimento em sala de aula para os alunos investigarem questões. Na questão aberta são propostas atividades relacionadas ao dia a dia ou contextualizadas para os alunos investigarem. O problema aberto é semelhante à questão aberta, mas envolve a análise quantitativa do assunto. Já no Laboratório Aberto os alunos precisam responder uma questão através de um experimento que eles precisam planejar e realizar.

O ensino de Termologia no ensino médio é importante pois se constitui um assunto presente no dia a dia dos alunos. Conceitos como calor, temperatura, condutividade térmica, condução térmica, fluxo de calor e ebulição são usados diariamente e é importante que sejam estudados de forma contextualizada e investigativa.

Desta forma, o objetivo deste artigo é discutir e refletir sobre a aplicação de uma SEI que utilizou o banho-maria como recurso experimental para investigar os modos de propagação do calor relacionados com um experimento. O objetivo da pesquisa feita foi investigar o engajamento e a participação crítica e reflexiva dos alunos na intervenção.

Nas próximas seções são apresentados os aspectos metodológicos, o relato e os resultados da intervenção. Por fim são apresentadas as conclusões e as referências bibliográficas.

METODOLOGIA E RELATO DA APLICAÇÃO

A intervenção didática relatada neste trabalho fez parte da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal do Espírito Santo – campus Cariacica. A aplicação ocorreu no primeiro semestre de 2025 em uma turma de dependência em Física da 2ª série do ensino médio do próprio campus, composta por 4 alunos, e toda atividade durou 1h40min. Visto que são alunos que estão repetindo a disciplina tornou-se ainda mais importante a utilização de metodologias diferenciadas não expositivas.

O planejamento seguiu os princípios da Sequência de Ensino por Investigação (SEI), que valoriza a problematização, a formulação de hipóteses, a experimentação, a análise e a conclusão como etapas centrais para a construção do conhecimento científico (Carvalho, 2011). A mediação docente teve como foco a promoção da autonomia, da argumentação e da construção coletiva de explicações fundamentadas.

A Discussão Inicial

A aula teve início com uma conversa aberta, em que foi perguntado aos estudantes: *“O que é calor?”* e *“O que é temperatura?”* conforme a Figura 1. A partir das respostas espontâneas dos alunos, muitas delas associando calor à “sensação de quente” e temperatura a “graus do termômetro”, emergiu a dúvida dos alunos sobre a diferença entre os dois conceitos. Essa etapa inicial foi essencial para averiguar os conhecimentos prévios dos alunos e abrir espaço para o confronto de ideias. Logo em seguida, foi proposto o questionamento: *“Essas duas coisas são iguais ou diferentes?”*, o que levou a uma discussão rica e colaborativa, onde os alunos começaram a perceber que havia distinções conceituais importantes, embora ainda não tivessem clareza sobre elas.

Na sequência, perguntou-se quais eram as formas possíveis de transferência de calor, o que mobilizou respostas baseadas em vivências do cotidiano, como “esquentar a colher na panela” (condução) ou “ar quente subindo” (convecção) e o “calor do sol” (irradiação). As contribuições foram registradas no quadro e conectadas às categorias científicas, permitindo uma transição gradual entre o conhecimento espontâneo e o conhecimento sistematizado.

Com essa base, introduziu-se a questão-problema que guiaria a investigação: *“Por que o pudim, mesmo exposto ao fogo, não queima quando é preparado em banho-maria?”* e, como aprofundamento, *“Como funciona o banho-maria?”*. Essas perguntas despertaram o interesse

imediatos dos alunos, que começaram a especular coletivamente, formulando hipóteses como: “A água impede o fogo de queimar o pudim” e “O banho-maria deixa o pudim molhadinho sem deixar a água evaporar”. Essas ideias iniciais revelaram tanto intuições corretas quanto concepções alternativas, e serviram de ponto de partida para a exploração prática.

Figura 1: Aplicação da Intervenção na turma de dependência.

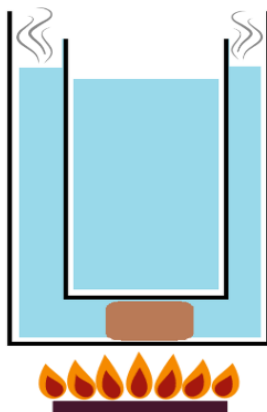


Fonte: Os autores

A Demonstração do Experimento

O experimento ilustrado na Figura 2 foi demonstrado aos alunos. Foram utilizados dois béqueres de vidro, um de menor volume posicionado dentro de outro maior, ambos contendo água, com um isolante térmico (madeira) embaixo inibindo o contato dos dois béqueres.

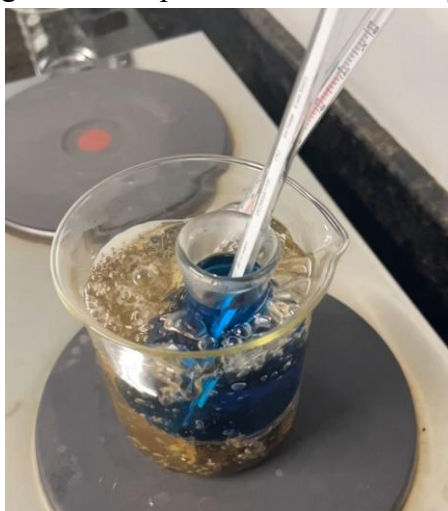
Figura 2: Esquema do experimento com dois béqueres sendo aquecidos.



Fonte: os autores

Conforme a foto da Figura 3, foi adicionado corante na água do béquer de dentro para melhor visualização do fenômeno. O conjunto foi colocado sobre uma fonte de calor, e os estudantes acompanharam atentamente a evolução do processo. Durante a atividade, os termômetros foram inseridos em ambos os recipientes para monitorar a temperatura. Os alunos observaram que, embora os dois béqueres atingissem temperaturas elevadas, apenas a água do recipiente externo entrava em ebulição, enquanto a do interno se mantinha aquecida, mas sem borbulhar.

Figura 3: O experimento na Intervenção



fonte: os autores

Esse momento foi especialmente produtivo, pois os estudantes discutiram o que estavam vendo em tempo real, relacionando suas hipóteses às observações. Alguns perceberam que o calor “demorava mais” para atingir o interior, outros destacaram que a água parecia “segurar” o calor e evitar que a parte interna ultrapassasse certa temperatura. A partir dessas análises, conduziu-se uma discussão orientada sobre condução e convecção térmica, explicando como o calor se propagava da chama para o béquer maior e, dali, por contato e agitação das partículas, para o béquer interno.

O papel do professor ao longo de toda a atividade foi o de instigador e mediador do conhecimento. Ao invés de fornecer respostas prontas, buscou-se provocar reflexões, incentivar o uso do vocabulário científico e estimular a argumentação entre os pares. Questões como *“De onde vem o calor que chega no béquer menor?”* e *“Por que só o recipiente de fora ferve?”* foram utilizadas para aprofundar o raciocínio dos alunos.

O experimento foi acompanhado com atenção e foi entregue uma folha com perguntas norteadoras que ajudaram a orientar a observação dos alunos e a fomentar discussões mais focadas. As perguntas propostas foram:

- a) *O que acontece com a água do béquer maior e do béquer menor?*

- b) Por que a água do recipiente menor esquenta, mesmo sem contato direto com o fogo?*
- c) Quais formas de propagação de calor podem estar ocorrendo nesse sistema?*
- d) O que impede a água interna de ferver?*
- e) A temperatura no bécquer menor pode ultrapassar 100 °C?*
- f) Por que a água do bécquer menor não entra em ebulição ao mesmo tempo que a do bécquer maior, mesmo estando imersa em água quente?*

A aula foi encerrada com uma socialização dos resultados entre os grupos, em que cada conjunto de estudantes compartilhou suas conclusões e comparou suas hipóteses iniciais com o que foi observado. Essa troca de ideias possibilitou a consolidação dos conceitos e o reconhecimento do experimento como ferramenta de verificação científica.

Ao final da atividade, foi possível perceber indícios de habilidades investigativas e uma melhor apropriação dos conceitos de calor, temperatura e modos de transferência térmica. A abordagem investigativa empregada favoreceu a aprendizagem ativa, respeitando o ritmo dos estudantes e valorizando a experiência como forma de construção do conhecimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da SEI sobre transferência de calor, com foco no experimento do banho-maria, revelou-se uma experiência pedagógica rica e significativa, tanto para os estudantes quanto para os licenciandos envolvidos na mediação. Desde os momentos iniciais da aula, foi possível observar o interesse e a curiosidade dos alunos, que participaram ativamente das discussões e se engajaram no processo investigativo de forma colaborativa.

Ao serem instigados pelas perguntas iniciais sobre o significado de calor e temperatura, os estudantes apresentaram concepções variadas, muitas vezes associadas ao cotidiano, como “calor é o que esquenta” e “temperatura é o número no termômetro”. A distinção entre os dois conceitos começou a emergir à medida que o diálogo avançava, especialmente quando os alunos começaram a perceber que o calor se refere à transferência de energia térmica, enquanto a temperatura está relacionada ao grau de agitação das partículas de um corpo.

Durante a problematização sobre o funcionamento do banho-maria e o porquê de o pudim não queimar, os alunos levantaram hipóteses criativas e pertinentes, como “a água protege o pudim”, “o fogo não entra direto” e “o banho-maria deixa o pudim molhadinho”. Essas ideias revelaram uma tentativa espontânea de compreender o fenômeno com base em experiências pessoais, o que foi valorizado como ponto de partida para a investigação científica.

As respostas foram discutidas e os estudantes anotaram suas interpretações com base no que estavam observando. De maneira geral, os alunos compreenderam que a água do bécquer maior,

ao receber o calor da fonte externa, entrava em ebulição, enquanto a do bquer menor se aquecia sem ferver. Muitos apontaram corretamente que isso se devia à ausência de contato direto com a chama e à presença da água externa atuando como uma “barreira” de controle térmico.

Em relação à transferência de calor, os alunos identificaram que havia condução térmica entre o vidro do bquer maior e o menor, bem como convecção na água que envolvia o recipiente interno. Alguns mencionaram a radiação como forma possível, embora com menos clareza, o que ofereceu a oportunidade de discutir a predominância dos mecanismos presentes naquele sistema físico.

A questão sobre o motivo de a água interna não ferver levou a reflexões interessantes. Muitos estudantes perceberam que, mesmo em contato com uma substância aquecida, a água do recipiente menor não ultrapassaria 100 °C sob pressão atmosférica, já que o calor fornecido era limitado pela temperatura de ebulição da água do bquer maior. Essa compreensão emergiu principalmente após mediação docente, conectando as observações ao conceito de equilíbrio térmico e às propriedades coligativas.

Desta forma, estes resultados indicam o potencial da abordagem investigativa em promover o diálogo, a investigação, o planejamento e a atitude dos estudantes em verificar suas hipóteses, indo de encontro com o que é proposto por Azevedo (2004), Carvalho (2011), Sasseron (2013) e Silva e Sasseron (2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões em grupo foram marcadas pela colaboração e pela escuta ativa entre os colegas. Os estudantes argumentaram entre si, revisaram suas ideias e utilizaram o vocabulário científico com crescente familiaridade, empregando termos como “condução”, “isolante”, “eficiência térmica” e “equilíbrio térmico”. Mesmo aqueles que demonstravam maior dificuldade no início conseguiram participar do processo de formulação de explicações mais consistentes, com base nas evidências coletadas durante o experimento.

Ao final da atividade, muitos alunos conseguiram justificar, de forma fundamentada, por que o sistema do banho-maria aquece sem causar ebulição imediata no recipiente interno. As hipóteses iniciais foram confrontadas com as observações empíricas, e esse processo de reelaboração conceitual evidenciou indícios de aprendizagem.

Esses resultados estão em consonância com os apontamentos de Sasseron (2013), que destaca o papel do ensino por investigação na promoção da autonomia intelectual dos alunos, no desenvolvimento da argumentação científica e na superação de concepções espontâneas por meio do diálogo e da prática experimental. A folha com perguntas norteadoras mostrou-se um instrumento

pedagógico eficaz, pois ajudou a organizar o pensamento dos estudantes, direcionando a observação e estruturando a construção das explicações com base em evidências.

A experiência demonstrou, portanto, que o uso do Ensino por Investigação, aliado a estratégias de mediação adequadas, tem grande potencial para transformar aulas de Física tradicionalmente expositivas em espaços de construção ativa e significativa do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

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.

SASSERON, Lúcia Helena. O ensino por investigação: pressupostos e práticas. In: **Fundamentos Teórico-Metodológico para o Ensino de Ciências: a Sala de Aula.** São Paulo: Universidade de São Paulo; Univesp, Módulo 7, p. 117–124.