

Máquina Térmica de Baixo Custo como Recurso Investigativo no Ensino de Termodinâmica: uma experiência no PIBID Física

Gabriela Silva de Freitas¹, Moacir Pereira de Souza Filho²

¹ UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
Faculdade de Ciências e Tecnologia – Curso de Licenciatura em Física, PIBID Física.
gabriela.s.freitas@unesp.br

² UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
Faculdade de Ciências e Tecnologia – Departamento de Física – Pós -Graduação em Educação e MNPEF
moacir-pereira.souza-filho@unesp.br

INTRODUÇÃO

O ensino de Termodinâmica na educação básica apresenta desafios devido à abstração de conceitos como calor, pressão, trabalho e conversão de energia. Muitos estudantes têm dificuldades em compreender processos que ocorrem em nível micro dentro de uma máquina térmica, o que reforça a necessidade de práticas experimentais que tornem esses conceitos mais concretos e acessíveis aos alunos (Cheng e Lin 2015; Moreira, 2018).

Na “Escola Estadual Professora Mirella Pesce Desidere” de Presidente Prudente/SP, onde o Pibid atua, o conteúdo de Termodinâmica já estava sendo trabalhado pela professora. Isso possibilitou que a atividade experimental investigativa fosse integrada diretamente ao que os estudantes já estavam aprendendo, funcionando como ampliação, aprofundamento e consolidação do conteúdo teórico.

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) surge como alternativa metodológica por permitir que os estudantes pensem e atuem como cientistas, formulando hipóteses, planejando experimentos, observando fenômenos e revisando suas explicações (Carvalho, 2013; Driver *et. al.*, 1999). A construção de uma máquina térmica de baixo custo foi uma proposta didática que possibilitou aos alunos observarem, testarem e discutirem fenômenos que, normalmente, permanecem apenas em nível abstrato

METODOLOGIA

A sequência de ensino investigativa foi estruturada como investigação guiada e aplicada a uma turma do 3º ano do Ensino Médio, composta por aproximadamente 40 estudantes. A intervenção ocorreu em sala comum, ao longo de seis encontros de 45 minutos cada, sendo quatro destinados ao desenvolvimento conceitual e dois voltados à organização e realização da atividade experimental.

2.1 Problematização e levantamento de hipóteses

A atividade iniciou com a questão orientadora: *“Como o calor pode gerar movimento em uma máquina térmica?”*

O levantamento de hipóteses ocorreu por meio de discussão oral coletiva, na qual os estudantes mobilizaram conhecimentos prévios sobre calor, ebulição e pressão. Surgiram questionamentos como *“será que só essa vela vai esquentar o suficiente?”* e discussões sobre a necessidade de a água atingir ebulição para produzir vapor.

Em determinado momento, um estudante afirmou: *“Se a água virar vapor, ela vai sair com força e empurrar o cata-vento.”*

Essa fala evidenciou tentativa de estabelecer relação entre mudança de estado físico e produção de movimento mecânico.

2.2 Planejamento e construção do aparato

Os estudantes seguiram um roteiro orientador contendo os materiais disponíveis e os objetivos da atividade. A organização interna dos grupos foi autônoma, com divisão espontânea de tarefas e decisões coletivas sobre a sequência de montagem.

O aparato experimental consistiu em:

- Lata de alumínio contendo aproximadamente 50 mL de água;
- Um único orifício lateral pequeno, inicialmente feito para esvaziar o refrigerante e posteriormente utilizado para saída do vapor;
- Aproximadamente 1/3 de vela como fonte de calor;
- Um cata-vento confeccionado a partir de outra lata reciclada.

A professora atuou como mediadora, garantindo segurança no manuseio da chama e auxiliando na organização das ideias, sem interferir nas decisões experimentais — característica central da investigação guiada.

2.3 Variáveis investigativas planejadas

Os estudantes deveriam observar e registrar:

- Tempo até início da ebulição;
- Influência da quantidade de água;
- Impacto do número de velas;
- Intensidade e direção do jato de vapor;
- Possível movimento do cata-vento.

Entretanto, devido à limitação do tempo disponível e à baixa potência térmica da vela utilizada, não foi possível atingir ebulição suficiente para gerar movimento contínuo. Além disso, não houve tempo hábil para repetir o experimento ou ajustar variáveis, o que inviabilizou a coleta sistemática de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mesmo sem o funcionamento completo do aparato, observou-se participação ativa dos estudantes durante toda a atividade. A divisão autônoma de tarefas, a formulação de hipóteses e os questionamentos constantes, indicaram mobilização conceitual e envolvimento cognitivo.

Destaca-se que, em um contexto escolar com recursos experimentais limitados, a realização de uma atividade prática com materiais de baixo custo despertou interesse expressivo na turma. A manipulação direta dos materiais e a possibilidade de testar ideias ampliaram o engajamento em comparação a momentos exclusivamente expositivos.

A experiência sugere que propostas investigativas acessíveis favorecem o senso de participação e engajamento no processo de aprendizagem. Ao assumirem papéis ativos na organização e execução do experimento, os estudantes passaram a se perceber como participantes do processo investigativo, fortalecendo o sentimento de pertencimento e valorização do fazer científico no ambiente escolar.

b) Hipóteses não testadas

Entre as hipóteses levantadas e não verificadas experimentalmente destacam-se:

- O aumento do número de velas poderia intensificar o movimento do cata-vento;
- A redução do volume de água poderia diminuir o tempo até a ebulição;
- A ampliação do número de orifícios poderia aumentar a intensidade do jato de vapor.

A impossibilidade de testar sistematicamente essas variáveis interrompeu parcialmente o ciclo investigativo, especialmente na etapa de validação das hipóteses.

c) Reflexão sobre a natureza da investigação científica

O não funcionamento pleno do experimento possibilitou discutir a ciência como processo marcado por tentativas, ajustes e incertezas (Hodson, 1992). A atividade favoreceu reflexões sobre:

- Controle de variáveis;
- Influência das condições físicas reais;
- Diferença entre modelos teóricos ideais e protótipos experimentais.

A sequência dialoga com o modelo 5E de ensino de Ciências, contemplando as etapas: (i) Engajar (problematização inicial); (ii) Explorar (construção e tentativa de teste do aparato); (iii) Explicar (discussões mediadas durante a atividade); (iv) Elaborar (reflexão sobre variáveis e limitações) e (v) Avaliar (análise das hipóteses não confirmadas) (Bybee, 2006). Ainda que o ciclo experimental não tenha sido concluído integralmente, a coerência pedagógica da proposta foi mantida.

Figura 1 Alunos do 3º ano do Ensino Médio montando o experimento



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade desenvolvida no âmbito do PIBID permitiu integrar experimentação e conteúdo teórico de Termodinâmica, promovendo engajamento, problematização e aproximação dos estudantes com o processo investigativo. A sequência contribuiu para discutir fenômenos térmicos, incentivar a tomada de decisões e refletir sobre a natureza da prática científica.

Como continuidade, sugere-se a repetição do experimento com fonte de calor mais eficiente, a retomada estruturada das hipóteses levantadas e a utilização de instrumentos simples de medição, permitindo fechamento mais completo do ciclo investigativo.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e financiamento e a Prograd/Unesp pela formação e suporte acadêmico. Agradecimento especial à Escola Estadual Professora Mirella Pesce Desidere, pela parceria e abertura para a realização das práticas pedagógicas.

Agradecimento da autora ao Prof. Moacir Pereira de Souza Filho (Orientador) e à Profa. Mariana Rubira Gomes (Supervisora) pelo acompanhamento e supervisão e aos estudantes participantes, cuja colaboração foi essencial para a realização da atividade investigativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BYBEE, R. **The BSCS 5E** Instrucional Model. 2006.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CHENG, M.; LIN, J. Students' misconceptions in thermodynamics. **International Journal of Science Education**, 2015.
- DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**. n. 9. 1999.
- HODSON, D. Redefining and reforming practical work in school science. **Science Education**, 199.
- MOREIRA, M.A. Uma análise crítica do Ensino de Física. **Estudos Avançados**. v.32, n.94, 2018.