

O USO DE PEQUENAS USINAS A VAPOR COMO PROPOSTA DE ESTUDO DE TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIA PARA ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

THE USE OF SMALL STEAM POWER PLANTS AS A PROPOSAL FOR STUDYING ENERGY TRANSFORMATIONS FOR ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS

Diana Moutinho de Souza, Afonso Pelli

Universidade Federal do Triângulo Mineiro. afonsopelli@gmail.com

RESUMO

O ensino de ciências no Brasil busca o desenvolvimento da alfabetização científica e do pensamento crítico, com o objetivo de formar cidadãos capazes de participar ativamente na sociedade e transformar a realidade, mas enfrenta desafios como a falta de recursos e o pouco tempo para atividades práticas. As tendências atuais focam na integração do conhecimento científico com o cotidiano e na promoção de uma educação transformadora, em contraste com métodos mais tradicionais. O sétimo ano no Brasil é parte dos anos finais do Ensino Fundamental, etapa que vai do 6º ao 9º ano, focada em aprofundar conhecimentos após a alfabetização e em preparar os alunos para o Ensino Médio. Nessa etapa, para ensinar a transformação de energia, os autores utilizaram atividades práticas e experimentos no cotidiano, como esfregar as mãos para gerar calor, e cenários do dia a dia, como a panela de pressão utilizada rotineiramente para o cozimento de alimentos. Após apresentação de conhecimentos básicos sobre a Lei da Conservação da Energia, focando na transformação segundo o modelo termodinâmico foi proposto um experimento sobre o esse tipo de transformação de energia. O objetivo do presente estudo foi propor aos alunos o desenvolvimento de trabalhos práticos na área. Os trabalhos mais elaborados e didáticos foram selecionados para apresentação não apenas para a própria turma, mas para todo o colégio, em intervalos acadêmicos. Os autores concluem que a experimentação além de reforçar o conteúdo, garante a fixação de forma mais efetiva.

PALAVRAS-CHAVE: motores a vapor, ensino de ciências, usinas térmicas.

ABSTRACT

Science education in Brazil seeks to develop scientific literacy and critical thinking, aiming to develop citizens capable of actively participating in society and transforming reality. However, it faces challenges such as a lack of resources and limited time for practical activities. Current trends focus on integrating scientific knowledge into everyday life and promoting transformative education, in contrast to more traditional methods. Seventh grade in Brazil is part of the final years of elementary school, from 6th to 9th grade, focused on deepening knowledge after literacy and preparing students for high school. In this phase, to teach energy

transformation, the authors used practical activities and experiments in everyday life, such as rubbing hands to generate heat, and everyday scenarios, such as the pressure cooker routinely used for cooking. After presenting basic knowledge about the Law of Conservation of Energy, focusing on transformation according to the thermodynamic model, an experiment on this type of energy transformation was proposed. The objective of this study was to encourage students to develop practical projects in this area. The most elaborate and didactic projects were selected for presentation not only to the class itself, but to the entire school during academic breaks. The authors conclude that experimentation not only reinforces the content but also ensures more effective retention.

KEYWORDS: steam engines, science teaching, thermal power plants.

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências no Brasil busca o desenvolvimento da alfabetização científica e do pensamento crítico, com o objetivo de formar cidadãos capazes de participar ativamente na sociedade e transformar a realidade, mas enfrenta desafios como a falta de recursos e o pouco tempo para atividades práticas. As tendências atuais focam na integração do conhecimento científico com o cotidiano e na promoção de uma educação transformadora, em contraste com métodos mais tradicionais.

O estudo das máquinas simples desempenha papel fundamental no ensino de Ciências, pois evidencia como instrumentos básicos contribuíram para transformações significativas na história da humanidade¹. As máquinas simples transformaram a história ao reduzir drasticamente o esforço físico necessário para realizar tarefas, permitindo o transporte de cargas pesadas e a construção de grandes estruturas, como as pirâmides do Egito antigo. Por meio de princípios como alavancagem, plano inclinado e roda e eixo, essas ferramentas fundamentais ampliaram a força humana, mudaram a direção de forças e agilizaram trabalhos manuais, pavimentando o caminho para o desenvolvimento de máquinas mais complexas e impulsionando inovações em todas as eras¹.

Após os alunos dos sétimo e oitavo anos entrarem em contato com o assunto, através de aulas expositivas, estudaram sobre combustíveis fósseis e calor. Dentro desse tópico os alunos conheceram a invenção do Heron de Alexandria, que foi o

precursor do motor a vapor com sua Eolípila (Figura 1), um dispositivo experimental que funcionava com dois escapes de vapor e fazia com que uma esfera girasse. Esse motor foi a primeira máquina a vapor da humanidade².

Figura 1. Desenho esquemático de uma máquina de Heron ou Eolípila. Este dispositivo foi a primeira máquina a vapor documentada, concebida no século I DC, pelo cientista Grego-Egípcio Heron de Alexandria. Gentilmente desenhado por Pablo Henrique Faquineli, baseado em várias fontes.



Após a apresentação da Eolípila, alguns estudantes mencionaram paralelos a esse mecanismo. Este paralelo possibilita a introdução do conceito de transferência de calor em movimento².

Entre os principais idealizadores destacam-se Thomas Newcomen e James Watt, que contribuíram de forma decisiva para o aprimoramento do motor a vapor³. A introdução dos motores a vapor começou na Inglaterra, depois pela Europa e posteriormente para os demais continentes. Essas máquinas também foram utilizadas em minas para retirar a água em excesso, depois em fábricas e posteriormente como meios de transporte^{3,4}.

O objetivo deste estudo foi possibilitar aos alunos a construção e experimentação de um modelo de usina térmica, semelhante a uma termoeletrica, como recurso pedagógico para a compreensão das transformações de energia.

METODOLOGIA

Foi idealizada uma prática experimental, na qual os alunos construíram modelos de usinas térmicas sob orientação docente. Os trabalhos foram avaliados quanto à clareza, pertinência científica e capacidade de demonstrar o processo de transformação de energia. Dois trabalhos foram selecionados para exposição externa à classe.

Para a construção do primeiro experimento foram utilizadas 3 latinhas de alumínio, uma seringa com agulha, pregos, um palito de dente, cola quente, 2 velas, papelão, 2 lápis e uma base de madeira. Para a montagem da turbina, os lápis foram cortados ao meio para formar o suporte, e a hélice foi recortada de papelão e fixada com palito de dente e cola quente. No centro da hélice é passado o palito de dente e quando a hélice se encontra no meio do papelão é colado com cola quente. Após, a turbina é encaixada sobre o apoio feito com os lápis. Em uma das latinhas é feito um pequeno furo com a agulha de modo que o líquido original (suco ou refrigerante) possa ser descartado. Por esse furo foi adicionado água com a ajuda da seringa 100 ml. Os quatro pregos devem ser fixos na base de modo que acomode a lata deitada. Com as outras 2 latas criou-se um recipiente que serviu de apoio para as velas.

Após testes iniciais um segundo experimento foi proposto. A turbina foi feita com o mesmo material do motor. No lugar de lápis para a base da hélice foi feito um suporte com arame, e a vela como fonte de calor foi trocada por um suporte feito com outra latinha, utilizando álcool em gel para a geração de calor.

Importante salientar que os modelos foram inicialmente propostos pelo professor. Após discussões e construção em grupo, com a colaboração dos alunos na concepção chegou-se à concepção do primeiro modelo, e posteriormente do segundo projeto.

RESULTADOS

Com a construção da usina térmica busca-se mostrar aos alunos como é o funcionamento básico de um motor a vapor, como a água ao ser aquecida até chegar ao ponto de ebulição consegue gerar energia capaz de girar pequenas roldanas; processo semelhante a grandes engrenagens sem que a força humana seja necessária para gerar esse movimento^{5,6}.

Duas turmas de alunos realizaram dois experimentos. A primeira vez que os alunos apresentaram foi em sala de aula para a própria turma. A segunda apresentação foi no intervalo da escola junto com outros projetos do tema transformação de energia.

No primeiro experimento após as velas serem acesas, foi necessário esperar com que a água no interior da lata entrasse em processo de ebulição para ter o escape de vapor necessário para girar a turbina. Entretanto, como a hélice foi construída de papelão, esta foi danificada pelo calor em excesso, o que sugere que ao longo do processo seria necessário fazer algumas trocas de hélices.

Este experimento apresentou limitações técnicas. A base da caldeira sofreu deformações, devido ao elevado calor. Como a quantidade de calor fornecida foi elevada, em pouco tempo a água no interior do recipiente entrou em ebulição o que fez com que a pressão gerada pelo escape de vapor girasse a roda. Como foi apresentado no intervalo, esse experimento alcançou o seu objetivo mais rápido. Que era demonstrar a transformação de energia térmica em energia cinética. Porém como a caldeira ficou danificada, não foi possível a reutilização. Tendo que ser descartada após a exposição.

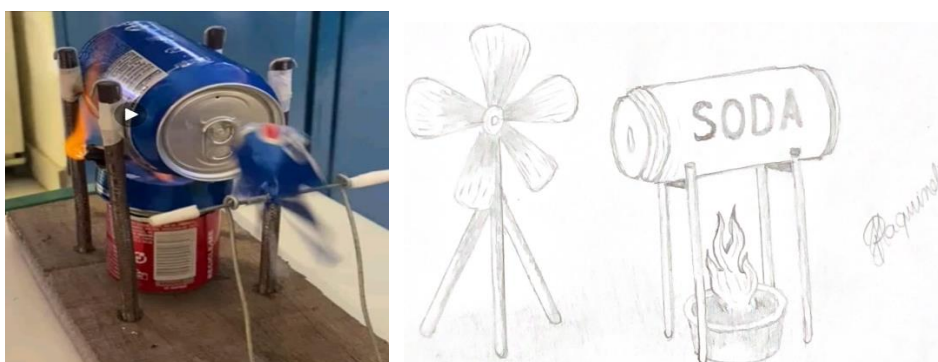
O segundo grupo utilizou um recipiente contendo álcool em gel, que gerou calor de forma lenta, sem ocasionar dano na base da caldeira (Figura 2). Nesse experimento, a latinha ficou a uma altura superior, comparando com o primeiro experimento. Porém o tempo de espera para a fervura da água foi superior a 10

minutos, para que a água entrasse em ebulição e conseguisse gerar o calor necessário para acionar a turbina; neste caso feita de metal.

Alguns alunos fizeram comentários como:

- Aluno A: “Professora, será que vai dar certo?”
- Aluno B: “Está demorando muito para a água ferver.”
- Aluno C: “Nossa, então antigamente demorava muito para os motores funcionarem?”
- Aluno D: “Antigamente os motores eram muito fracos?”

Figura 2. Usina térmica utilizando álcool em gel para gerar a combustão, construída pelos alunos, a esquerda e a direita a maquete gentilmente ilustrada por Pablo Henrique Faquineli, baseado no modelo original.



DISCUSSÃO

Após a exposição dos alunos na sala de aula e no intervalo, observou-se interação ativa e participação dos alunos durante as apresentações. Isso sugere que a atividade pode favorecer a aprendizagem prática de conceitos de transformação de energia.

Pode-se dizer que o primeiro experimento foi mais fácil de ser montado. Foram utilizados materiais mais simples⁷. Para a construção da roda foi necessário apenas um papelão. A construção da roda e a competição simulada mostraram que atividades práticas podem aumentar o engajamento e a compreensão dos conceitos de transformação de energia.

A atividade experimental indicou que a utilização de materiais simples facilitou a construção da turbina, promovendo maior engajamento dos alunos e interação entre grupos.

Após essa etapa, pode-se realizar um processo lúdico de competição, para verificar a eficácia de cada “engenheiro”. O processo lúdico na aprendizagem exerce papel tão ou até mesmo mais importante que o próprio conteúdo ministrado⁸. Alguns autores sugerem que a aprendizagem é melhor processada quando ocorre de forma prazerosa⁹.

A produção mais criativa poderia ser utilizada na exposição interna durante o intervalo. Essa exposição visa estimular a criatividade e curiosidade dos demais estudantes¹⁰, além de incentivar aqueles que se propuseram a realizar o experimento. O ponto positivo do Experimento 1 foi o tempo de fervura que, sendo menor, ajudou a não dispersar a atenção dos estudantes, já que o escape do vapor aconteceu em torno de 5 minutos. Porém, como toda a estrutura esquentou demais, este experimento mostrou-se mais perigoso, sendo necessário maior cuidado para evitar acidentes. Outra observação que merece destaque é que a base da caldeira deveria ter um espaço reservado para manuseio.

O segundo experimento teve uma apresentação visual mais elegante. A roda foi feita com o mesmo material da caldeira (metal), o que a torna mais resistente e durável, não sendo danificada pelo calor. Porém, não é viável realizar essa construção em sala de aula, visto que é necessário para a sua produção o uso de materiais perfurocortantes. Porém, essa caldeira pode ser produzida anteriormente às aulas, fora do ambiente escolar e, devido à sua durabilidade, pode ser reutilizada várias vezes. Assim, é possível a sua apresentação em várias classes. Em virtude do interesse dos alunos, estes ficam mais focados no experimento. Consequentemente, com menos barulho ao redor, o aprendizado se torna mais eficiente⁹.

O maior problema desse projeto foi o tempo de espera para a ebulição da água¹¹. Como a caldeira está mais longe da fonte de calor, esse tempo para o aquecimento se torna maior (10 a 15 minutos), o que poderia ser resolvido utilizando água pré-aquecida em uma garrafa térmica, por exemplo.

Além disso notou-se que os motores a vapor além de eficientes, se não usados adequadamente e com segurança, podem ser perigosos¹². Nesse momento pode-se falar sobre os vários acidentes domésticos que já acontecerem em casas, com o uso das panelas de pressão, p.ex. Nesse momento foi relatado aos alunos como as locomotivas, navios e caldeiras nas indústrias são equipadas com sensores de temperatura e pressão, para aferição, como uma medida protetiva¹³.

Em ambos os experimentos, foi possível notar que toda combustão gerou gases, o que foi importante para que os espectadores pudessem ver como as máquinas térmicas aumentam a poluição atmosférica e, como consequência, tivemos o aumento do efeito estufa e mudanças climáticas¹⁴.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que a utilização de metodologias ativas e práticas experimentais favorece a aprendizagem dos estudantes, permitindo-lhes compreender de forma mais concreta os conceitos de transformação de energia térmica em energia cinética. A construção e experimentação das pequenas usinas térmicas possibilitou observar os princípios de funcionamento dos motores a vapor, assim como os desafios relacionados à eficiência e segurança dos dispositivos. Além disso, a prática incentivou a interação entre os alunos, o engajamento e a reflexão sobre a evolução histórica das máquinas térmicas, desde a Eolípila de Heron até os motores a vapor modernos. Esses achados reforçam que atividades experimentais não apenas contribuem para a assimilação de conteúdo teórico, mas também promovem habilidades cognitivas, como análise crítica, resolução de problemas e aplicação de conceitos em situações práticas, evidenciando a importância de metodologias ativas no ensino de Ciências do Ensino Fundamental.

A proposta também abre horizontes, pois permite que o assunto possa ser ampliado e discutido de forma transversal. Debates ou mesas-redondas envolvendo salas ou anos diferentes; ou conversas na turma abordando assuntos como a produção de gases de efeito estufa e o aquecimento global; o efeito protetor da

camada de ozônio e como essa pode ser prejudicada pela emissão de gases de combustíveis fósseis, como o dióxido de carbono, torna o ambiente escolar propício ao desenvolvimento da crítica e pensamento científico.

REFERÊNCIAS

1. Silva TG, Conceição MJS, Silva AG, Silva A, Silva LJ, Junior AJDF. Proposta de experimentos utilizando materiais de baixo custo sobre o conteúdo de máquinas simples. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*. 2024; 10(9): 1320–1328. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i9.15545>.
2. Andrade WG, Sampaio TASM. “A Máquina De Heron: Desenvolvimento De Um Procedimento Experimental Para O Ensino Da Termodinâmica a Fim De Entender As máquinas térmicas. *Revista Semiárido De Visu*. 2021; 9 (2): 121-30. <https://doi.org/10.31416/rsdv.v9i2.214>.
3. Cavagnoli R. "Breve História da Termodinâmica (I): Máquinas Térmicas e a Revolução Industrial." *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 2025; 47: e20240367. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2024-0367>.
4. Damião AMC, Silva APP, Sousa BAM, Souza KT, Jesus KES, Oliveira LICF, Silva JP. A energia e suas transformações: A lanterna elétrica. *Cadernos Macambira*. 2020; 4(1): 29-30. <https://revista.lapprudes.net/CM/article/view/400>.
5. Junior TLS, Silva LMV, Junior IMP. Bombas e suas aplicações para as engenharias. *Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT – Alagoas*. 2019; 5(2): 223. <https://periodicos.grupotiradentes.com/cdgexatas/article/view/6789>.
6. Marques EC, Lança T, Quirino SB. Análise da aplicação de um projeto interdisciplinar na educação de futuros engenheiros: montagem de máquinas térmicas com materiais reciclados. *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*. 2025; 10(4). <https://doi.org/10.15675/gepros.v10i4.1239>.
7. Rocha RFA, Dickman AG. Ensinando Termodinâmica por meio de Experimentos de Baixo Custo. *Abakos*. 2016; 4(2): 71-93. <https://doi.org/10.5752/P.2316-9451.2016v4n2p71>.
8. Pimenta PC, Silva ACB, Pelli A. Crianças e adolescentes com TDAH no ambiente escolar: revisão bibliográfica. *Revista Contemporânea de Educação*. 2020; 15(33): 43-53. <https://doi.org/10.20500/v15i33.33736>.

9. Dalben TPS, Moraes FA. Unindo o crítico ao agradável: a música como instrumento crítico-reflexivo e intercultural no ensino-aprendizagem de inglês. *Cadernos do IL*. 2024; 67: 278-306. <https://doi.org/10.22456/2236-6385.135106>.
10. Silva MEO, Marques PRBO, Oliveira CVVC. O enredo das aulas experimentais no ensino fundamental: concepções de professores sobre atividades práticas no ensino de ciências. *Revista Prática Docente*. 2020; 5(1): 271-288. <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n1.p271-288.id606>.
11. Júnior RLO, Júnior MA, Barbosa VH, Aquecimento e resfriamento da água, aproximados à forma real. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 2016: 33(1): 306-319. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n1p306>.
12. Mazaro SB, Darroz LM. O ensino de termodinâmica a partir de pesquisas em ferramentas da internet. *Revista CIATEC-UPF*. 2018; 9(2): 74-83. <https://doi.org/10.5335/ciatec.v9i2.7698>.
13. Hirdes AR, Barlette VE, Guadagnini PH. Uma análise de habilidades cognitivas manifestadas por estudantes no laboratório de graduação de química. *VIDYA*. 2018; 38(2): 137-161. <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/2409>.
14. Sousa MIF, Barbosa JJ, Costa CTF. Uma reflexão sobre mudanças climáticas, saúde e meio ambiente no semiárido nordestino. *Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar*. 2015; 4(2): 61-77. <https://doi.org/10.24302/sma.v4i2.802>.