



# VIII Simpósio de Pesquisa e de Práticas Pedagógicas do UGB

## INOVAÇÃO E RENOVAÇÃO ACADÊMICA



### ENSINO BASEADO EM PROJETO: Desenvolvimento de Turbinas a Gás Caseiras

Silvana Carreiro de Oliveira<sup>1</sup>  
Anderson de Oliveira Ribeiro<sup>2</sup>  
João Henrique Brandenburger Hoppe<sup>3</sup>

#### Dados de Identificação

Curso: Engenharia Mecânica – *campus* Volta Redonda – UGB/FERP

Disciplina: Termodinâmica Aplicada e Física III

Período: 4º

#### Objetivos da Ação

Em um mundo de constante mudança, onde o acesso à informação é cada vez mais fácil e rápido, a profissão de professor se torna mais desafiadora de ser exercida, principalmente no âmbito do ensino superior. Dessa forma, a combinação dos conhecimentos teóricos aprendidos em sala de aula com aplicações práticas daquele conteúdo se torna essencial para o bom aprendizado dessa nova geração de alunos que ingressam nas instituições [4]. Por essa razão, incentivar os jovens estudantes a realizarem práticas e projetos se torna essencial no exercício do Ensino Superior.

Para realizar essa correlação de conhecimentos aprendidos tanto em Termodinâmica e como em Física III, foi proposto aos alunos a construção de uma turbina acionada a vapor que fosse capaz de acender um diodo emissor de luz (LED), ver figura 1, 2, 3 e 4. Dessa maneira, os alunos teriam uma visão clara de como ocorre

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Mecânica pela UFF e Docente do Centro Universitário Geraldo Di Biase – UGB/FERP

<sup>2</sup> Doutor em Astrofísica pelo Observatório Nacional e Docente do UGB/FERP

<sup>3</sup> Especialista em Segurança do Trabalho; Coord. e Docente no Curso de Engenharia Mecânica do UGB/FERP

na prática o funcionamento de um sistema térmico e, assim, poder fazer uma associação com os processos reais que ocorrem dentro de uma planta de geração de energia.

## **Conteúdos Trabalhados**

A decisão de propor aos alunos a realização deste projeto foi tomada focando na necessidade de tornar o processo de aprendizagem mais prazeroso e dinâmico. O conteúdo apresentado na disciplina Termodinâmica Aplicada é bastante amplo e serve como base para o estudo de matérias posteriores. Para a realização do trabalho, foi necessário então a aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala referentes ao conteúdo da 1ª Lei e 2ª Lei da Termodinâmica [2].

A 1ª Lei da Termodinâmica é a que trata do balanço de energia de um sistema. Essa lei diz que a variação de energia de um sistema termodinâmico, onde ocorra mudança de fase, será igual a diferença entre a quantidade de calor trocado com o meio e trabalho realizado durante esta transformação.

A energia do fluido presente no sistema pode estar presente em três formas, a saber: energia cinética, que é uma energia associada à velocidade de deslocamento do fluido, energia potencial, que é uma energia presente quando existe uma elevação do percurso do fluido e energia interna, que é uma energia associada ao estado termodinâmico do sistema.

Em resumo, a 1ª Lei elucida que a mesma quantidade de energia que entra em um sistema deve ser aquela que irá sair do sistema. Ou seja, a energia não se perde nem se cria, apenas se transforma em algum outro tipo.

Já a 2ª Lei da Termodinâmica é a que estabelece restrições para o funcionamento de máquinas térmicas responsáveis por realizarem essas transformações termodinâmicas. Existem dois enunciados que ilustram a 2ª Lei, e são eles: o enunciado de Clausius e o enunciado de Kelvin-Plank.

O enunciado de Clausius estabelece que o calor só flui de forma espontânea de um corpo de temperatura maior para um corpo de temperatura menor. O contrário é impossível de ocorrer de forma natural, ou seja, só se transfere calor de um corpo frio para um corpo quente mediante a aplicação de trabalho.

Demonstração dos processos de transformação de energia térmica em cinética e de cinética em elétrica exemplificando, e expandindo, o equivalente mecânico proposto por Joule, em 1868 [3].

Por fim, o enunciado de Kelvin-Planck é o que diz que é impossível a construção de uma máquina térmica, operando em um ciclo termodinâmico, que seja capaz de converter toda a quantidade de calor recebida em trabalho, sempre haverá algum tipo de perda. Ou seja, é impossível se obter uma máquina térmica com 100% de eficiência.

## **Procedimentos**

Para a confecção do trabalho proposto, os alunos deveriam realizar algumas etapas para obter o êxito do mesmo. Primeiramente, a turma se dividiu em grupos de até seis pessoas e cada um dos grupos formados deveria, em um primeiro momento, pesquisar quais materiais poderiam utilizar para a confecção do protótipo proposto.

Como o objetivo foi apenas a visualização de como um sistema termodinâmico funciona na prática em pequena dimensão, a instrução foi de que optassem por materiais fáceis de serem encontrados nas próprias casas.

Feitas as escolhas, a próxima etapa foi, então, confeccionar cada um dos equipamentos necessários para o perfeito funcionamento do sistema. Dessa forma, foi necessária a construção de uma caldeira à vapor e uma turbina.

Por fim, para a última etapa, acoplou-se na turbina confeccionada um motor elétrico de corrente contínua ligado a um dispositivo de LED. Com todos os equipamentos montados, os alunos deveriam então apresentar o sistema térmico em funcionamento no dia previamente estabelecido em sala de aula.

## **Resultados**

No dia 29/11/2019, os alunos apresentaram seus protótipos em funcionamento para avaliação. Os grupos optaram por construir as caldeiras e turbinas com latas de alumínio, sendo que algumas turbinas também foram confeccionadas com papelão.

A maior dificuldade observada foi saber a quantidade de calor necessária para gerar trabalho suficiente na turbina para converter em uma quantidade de energia elétrica capaz de acender o dispositivo de LED. Vencida essa dificuldade, os grupos obtiveram êxito em cumprir o que foi proposto no começo do projeto.

Com as turbinas em funcionamento, os alunos conseguiram compreender como se realizam as trocas térmicas que sempre eram faladas em sala de aula e como é o funcionamento de um sistema termodinâmico. O calor adicionado na caldeira por meio de um fogareiro foi capaz, então, de transformar a água presente dentro da caldeira em vapor. Esse vapor, por sua vez, foi utilizado para acionar a turbina, gerando trabalho para acionar o motor elétrico com o dispositivo de LED conectado e esse motor produziu corrente suficiente para acender o LED. Os protótipos apresentados estão representados nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

Figura 1: Turbina a gás apresentada pelo grupo 1.



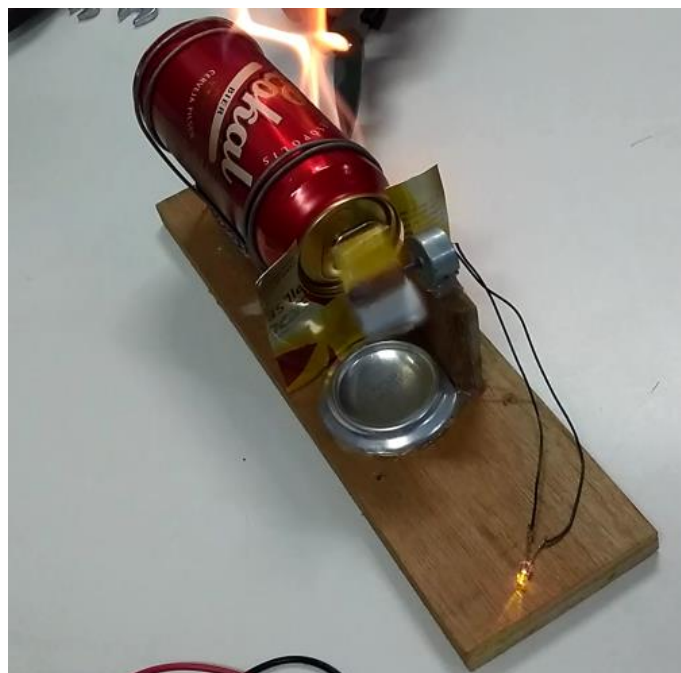
Fonte: Foto dos Autores.

Figura 2: Turbina a gás apresentada pelo grupo 2.



Fonte: Foto dos Autores

Figura 3: Turbina a gás apresentada pelo grupo 3.



Fonte: Foto dos Autores

Figura 4: Turbina a gás apresentada pelo grupo 4.



Fonte: Foto dos Autores

O aprendizado baseado na aplicação de projeto de baixo custo possibilitou a relação entre os diversos conteúdos das disciplinas Termodinâmica Aplicada e Física III, favorecendo os alunos e alunas na construção e conexão de seus conhecimentos com a integração prática dos diferentes saberes disciplinares.

## Referências

BASSALO, Jose Maria Filardo. Nascimentos da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, 1998.

MASSON, Terezinha Jocelen et al. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl). In: **Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia** (COBENGE), Belém, PA, Brasil. sn, 2012. p. 13.

MARKHAM, T., LARMER, J., RAVITZ, J., **Aprendizagem Baseada em Projetos**. Artmed Editora S/A, Porto Alegre, 2008.

NÓBREGA, M. L.; FREIRE JR, O.; PINHO, S. T. R. Max Planck e os enunciados da segunda lei da termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 1-9, 2013.