


**O BARCO POP-POP COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL EM TERMODINÂMICA E MECÂNICA****THE POP-POP BOAT AS A TEACHING TOOL IN PHYSICS TEACHING: AN EXPERIMENTAL APPROACH IN THERMODYNAMICS AND MECHANICS** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.050-007>**Aziz Abrão Filho**

Mestre em Física

E-mail: [aziz.fabrao@gmail.com](mailto:aziz.fabrao@gmail.com)Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1452079937102947>**RESUMO**

Este capítulo apresenta uma análise experimental e didática do funcionamento do barco pop-pop, um dispositivo simples que exemplifica a conversão de energia térmica em energia mecânica. O estudo tem como objetivo explorar conceitos fundamentais da Física, como termodinâmica, hidrostática e cinemática, a partir de uma abordagem prática e acessível ao contexto educacional. Foram construídos dois modelos experimentais utilizando diferentes materiais, permitindo a comparação de desempenho térmico e eficiência do sistema. A análise dos dados, obtidos por meio de medições de temperatura e estudo do movimento com auxílio de software de vídeo, evidenciou o comportamento cíclico do sistema e a relação entre aquecimento, vaporização e propulsão. Os resultados indicam que o barco pop-pop é uma ferramenta eficaz para o ensino de Física, promovendo a integração entre teoria e prática, além de estimular o aprendizado ativo e interdisciplinar. Conclui-se que sua aplicação em ambientes educacionais contribui significativamente para a compreensão de conceitos físicos fundamentais.

**Palavras-chave:** Barco pop-pop; Ensino de Física; Termodinâmica; Energia térmica; Experimento didático.

**ABSTRACT**

This chapter presents an experimental and didactic analysis of the operation of the pop-pop boat, a simple device that exemplifies the conversion of thermal energy into mechanical energy. The study aims to explore fundamental concepts in Physics, such as thermodynamics, hydrostatics and kinematics, from a practical and accessible approach to the educational context. Two experimental models were built using different materials, allowing the comparison of thermal performance and system efficiency. Analysis of the data, obtained through temperature measurements and movement studies with the aid of video software, highlighted the cyclical behavior of the system and the relationship between heating, vaporization and

propulsion. The results indicate that the pop-pop boat is an effective tool for teaching Physics, promoting integration between theory and practice, in addition to stimulating active and interdisciplinary learning. It is concluded that its application in educational environments contributes significantly to the understanding of fundamental physical concepts.

**Keywords:** Pop-pop boat; Teaching Physics; Thermodynamics; Thermal energy; Didactic experiment.

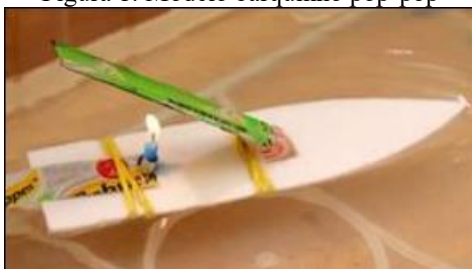
## 1 INTRODUÇÃO

Desde a Antiguidade, a humanidade explora formas de converter energia térmica em trabalho mecânico. Um dos primeiros registros desse princípio remonta à eolípila de Heron de Alexandria, no século I d.C., considerada um protótipo rudimentar de máquina térmica. Apesar de não possuir aplicação prática à época, esse dispositivo evidenciava a possibilidade de utilização do vapor como agente motor.

Com o avanço científico, especialmente a partir da Revolução Industrial, as máquinas térmicas passaram a desempenhar papel fundamental na sociedade, sendo amplamente empregadas nos setores de transporte e geração de energia. Nesse contexto, dispositivos simples, como o **barco pop-pop**, emergem como ferramentas pedagógicas eficazes para demonstrar princípios físicos fundamentais.

O barco pop-pop consiste em um sistema onde a energia térmica, proveniente da combustão de uma vela, é convertida em energia mecânica por meio da vaporização da água. O ciclo de aquecimento, expansão e condensação gera impulsos periódicos responsáveis pelo movimento do sistema.

Figura 1: Modelo barquinho pop-pop



Este capítulo tem como objetivo analisar, sob uma perspectiva experimental e didática, os principais conceitos físicos envolvidos no funcionamento do barco pop-pop, destacando sua aplicação no ensino de Física.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES**

O princípio de Arquimedes estabelece que um corpo imerso em um fluido sofre uma força de empuxo vertical e para cima, cujo módulo é igual ao peso do fluido deslocado. Esse princípio é essencial para compreender a flutuação do barco.

### **2.2 PESO APARENTE**

Quando um corpo está imerso em um fluido, seu peso aparente é reduzido devido à ação do empuxo. Essa diferença é fundamental para a análise do equilíbrio do sistema.

### **2.3 CINEMÁTICA DO MOVIMENTO**

A análise do movimento do barco pode ser realizada a partir da relação entre posição e tempo, permitindo a determinação da velocidade média:

- Movimento aproximadamente uniforme
- Relação linear entre posição e tempo
- Determinação da velocidade pelo coeficiente angular

### **2.4 ENERGIA CINÉTICA E TRABALHO**

A energia cinética está associada ao movimento do corpo e depende de sua massa e velocidade. A aplicação de forças resulta na realização de trabalho, promovendo variações na energia do sistema.

### **2.5 TERMODINÂMICA**

O funcionamento do barco pop-pop está diretamente relacionado aos seguintes conceitos:

- Calor sensível: energia necessária para variar a temperatura
- Calor latente: energia envolvida na mudança de fase
- Primeira Lei da Termodinâmica: conservação da energia

O ciclo térmico envolve:

1. Aquecimento da água
2. Vaporização
3. Expulsão do fluido
4. Condensação
5. Reinício do ciclo

### 3 METODOLOGIA

O estudo foi realizado a partir da construção de dois modelos de barco pop-pop:

- **Modelo 1:** reservatório de alumínio com tubos plásticos
- **Modelo 2:** sistema com tubo de cobre (maior eficiência térmica)

Foram utilizados instrumentos como:

- Multímetro para medição de temperatura
- Software Tracker para análise de movimento
- Filmagem em alta taxa de quadros (FPS)

As variáveis analisadas incluíram:

- Temperatura em função do tempo
- Velocidade média
- Energia envolvida no sistema
- Força de empuxo

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que:

- O movimento do barco inicia após aproximadamente **135 segundos** de aquecimento
- A temperatura de vaporização observada foi inferior a  $100^{\circ}\text{C}$  devido à altitude
- A velocidade média obtida foi de aproximadamente **0,12 m/s**, em concordância com a literatura

A análise gráfica da posição em função do tempo revelou comportamento linear, indicando movimento uniforme.

O modelo com tubo de cobre apresentou melhor desempenho térmico, evidenciando a importância da condutividade térmica no sistema.

Além disso, verificou-se que:

- O calor fornecido pela vela é parcialmente convertido em trabalho
- O sistema apresenta baixa eficiência, mas alto valor didático
- O ciclo termodinâmico ocorre de forma periódica e contínua

### 5 APLICAÇÕES NO ENSINO DE FÍSICA

O barco pop-pop constitui uma ferramenta pedagógica de grande potencial, pois permite integrar diversos conteúdos em um único experimento, tais como:

- Mecânica (movimento e forças)
- Hidrostática (empuxo)
- Termodinâmica (calor e energia)

- Física experimental (coleta e análise de dados)

Além disso, promove:

- Aprendizagem ativa
- Interdisciplinaridade
- Baixo custo experimental
- Engajamento dos estudantes

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou que o barco pop-pop é uma excelente ferramenta para o ensino de conceitos fundamentais de Física, permitindo a articulação entre teoria e prática.

A análise experimental evidenciou que:

- A conversão de energia térmica em mecânica ocorre de forma cíclica
- A eficiência do sistema depende diretamente dos materiais utilizados
- O experimento possibilita a compreensão integrada de diversos fenômenos físicos

Dessa forma, sua utilização em ambientes educacionais contribui significativamente para a formação científica dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*.

CRANE, H. R. *The Physics Teacher*.

RENAUD, J.-Y. *Pop-pop engine studies*.

USP. Ciência na Mão.

INSTRUCTABLES. Construção de barco pop-pop.