

# EXPOFÍSICA - SALA DE TERMODINÂMICA

Laysla Traba Sartori & Peter Anderson Gomes De Oliveira

## Canhão de vórtice

### 1) Tema da Física Principal a ser Abordado:

Pressão e fluidos.

### 2) Objetivos:

Uma abordagem prática e visual que facilita a compreensão do conceito, permitindo que os alunos observem diretamente o experimento e vejam como o princípio se manifesta. Esse tipo de aprendizado estimula a curiosidade, desenvolve o senso crítico e fortalece o pensamento científico.

### 3) Revisão dos Conceitos e Princípios Físicos Necessários para a Compreensão do Fenômeno:

Dinâmicas de rotação e fluidos

Na Física, Água, Gás e até o Ar são considerados fluidos. O fenômeno do **canhão de vórtice** envolve conceitos de física relacionados ao movimento de fluidos, dinâmica de vórtices e ao comportamento de forças em sistemas rotacionais. Para compreender esses fenômenos, é essencial revisar alguns conceitos e princípios físicos básicos.

## LEIS DE NEWTON

As leis de Newton fundamentam a base da Mecânica Clássica. São um conjunto de três leis capazes de explicar a dinâmica que envolve o movimento dos corpos.

### PRIMEIRA LEI DE NEWTON

A primeira lei de Newton é chamada de Lei da Inércia.

*"Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele."*

Essa lei diz que, ao menos que haja alguma força resultante não nula sobre um corpo, esse deverá manter-se em repouso ou se mover ao longo de uma linha reta com velocidade constante. A Lei de Inércia também explica o surgimento das forças inerciais, isto é, as forças que surgem quando os corpos estão sujeitos a alguma força capaz de produzir neles uma aceleração. Por exemplo: ao pisar no acelerador do carro, um motorista pode sentir-se comprimido em seu banco, como se houvesse uma força puxando-o para trás. Na verdade, o que ele sente é a expressão de sua inércia, ou seja, a tendência que seu corpo tem de permanecer parado ou em velocidade constante.

Além disso, quanto maior for a massa de um corpo, maior será sua inércia. Assim, alterar o

estado de movimento de um corpo de massa grande requer a aplicação de uma força maior. Corpos de massa pequena têm seu estado de movimento alterado facilmente com a aplicação de forças menos intensas.

## SEGUNDA LEI DE NEWTON

A Segunda Lei de Newton, também conhecida como Lei da Superposição de Forças ou como Princípio Fundamental da Dinâmica.

*"A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na direção de linha reta na qual aquela força é aplicada."*

As forças são grandezas vetoriais, portanto, são escritas com uma seta apontada sempre para direita acima de seu símbolo. Essa seta não indica o módulo ou a direção da grandeza vetorial, indica somente que elas são vetoriais. De acordo com a Segunda Lei de Newton, a força resultante aplicada sobre um corpo produz nele uma aceleração na mesma direção e sentido da força resultante.

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

Figura 1: Na imagem acima, vemos a fórmula da segunda lei de Newton.

Fonte: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.todoestudo.com.br%2Ffisica%2Fforca-resultante&psig=AOvVaw15e0rps6EB0udV0W9DqEMJ&ust=1734113196483000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBcQjhxqFwoTCOirhZvpoooDFQAAAAAdAAAAABAE>, acessado em: 04 de novembro de 2024.

Fr = Força resultante. N;

m = Massa. kg;

a = Aceleração. m/s<sup>2</sup>.

## TERCEIRA LEI DE NEWTON

A Terceira Lei de Newton recebe o nome de Lei da Ação e Reação. Essa lei diz que todas as forças surgem aos pares: ao aplicarmos uma força sobre um corpo (ação), recebemos desse corpo a mesma força (reação), com mesmo módulo e na mesma direção, porém com sentido oposto.

*"A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos."*

Terceira Lei de Newton indica que os pares de ação e reação têm a mesma intensidade, mesma direção, porém sentidos opostos. Assim, se produzirmos uma força direcionada para baixo sobre um corpo, receberemos dele uma força de reação direcionada para cima.

#### 4) Descrição Detalhada dos Materiais e Equipamentos Utilizados e da Montagem e Construção do Experimento.

##### Materiais:

- Dois baldes;
- Plástico resistente;
- Elástico;
- Copos descartáveis;
- Máquina de fumaça;
- Fita adesiva;
- Lixa;
- Tesoura.

A montagem do experimento é simples e de baixo custo, utilizando dois baldes. O primeiro passo consiste em fazer um furo centralizado no fundo de cada balde. Após isso, lixe as bordas do corte para garantir um acabamento suave e sem rebarbas. Em seguida, cubra bem o furo com plástico resistente, fixando-o de maneira segura com fita adesiva, garantindo que o balde esteja bem vedado. Para concluir, insira fumaça dentro do balde e o "canhão de fumaça" estará pronto para ser utilizado. Caso deseje, você também pode usar copos plásticos para criar torres que podem ser derrubadas durante o experimento. Dentro de um balde, foi colocada fumaça de glicerina, e os vórtices formados por ela são visualizados como anéis, conforme mostrado na Figura 2.

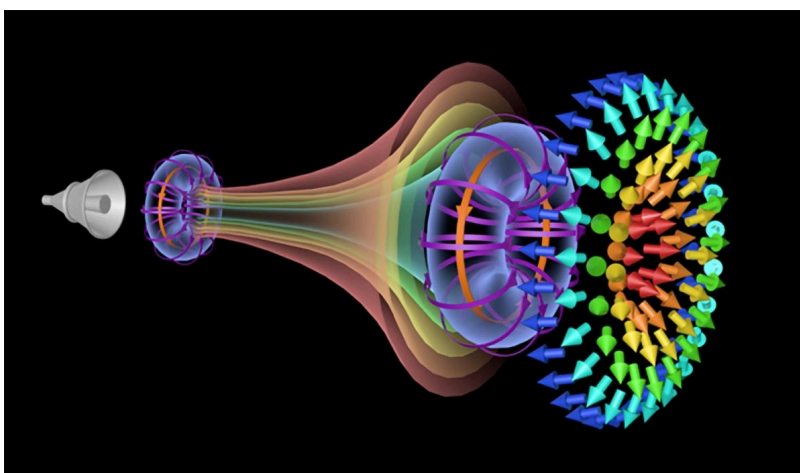


Figura 2: Na imagem acima, canhões de ar produzem anéis de vórtice visíveis gerando diferenças de pressão de ar rotativas.

Fonte: <https://terrara.com.br/tecnologia-aplicada/cientistas-chineses-desenvolveram-um-canhao-de-vortice-eletromagnetico/> , acessado em: 04 de novembro de 2024.

#### 5) Roteiro detalhado de realização do experimento, incluindo o que o mediador irá falar e perguntar aos alunos.

##### Passo a Passo para a Realização do Experimento:

##### 5.1. Preparação para Visualizar o Vórtice:

- Com Uma máquina de fumaça , coloque-a pelo furo que fizemos no centro do filme plástico. A fumaça ou neblina ajudará a tornar o vórtice visível.

## **5.2. Execução do Experimento:**

- Após a montagem, segure o balde com a tampa esticada voltada para frente. Dê um tapa forte e rápido na parte inferior do balde (no fundo).
- Esse tapa vai gerar uma pressão no ar dentro do balde, fazendo com que o ar se mova rapidamente para cima, gerando um vórtice.
- O vórtice se formará na região central do balde, e a tampa, que está tensionada, pode começar a se mover ou vibrar devido à pressão do ar.

## **5.3 Observação do Vórtice:**

- O ar dentro do balde começa a se mover em espiral, criando o efeito de um vórtice. O vórtice pode ser observado com a fumaça
- A fumaça vai seguir o caminho da corrente de ar, demonstrando como o ar se move de forma rotacional no centro do vórtice e de forma ascendente.

## **5.4 Da fala e perguntas dos mediadores aos alunos:**

O vórtice é criado devido à forma como o ar se movimenta ao ser expelido pelo balde. Quando damos um tapa no balde o ar é forçado a sair pela abertura circular, as bordas da área circular fazem com que o fluxo de ar desacelere e gire, criando o padrão de redemoinho. O ar no centro do fluxo, por outro lado, se move mais rapidamente. Esse movimento diferencial de velocidades gera um anel giratório, que é estável o suficiente para se mover por certa distância.

A fumaça serve apenas para tornar o vórtice visível, mas o fenômeno ocorre mesmo sem eles.

- **Como o tapa no fundo do balde afeta a formação do vórtice?**
- **Como a intensidade do tapa afeta o tamanho e a força do vórtice?**
- **Por que o ar se move em espiral e não em linha reta?**
- **Qual é a relação entre a velocidade do ar e o tamanho do vórtice?**
- **O que aconteceria se o balde fosse maior ou menor?**

## 6) A explicação científica correta dos fenômenos visualizados na realização do experimento ou da exposição ao público.

### Resistência do ar

Quando um corpo se movimenta em contato com um líquido ou um gás, esses meios aplicam forças que se opõem ao movimento.

Para corpos que se movimentam no ar, a força de resistência que o ar aplicará sobre eles é dada por:

$$F_r = k \cdot v^2$$

$F_r$  = força de resistência;

$k$  = constante que depende do formato do corpo e da área de seção transversal do corpo, sendo essa perpendicular à direção do movimento ( $N \cdot s^2/m^2$ );

$v$  = velocidade (m/s).

### Pressão

- Sabemos que pressão é uma grandeza Física escalar definida pela razão entre a Força aplicada e sua área de contato

$$P = \frac{F}{A}$$

Podemos ver que a Força e área são inversamente proporcionais.

### Dinâmica de rotação

- Podemos observar o momento Angular, pois o vórtex formado no experimento gira em torno de um eixo imaginário, mantendo seu momento angular. enquanto não houver forças externas significativas, o vortex conserva o movimento rotacional;
- A energia cinética rotacional de um corpo girando é dada por metade do momento de inércia multiplicado pela velocidade angular ao quadrado;
- O momento de inércia é definido como a massa do corpo multiplicada pelo quadrado da distância ao eixo de rotação;
- A mudança na energia cinética rotacional em um corpo rígido é igual ao trabalho feito pelas forças externas ao corpo;
- A direção do torque coincide com a direção do eixo de rotação;
- O sentido do torque é dado pela regra da mão direita.

**Referências:**

HELERBROCK, Rafael. "Leis de Newton"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/leis-newton.htm>. Acesso em 12 de dezembro de 2024.

ALMEIDA, Frederico Borges de. "Força de Resistência do Ar "; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/forca-resistencia-ar.htm>. Acesso em 12 de dezembro de 2024.