

Demonstração de convecção térmica com o experimento tornado de fogo feito com materiais simples

L.N.Silva , L.Buffon - 2024

Resumo

O tornado de fogo é um experimento que utilizamos para explicar de forma lúdica e dinâmica Fluidos e a convecção térmica. A construção desse experimento é feita com materiais simples e de baixo custo , possibilitando uma fácil elaboração, devido o uso de chamas para a demonstração , indicamos um certo cuidado e afastamento dos alunos .

Palavra- chave : Tornado de fogo. Convecção térmica . Fluido.

Abstract

The fire tornado is an experiment that we use to explain fluids and thermal convection in a playful and dynamic way. The construction of this experiment is made with simple and low-cost materials, allowing for easy preparation. Due to the use of flames for the demonstration, we recommend a certain amount of care and distancing of students.

Keyword: Fire tornado. Thermal convection. Fluid.

1. Introdução

Quando falamos de convecção térmica , um dos grandes nomes que vem à mente é do cientista James Prescott Joule que nomeia a sala de termodinâmica e fluidos . No dia a dia muitas vezes não percebemos a física no cotidiano que está ocorrendo ao nosso redor e muito menos que ela está presente até mesmo no café que tomamos ao acordar. Ao falarmos sobre convecção térmica iremos demonstrar de forma lúdica essa troca de corrente de ar através de um experimento simples feito com materiais caseiros. .

Iremos demonstrar a convecção térmica com o experimento tornado de fogo , além de explicarmos sobre Fluidos um experimento que nos permite visualizar bem as mudanças de corrente de ar e a formação de um tornado, de modo que possamos compreender facilmente essa mudança de temperatura.

2. Objetivo

O objetivo principal na demonstração feita com esse experimento é a explicar de forma lúdica e dinâmica a convecção térmica, juntamente com a combustão realizada para melhor visualização do experimento e da conservação do momento angular necessária para a formação do tornado. Através da formação do tornado com a conservação do momento angular , podemos observar melhor a forma que o fogo toma com as correntes de ar .

3. Conceitos e Princípios Físicos

3.1 Fluido

Ao observá-los percebemos que, ao contrário dos sólidos , os fluidos podem assumir a forma do recipiente em que são colocados , isso se dá devido ao fato de não possuir nenhuma resistência a uma força paralela à sua superfície. O fluido é uma substância que escoa e não pode resistir a uma tensão de cisalhamento , mas pode exercer uma força perpendicular à superfície. Uma consequência deste comportamento é o Princípio de Pascal, o qual caracteriza o importante papel da pressão na caracterização do estado fluido.

Os fluidos podem ser classificados como fluidos newtonianos ou fluidos não-newtonianos, uma classificação associada à caracterização da tensão, como linear ou não-linear no que diz respeito à dependência desta tensão com relação à deformação e à sua derivada. O comportamento dos fluidos é descrito por um conjunto de equações diferenciais parciais, incluindo as equações de Navier-Stokes

Os fluidos também são divididos em líquidos e gases. Líquidos formam uma superfície livre, isto é, quando em repouso apresentam uma superfície estacionária não determinada pelo recipiente que contém o líquido. Os gases apresentam a propriedade de se expandirem livremente quando não confinados (ou contidos) por um recipiente, não formando portanto uma superfície livre.

O fluido em questão que irá surgir no nosso experimento em questão é o ar , ao entrar em contato com as correntes de ar frio , o fogo cria uma resistência e suas chamas acabam sendo elevadas. Isso ocorre devido a convecção térmica .

3.2 Convecção térmica

Ao falarmos de convecção térmica, nosso pensamento é direcionado imediatamente ao fluido que estará relacionado ao problema em questão. Quando olhamos para a chama de uma vela ou de um fósforo vemos com facilidade a energia térmica ser transportada para cima pelo ar . Esse tipo de energia transportada se dá quando um fluido em questão (que nesse caso é o ar) entra em contato com o objeto cuja temperatura é maior que a do fluido.

A temperatura da parte do fluido que está em contato com o objeto quente aumenta e (na maioria dos casos) essa parte do fluido se expande , ficando menos densa . Em outras palavras , a uma troca de calor , quando a chama entra em contato com o ar que está mais frio o tornará menos denso (mais leve) , de modo que o ar frio estará comprimindo a chama fazendo com que ela de certa forma ela seja transportada para cima .

A convecção térmica é uma das formas de propagação do calor que ocorre nos líquidos e gases , essa propagação se dá após o fluido em questão entrar em contato com uma temperatura mais elevada ou menor que a presente nele. Essa transmissão do calor ocorre por correntes de convecção circulares que se formam por conta da diferença de densidade entre outros fluidos. Encontramos vários exemplos de convecção térmica no nosso dia a dia , entre eles podemos citar :

Panela no fogão : ao aquecermos uma panela no fogão , criamos as correntes de convecção onde a água que está próxima do fogo se torna menos densa e sobe, enquanto a que está fria torna-se mais densa e desce.

Ar-condicionado e aquecedor : O ar-condicionado é instalado na parte de cima de um ambiente e tem o objetivo de resfriar o ambiente, por isso ele deve ser instalado na parte de cima, pois o ar quente sobe, enquanto o frio desce. O aquecedor por outro lado deve permanecer no chão pois o mesmo tem a função de aquecer o ambiente e, portanto, o ar quente que ele lança, sobe, e o ar frio desce.

3.3 Conservação do momento angular

A conservação do momento angular é um princípio fundamental que estabelece , em um sistema isolado (sem influência de demais forças externas) permanecer constante ao longo do tempo. Isso significa que, se não houver uma outra força externa (fora do sistema) atuando sobre o mesmo, ele permanecerá realizando o mesmo movimento até que a energia do sistema se dissipe.

Para que o objeto possa realizar o movimento constantemente , é necessário que ocorra uma força para causar uma rotação no eixo ou em um ponto fixo do objeto, essa força que realiza a rotação é chamada de torque, do momento de inércia (movimento realizado pelo objeto) e de uma grandeza física vetorial, que irá medir a variação de velocidade angular de um corpo em movimento circular durante um determinado tempo, ou seja , uma velocidade de aceleração em um ângulo específico. Essa grandeza vetorial é chamada de aceleração angular (velocidade de rotação).

O momento angular é uma grandeza vetorial que descreve o movimento de rotação de um objeto, ou seja , é a descrição do movimento realizado pelo objeto em questão . É determinado por três fatores:

1. A **massa** do objeto.
2. A **velocidade de rotação** (ou velocidade angular).
3. A **distância** da massa em relação ao eixo de rotação (como vimos com o momento de inércia).

Ao colocarmos esse evento em fórmula Física , utilizaremos a seguinte equação para um objeto em rotação, quando se tratar de momento angular , L (que será o nosso momento angular) é dado por:

$$L = I . \omega$$

onde:

- I é o momento de inércia.
- ω é a velocidade angular (a velocidade de rotação).

A conservação do momento angular irá explicar alguns fenômenos do dia a dia, como por exemplo :

O equilíbrio na bicicleta: Ao andarmos de bicicleta, não perdemos o equilíbrio devido a conservação da energia depositada na roda para que ela não perca energia. Ao manter a velocidade constante ,estaremos colocando em prática a conservação do momento angular que atua juntamente com o momento de inércia. Com isso , a bicicleta só irá perder a velocidade e para se alguma outra força atuar sobre essa conservação de movimento . Nesse caso seria o colocar dos pés no chão ou o puxão do freio.

Pilotos de corrida : Ayrton Senna ficou conhecido devido às manobras e as altas velocidades alcançadas em corridas de fórmulas 1, mas para manter sua velocidade ao realizar curvas , Ayrton utilizava uma tática perigosa. Ao alcançar uma velocidade alta o bastante para ultrapassar os adversários , ele utilizava o freio e o acelerador ao mesmo tempo, assim mantia a conservação do momento angular e o centro de massa da máquina era deslocado , porém ele ainda teria o controle do carro para realizar a curva com alta velocidade podendo assim facilmente ultrapassar seus adversário que por não realizar a mesma tática tão perfeitamente , pisava no freio antes das curvas perdendo velocidade e muitas vezes o controle dos carros. A conservação do momento angular nesse caso , atuava juntamente com o centro de massa para que o carro se mantivesse sob o controle do motorista.

4. Materiais e Montagem

A várias formas e diversos materiais que podemos utilizar para a montagem do nosso experimento, primeiro precisaremos de materiais para criarmos uma movimentação do ar que trará a origem ao nosso tornado, em seguida os materiais para a combustão do mesmo.

4.1 Materiais e montagem para base de movimentação do tornado

Rotor/carcaça interna do motor de ventilador de teto : precisaremos de um rotor ou algo semelhante para anexarmos nossa base e construir nosso tornado no interior dela, é necessário que seja um objeto com uma cavidade e que faça o movimento de rotação ao colocarmos na base.

Base para experimento : nossa base é composta por duas barras de ferro na vertical e uma na horizontal , onde iremos fixar os demais utensílios como veremos na figura 1.

Tela de aço : utilizaremos uma tela de aço de 0,80 cm para montarmos uma espécie de gaiola circular em volta do rotor ou da carcaça interna do ventilador .

Manivela : precisaremos de uma manivela simples para fazermos a movimentação da roldana.

Roldana : precisaremos de uma roldana que fixaremos nossa roldana na outra extremidade da base e junto a ela uma manivela simples, como podemos observar na figura 1.

Correia : será necessário uma correia do mesmo comprimento da base , a mesma será passada pela roldana e a carcaça do ventilador para formarmos um mecanismo de giro.

Após encontrarmos todos os materiais , faremos uma espécie de gaiola em volta da carcaça do ventilador que estará anexada na base de ferro .Em seguida , iremos passar a correia na roldana que está fixa na outra extremidade da base e na parte de baixo da nossa carcaça , para fazermos a movimentação do tornado .

4.2 Materiais para a demonstração do tornado

Após a criação da nossa base do experimento , precisaremos dos materiais a seguir para a formação do tornado de fogo .

Algodão : utilizaremos o algodão como combustível para nosso tornado , iremos colocá-lo no interior da carcaça , como observamos na figura 1.

Álcool : o álcool que será nosso comburente , pode ser utilizado tanto na forma em gel quanto em líquida , sendo a forma em gel é a mais indicada , pois não há perigo de um escorrimento do mesmo . Caso opte pela opção líquida , utilize uma seringa para melhor aplicação e para manter a segurança ao introduzir no algodão.

Fósforo : o fósforo é necessário para o início da queima do algodão.

ATENÇÃO : não é indicado o uso de isqueiros e nenhum outro tipo de utensílios para formação de chamas , assim como também não é indicado nenhum outro tipo de comburente e combustível inflamável. Esse experimento requer cuidados para sua demonstração , então indicamos que a sua apresentação seja feita pelo menos a 1,30 m dos espectadores.



Figura 1 : Base e materiais necessários para apresentação.
Fonte : A autora.

5. Demonstração

Com os materiais em mãos , iremos colocar um pouco do algodão no interior da carcaça de ventilador. Em seguida molhamos com álcool e colocamos fogo. Quando o algodão começar a realizar o processo de queima , podemos observar que suas chamas serão baixas , isso ocorre devido não termos nenhuma presença de intervenção por parte dos ventos . Ao não ter interferência do fluido , que nesse caso é o ar , as chamas permaneceram no mesmo tamanho como podemos observar na figura 2 . (Para melhor observação , fizemos a demonstração com as luzes apagadas , assim as chamas podem ser bem visualizadas quando se deformarem.)



Figura 2 : Imagens do início da queima sem a movimentação.
Fonte : A autora.

Ao rodarmos o nosso mecanismo , formaremos uma corrente de ar através dos buracos da tela de aço , essa corrente de ar mais fria acaba sendo mais densa que as chamas do tornado que ao entrar em contato com o ar frio da atmosfera , tende a se concentrar para que a chama não se apague . Dessa forma , as chamas que eram pequenas e controladas , passam a ser elevadas. Esse fenômeno também ocorre na natureza , quando ocorre uma queimada , as chamas são levadas para a copa das árvores através dos fortes ventos frios que cercam a parte inferior das mesmas, fazendo que elas sejam elevadas para a parte superior da floresta. Podemos observar melhor essa deformação na figura 3, onde colocamos o nosso tornado em ação. Com o movimento de rotação constante , vemos que as chamas se agrupam e se elevam a parte superior da nossa gaiola.

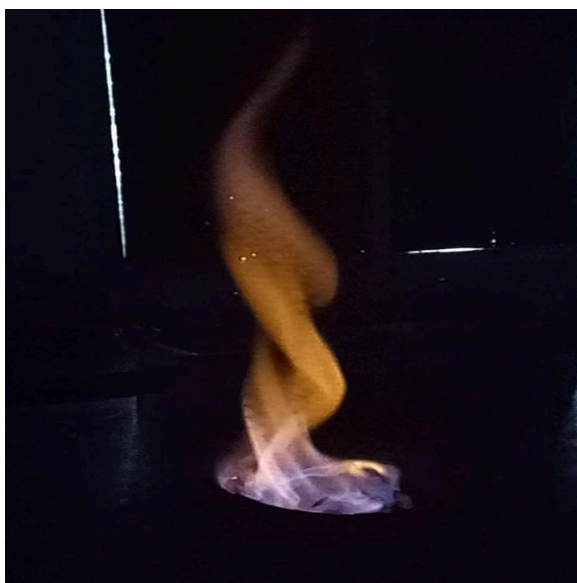


Figura 3 : Chamas após o movimento constante de rotação
Fonte : A autora.

Como vemos na figura 3 , ao entrar em contato com ar frio a parte inferior das chamas se concentraram , fazendo com que o ar quente das chamas que são menos densos suba para a parte superior.

6. Referências

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas E Termodinâmica. Vol. 2** . Grupo Gen-LTC, 2000.