
Relatório Pré-Final
Vortex em garrafas

F 609A – Tópicos de ensino de física I

Autor: David Montenegro Coelho

RA 116586

montenegro.fis@gmail.com



Orientador: Prof. Dr. Donato Torrieri

donato@ifi.unicamp.br

DRCC

Coordenador: Prof. Dr. José J. Lunazzi

lunazzi@ifi.unicamp.br

Departamento de Física da Matéria Condensada

Campinas 16 de Novembro de 2019

Índice

1- RESUMO

1.1 -Originalidade

2 - DESCRIÇÃO E OBJETIVO

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

3.2 - MONTAGEM

4 - Caracterização Qualitativa da Montagem Experimental

5 - Fenômeno Físico

5.1 - Dificuldades Encontradas

6 - Análise Teórica: Características do vórtex

7 - CONCLUSÕES

8 - COMENTÁRIO DO ORIENTADOR

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 – INTRODUÇÃO

A idéia principal do projeto é mostrar um vórtice de água em um sistema fechado sem a ação de forças externas. Na maioria das escolas brasileiras, o laboratório de ciências naturais não é visto como um processo pedagógico fundamental, deixando apenas a lousa e a resolução de exercícios como parte única no ensino de física. É evidente a necessidade de implementar como proposta curricular o contato do aluno com experimentos físicos. Como muitos fatores afetam a criação de um laboratório de física no Brasil. Utilizaremos um experimento feito com materiais baratos [1].

O vórtice é um comportamento da matéria de muitos corpos que se encontra em diversas áreas da física: Hidrodinâmica, fenômenos ópticos, cosmologia, magnetohidrodinâmica e outros. Tanto na indústria quanto na pesquisa [5]. O vórtice neste experimento é criado quando a gravidade puxa um líquido através de uma abertura para formar um tornado em rotação.

1.1 - ORIGINALIDADE

Este tipo de projeto não foi desenvolvido por nenhum aluno Prof. Dr. José J. Lunazzi, no entanto outros experimentos já abordaram o conceito de vortex. No entanto a originalidade desse resulta na formação do vortex e na visualização fácil e direta de seus efeitos secundários.

2 - DESCRIÇÃO E OBJETIVO

O trabalho consiste na avaliação da disciplina F 609 –Tópicos de Ensino de Física I. O projeto consiste em adaptar em um material portátil e de fácil manuseio, então pode ser transportado e feito em diferentes lugares e com diferentes públicos um comportamento complexo e coletivo do vortex clássico. O experimento consiste em duas garrafas unidas contendo água e ar.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

O vortex na garrafa d'água é formado por três elementos principais. Garrafa plástica, conector e água [1]. A garrafa plástica é o receptáculo da água e do ar no sistema fechado onde será formado. Conector é o local da passagem da água e do ar ao mesmo tempo, por último temos a água ou um líquido com viscosidade não muito grande de tal forma que o efeito de rotação seja perceptível.

3.1 Materiais

- Fita adesiva.
- Duas garrafas de 1,5 litro de refrigerante vazias.

- Vedante.
- Fita Isolante.
- Corante alimentício
- Duas Tampas de garrafa plástica
- Superbond

3.2 - MONTAGEM

Apresentaremos nessa seção as fotos do experimento original. Será realizado para cada aparato uma breve justificativa do seu uso.

3.2.1 – Tampa de Garrafa

Fura as duas tampas de garrafa no meio com um diâmetro de 1,5 cm.



Figura 1: Tampa de Garrafa furada

O diâmetro não deve ser menor que isso, visto que não existirá vazão para que o vórtice se forme na garrafa. Também não é recomendado um tamanho maior, pois assim, não existirá tempo hábil para detecta a formação e o comportamento do vortex.

3.2.2 – Superbond

O conector das duas garrafas é feito através de Superbond (figura 2). Cola-se as duas tampas como na figura 1, aplica-se o superbond e deixa algum objeto pesado para fazer pressão nas duas tampas enquanto a cola seca. É importante tomar cuidado nessa etapa, para que exista simetria no conector.



Figura 2: Superbond

3.2.3 – Fita Isolante Preta

O material, fita isolante preta (figura 3) é essencial para que exista a conexão entre as duas garrafas e a água não vaze para fora da garrafa. A escolha do material se deve por ser um objeto de baixo custo e facilmente encontrado nos supermercados. Após isso, usa-se a fita isolante em torno da tampa de garrafa.



Figura 3: Fita isolante preta

Como o experimento será realizado muitas vezes, o desgaste natural poderá ocorrer entre as duas tampas. O superbond não corresponde uma estrutura física que permite a junção das duas tampas de garrafa. A fita isolante traz uma segurança ao experimento como prolonga a sua vida útil. A vedação evitar que a água sai entre as tampas, esse procedimento é por precaução do que estritamente necessário.

3.2.4 – Durex

Por último umas duas voltas com durex (figura 4) para compactar o dispositivo. O durex não é necessário, mas como o experimento será utilizado inúmeras vezes. É necessário, um reforço no conector das duas garrafas.



Figura 4: Durex de largura média

3.2.5 - Garrafas plasticas

Duas garrafas vazias e transparentes são necessárias (figura 5) . A transparência é para poder enxergar o fenômeno de vortex dentro da garrafa. Não deve encher as duas garrafas completamente, pois o ar dentro de uma é peça fundamental para o experimento. Também não deve encher a outra completamente, recomenda-se deixar um pequeno espaço de aproximadamente 10 á 20 por cento da capacidade da garrafa.



Figura 5: Duas garrafas plasticas: uma cheia e outra vazia.

3.2.6 - Corante

Em virtude de o experimento está mais perceptível visualmente, adiciona-se corante (figura 6) alimentício na água, desse modo ficará visível a separação da água e do ar. O corante não influenciará no efeito do vortex e nem na tensão superficial da água.



Figura 6: Duas garrafas plasticas: uma cheia e outra vazia.

4 - Caracterização Qualitativa da Montagem Experimental

Com os materiais produzidos neste projeto, pode-se demonstrar uma série de fenômenos mecânicos. Os movimentos ondulatórios estão muito presente no cotidiano de todas as pessoas e é um fenômeno que aparece em muitos contextos em diversas áreas da física. Ao coloca água em uma das garrafas e conectá-la com outra vazia. Espera-se que o líquido não

saia naturalmente de uma garrafa a outra. Acontece, pois o ar da garrafa de baixo impede que a água ocupe espaço em baixo. Verifica-se que ao girar a garrafa por movimentos circulatorios, o fenômeno físico de formação de vortex é observado. Figura 7 (abaixo). Observas as bolhas ao entrarem na garrafa através de um mecanismo manual rodar a garrafa de forma a ter um efeito resultante de um vortex [6]. Quanto mais rápido for a rotação maior será a energia mecânica fornecida ao vortex. Finalmente, verificar o escoamento da água de uma garrafa á outra.



Figura 7: Efeito de Vortex na garrafa

5 - Fenômeno Físico

A tensão superficial cria uma pele (ver a Pele da água) na secção do pequeno orifício onde as garrafas se juntam. O ar é obrigado a entrar na garrafa de cima devido ao aumento da pressão. Agitar a água em uma garrafa enquanto a derrama, causa a formação de um vórtice, facilitando a entrada de ar na garrafa e permitindo que a água vazze mais rapidamente.



Figura 7: Conexão da transmissão de água e de ar.

Se você não rodar a água e permitir que ela flua por conta própria, então o ar e a água precisam se revezar na passagem da boca da garrafa.

À medida que a altura de água na garrafa de cima desce, a pressão sobre a superfície na junção diminui [6]. Quando o nível de água e pressão descem o suficiente, a tensão superficial contém a água e pára o escoamento. Ao rodar algumas vezes a garrafa em movimentos

O gradiente de pressões da interação dos fluidos (água e ar) juntamente com a gravidade conserva o movimento de circulação. Devido a um referência não-inercial, uma força centrípeta é criada. O efeito do “buraco do vórtice” é perceptível.

O tornado que você vê é realmente um vórtice. Em um vórtice, o fluido do lado de fora precisa se mover mais rápido do que o fluido do lado de dentro para acompanhar. É por isso que ventos fortes podem ser sentidos longe do tornado e os olhos de um furacão são calmos.

Outro fenômeno observado é a formação de bolhas na água. Pela diferença de densidade do ar e da água, as bolhas ocupam a região do ar. Ouseja, as bolhas que se formam na água, não são direcionadas a parede da garrafa, mas sim para o seu centro.

5.1 - Dificuldades Encontradas

- Tentou-se usar fita de vedação de pvc. Esse material não se mostrou apropriado para a construção do conector. Ao invés disso, não conseguiu unir as tampas. Espera-se que a fita isolante seja usada, juntamente com a cola superbond.
- Quando o escoamento começa a diminuir, verifica-se que o vortex desaparece. ou seja, a rotação inicial dado pelo esforço humano é totalmente perdida. A medida que a água vai diminuindo na garrafa superior, a pressão acompanha o mesmo comportamento. Desse modo, sem a formação da vortex, a água fica “presa” na parte de cima. Duas possíveis soluções são: fazer um pequeno furo na parte de cima ~ 5 mm e imprimir outra rotação na garrafa de cima.

6 - Análise Teórica: Características do vórtex

O vórtice, às vezes chamado de vorticidade (vórtice latino), é uma formulação matemática da dinâmica de fluidos relacionada à quantidade de velocidade angular ou rotação pela qual um fluido sofre localmente [1]. Uma maneira simples de visualizar o vórtice é considerar um fluido em movimento no qual é delineado um pequeno volume rígido [2,3]. Se esse pacote

girar em relação a um repositório em vez de tradutor, ele roda. Então, para um fluido, o vetor de vórtice é definido por:

$$\Omega = (1/2) \text{ rot } v$$

Esse vetor representa o vetor de rotação (local) de uma partícula de fluido [3]. Localmente, o campo de velocidade de um fluido informa sobre a existência de vórtices nesse fluido por meio de sua rotação.



7 - CONCLUSÕES

Será definido no final do projeto

8 - COMENTÁRIO DO ORIENTADOR

O aluno cumpriu com o esperado pelo projeto. Realizando o projeto com responsabilidade e dedicação. O projeto mesmo que aparente de resolução simples e barata, constitui um importante meio de educar e introduzir os alunos ao conceito físico, largamente, observado nas diversas áreas da física.

O aluno merece destaque por sua dedicação.

9- REFERÊNCIAS

- [1] Quinquer,Dolors, in Ballester,M. ,Avaliação como apoio a aprendizagem, Porto Alegre, Artmed, 2003
- [2] NUSSENZVEIG, H. MOYSES, Curso de Física básica,: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor, v. 2, São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 2002.
- [3] HALLIDAY, RESNICK , WALKER, Fundamentos de Física, vol. 2, 4a, Rio de Janeiro,Ed., LTC, 1996.
- [4] TOKATY, G. A., A History and Philosophy of Fluid Mechanics, , N. York, Dover1994.
- [5] Peduzzi, Luiz O. Q., Atividades experimentais no ensino de física. edição especial, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2002.
- [6] NETTO, Azevedo; Y FERNÁNDEZ, Miguel Fernández. **Manual de hidráulica.** Editora Blucher, 2018.