
Relatório Final
Vortex em Garrafa

F 609A – Tópicos de ensino de física I

Autor: David Montenegro Coelho

RA 116586

montenegro.fis arroba gmail.com



Orientador: Prof. Dr. Donato Torrieri

donato arroba ifi.unicamp.br

DRCC

Coordenador: Prof. Dr. José J. Lunazzi

lunazzi arroba ifi.unicamp.br

Departamento de Física da Matéria Condensada

Campinas 30 de Novembro de 2019

Índice

1- RESUMO	3
1.1 -Originalidade.....	3
2 - DESCRIÇÃO E OBJETIVO.....	4
3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
3.1 Materiais.....	5
3.2 - MONTAGEM.....	5
4 - Caracterização Qualitativa da Montagem Experimental.....	10
5 - Fenômeno Físico.....	11
5.1 - Dificuldades Encontradas.....	12
6 - Análise Teórica: Características do vórtex	13
7 – Exposição do Experimento a comunidade da Unicamp.....	14
8 – CONCLUSÕES.....	15
9 - COMENTÁRIO DO ORIENTADOR.....	15
10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

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 por meio de um material barato e de fácil manuseio, que possa ser transportado e ser realizado em diferentes lugares, um comportamento complexo e emergente do vortex clássico. O experimento, aparentemente simples, consiste em duas garrafas unidas contendo água e ar, aborda assuntos relacionados a mecânica clássica, termodinâmica e hidrodinâmica..

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 de ar, e constitui um sistema fechado onde o vortex será formado, espera-se uma garrafa plástica transparente e limpa. Conector responde como o local da passagem da água e do ar ao mesmo tempo e 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
- Adesivo instantâneo marca “Superbond”

3.2 - MONTAGEM

Apresentaremos nessa seção as fotos do experimento original. Em cada aparato será realizado uma breve justificativa do seu uso. As fotos são meramente ilustrativas, outros produtos com a mesma qualidade e propósito poderão ser utilizados no experimento.

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 suficiente para o escoamento da água e, conseqüentemente, a formação do vórtice na garrafa. Também não é recomendado um tamanho maior da área da tampa do conector, visto que, não existirá tempo hábil na detecção e apreciação do comportamento do vortex.

3.2.2 – Adesivo instantâneo marca “Superbond”

O conector das duas garrafas é feito através de Adesivo instantâneo marca “Superbond” (figura 2). Cola-se as duas tampas como na (figura 1) através da aplicação do superbond. É importante deixar algum objeto pesado para fazer uma pressão em cima das duas tampas enquanto a cola seca. É importante tomar cuidado nessa etapa para que exista simetria no conector.



Figura 2: Adesivo instantâneo marca “Superbond”

3.2.3 – Fita Isolante Preta

O material, fita isolante preta (figura 3), é essencial na conexão entre as duas tampas de garrafa. O objetivo principal é impedir que a água não vaze para fora da garrafa por meio do furo do conector e objetivo secundário está em dar um suporte no enrijecimento do conector. A escolha desse material se deve por ser um objeto de baixo custo e por ser fácilmete encontrado nos supermercados. Aplica-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 representa uma estrutura física que permite a junção das duas tampas de garrafa. A fita isolante traz uma segurança ao experimento e prolonga a sua vida útil. 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 devido á grande utilização, é imprescindível, um reforço no conector das duas garrafas.



Figura 4: Durex de largura média

3.2.5 - Garrafas plasticas

Duas garrafas vazias e transparentes (figura 5) são o receptáculo de água e ar. A transparência é com o propósito de enxergar o fenômeno de vortex dentro da garrafa. Não deve encher as duas garrafas completamente. É recomendável que preencha com 70 á 80 % de água uma garraf e deixe a outra, apenas, com ar, pois o ar será uma peça fundamental para o experimento.



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

3.2.6 - Corante

Em virtude de o experimento ser mais perceptível visualmente, adiciona-se um corante (figura 6) alimentício na água. Assim 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

Através do experimento produzido nesse 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 diversas áreas da física. Espera-se desenvolver a percepção científica do aluno e a intuição na aprendizagem do comportamento físico de um sistema formado por muitos corpos.

Ao colocar água em uma garrafa e conectá-la com a outra vazia. Espera-se que o líquido não saia naturalmente de uma garrafa para outra ao invertê-la. No primeiro momento, o ar de dentro da garrafa de baixo impede que a água ocupe esse espaço. Além disso, espera-se que ao girar a garrafa por movimentos circulares o fenômeno físico de formação de vortex seja observado. Outro aspecto importante está na formação de bolhas dentro da água. O mecanismo manual de rotação cria um sistema de referencial inercial na garrafa e as bolhas ao invés de se deslocarem para a parede da garrafa, dirigem-se para o seu centro, pois a água é um material mais denso que o ar. [2,3,6]. 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 ver referência [7] é importante para o experimento. O ar é obrigado a entrar na garrafa de cima devido ao aumento da pressão. Movimentos circulatorio na 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 da água para o escoamento. Ao rodar algumas vezes a garrafa o restante da água na garrafa desce.

O gradiente de pressões da interação dos fluidos (água e ar) juntamente com a gravidade conserva o movimento de circulação. Devido nosso sistema está em 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. Ou seja, 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 diminuído 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 [4]. Localmente, o campo de velocidade de um fluido informa sobre a existência de vórtices nesse fluido por meio de sua rotação.



7 - Exposição do Experimento a comunidade da Unicamp

A exposição do experimento a comunidade da Unicamp ocorreu na segunda-feira durante o período das 17-20 horas. O motivo da inclusão dessa seção no relatório é necessária pela relevância da interação com o público, tanto do ponto de vista teórico como do ponto de vista experimental. Além de enriquecer o relatório com uma visão mais didática de como foi a recepção do experimento perante ao público.

O vortex não é um fenômeno muito estudado a nível escolar, mesmo que o seu reconhecimento seja imediato perante aos alunos, pois os mesmos já viram sem ao menos entender com uma profundidade física a formação de vortex na água.

O experimento foi muito bem recebido pela comunidade, mesmo sendo de aparência simples. No entanto, houve um número frequente de perguntas, pois a desinformação em relação ao experimento físico era grande. Isso acontece, pois os meios de divulgação científica não estão necessariamente preocupados com veracidade dos fatos.

O ponto mais preocupante foi tentar mostrar a diferença de um referencial inercial para um referencial não inercial. Esse conceito é imprescindível para a exposição do comportamento das bolhas.

O prof. Dr. Lunazzi aprovou o meu experimento com algumas ressalvas. Entre elas estão: a possibilidade de ter trazido outro experimento para os alunos fazerem, a coloração da água que estava forte demais (uma coloração mais fraca) e por último e não menos importante, temos a necessidade de um furo pequeno em cima da garrafa para aumentar a pressão quando quase toda a água estiver já recipiente de baixo.

7 - CONCLUSÃO

Demonstramos a formação do vortex em uma garrafa por meio de materiais simples e de baixo custo. O comportamento do fluido em um sistema de referencial não inercial foi apresentado através da criação de um vortex. Embora fosse de difícil preparação, pois alguns ajustes delicados são necessários na preparação do experimento. O experimento setornou rentável do ponto de vista físico e didático.

A recepção ao público foi criativa e questionadora. Um aprendizado em conjunto com a comunidade da Unicamp.

8 - COMENTÁRIO DO ORIENTADOR

O aluno merece destaque por seu incentivo e determinação. Algumas modificações foram apresentadas por mim e por ele para a elaboração do relatório final. A recepção a comunidade foi enriquecedora para o Trabalho. Mesmo assim, houve alguns erros para serem concertados e assim o trabalho seja conduzido adiante.

Sem mais ressalvas e delongas.

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.
- [7]https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F609_2018_sem1/EduardoS-Luca_JoseJ-Lunazzi_F609_RF2.pdf