

RELATÓRIO FINAL F609 A
Tópicos de Ensino de Física I

Orientador: Prof. Dr. José J. Lunazzi

Aluno: Eduardo Silva de Luca

Projeto: Uma raridade da água, que Marie Curie já mostrava às crianças.

Unicamp, Campinas

Julho de 2018

Resumo

Este projeto foi realizado devido ao cumprimento das atividades estabelecidas na disciplina F609 A – Tópicos de Ensino de Física I, no primeiro semestre de 2018, que se baseou no desenvolvimento de um experimento de Física feito pelo aluno com finalidades pedagógicas e de divulgação científica. Com esta finalidade, este projeto tenta desvendar, de maneira experimental, qual o raio máximo de um furo feito em uma tampa de garrafa, de modo que quando a garrafa vazia seja submersa, a mesma não seja preenchida com água [1]. O orientador de projeto foi o próprio professor da disciplina, Dr. José J. Lunazzi – IFGW/Unicamp.

Introdução

Existe uma motivação por trás do tema escolhido e do experimento envolvido. A proposta do projeto é a realização de um experimento simples, móvel e que seja apto para apresentar para grandes plateias, além de considerar ambientes não-formais. Fora isso, espera-se que pessoas sem conhecimento básico em Física ou ciência estarão expostas a tal experimento.

Pensando nisso, foi utilizado um livro como motivação ao experimento. O livro “Aulas de Marie Curie: Anotadas por Isabelle Chavannes em 1907”, traduzido para o português por Waldyr Muniz Oliva, baseado em anotações de Isabelle Chavannes, aluna de Marie Curie, reúne dez lições de física elementar, ministradas pela cientista durante os dois anos de funcionamento de uma cooperativa de ensino criada por ela e outros intelectuais em 1907. Na cooperativa, as crianças tinham contato com várias disciplinas ministradas de acordo com uma pedagogia moderna. As aulas experimentais de Curie sobre conceitos da física estimulavam os alunos a chegar, por meio da reflexão sobre as experiências, a suas próprias conclusões.

Esta obra, de valor histórico, mostra o caráter pedagógico dos ensinamentos de Marie Curie, cujas lições de ciência se inscrevem na tradição europeia de privilegiar a observação, reflexão e descoberta de respostas sobre os objetos e fenômenos da natureza. Pioneiras na época, as aulas de Marie Curie são, ainda hoje, vistas como uma grande contribuição para o ensino e aprendizado da física elementar.

Dentre os temas das lições ensinadas, estão assuntos como “em que se distinguem o ar do vácuo”, “em que se mede a densidade de sólidos e líquidos”, “em que se revê o princípio de Arquimedes”, além de outros temas ligados à densidade, flutuação, medição de pressão, hidrostática e hidrodinâmica.

A partir de tais temas, a seguinte problemática foi estudada: considerando uma garrafa qualquer, será feito um furo em sua tampa, e em seguida a garrafa será submersa (a priori em água). O objetivo do experimento é achar o raio máximo do furo para o qual a garrafa submersa não será preenchida.

Materiais

- Garrafa PET pequena (250ml);
- Garrafa PET 2L;
- Diversas tampas de garrafa;
- Furadeira;
- Brocas de diversos tamanhos.

Experimentação

Com uma tesoura, foi cortada a parte superior da garrafa grande com o objetivo de transformá-la num recipiente (Imagem 1) em que será colocada água e por fim mergulhada a garrafinha (Imagem 2). Foi escolhida tal garrafa com a ideia de o experimento ser portátil e de fácil realização.

Em seguida, usa-se a furadeira para fazer furos de diversos tamanhos nas tampas. Foram feitos furos de diversos diâmetros, desde 1mm até 10mm. O procedimento para realização do experimento é simples, deve-se encher o recipiente da Imagem 1 com água (ou qualquer outro fluido), escolher a tampa com o furo do tamanho desejado, tampar a garrafinha e finalmente, submergir a mesma.



Imagem 1: Garrafa cortada que servirá de recipiente geral.



Imagem 2: Garrafinha que será fechada e submersa.

Como análise e critério inicial e principal, foram observadas as tampas e seus furos, afim de determinar quando, e se saíam bolhas de ar ou entrava água para a

garrafinha. Os furos utilizados tinham diâmetros entre 3mm e 8mm, variando de 1mm, e uma tampa com furo de 10mm de diâmetro (Imagem 3).



Imagem 3: De cima para baixo, as tampas de menor para maior diâmetro, respectivamente.

Após encher a garrafa cortada com água, de uma em uma, as tampinhas com furo são testadas. Foi sempre repetido o mesmo procedimento na hora de mergulhar e retirar a garrafinha da água, como mostra nas imagens abaixo.



Imagem 4: Parte observada para ver se saem bolhas de ar.



Imagem 5: Procedimento experimental.

O objetivo principal do experimento é que ele possa ser manuseado por qualquer pessoa que tenha interesse. Além disso, espera-se que junto com a realização do mesmo sejam levantadas questões de simples elaboração, mas que podem gerar discussões simples, porém não triviais, e questionamentos sobre os conceitos em questão.



Imagem 6: Setup completo do experimento portátil.

Por exemplo, através da realização do experimento, e aproveitando a motivação das aulas de Marie Curie, pode ser questionado a presença do ar como matéria, que ocupa espaço, que vivemos imersos neste fluido, e não no vazio. Pode ser explorado o conceito de pressão, através de pressão interna e externa, ao perceber que quando se aperta a garrafinha submersa, saem bolhas de ar e entra água.

E além destes conceitos, podemos utilizar esta percepção do movimento do ar na água como gancho para motivação para mais investigação. O questionamento leva em conta o porquê de a água sair da garrafinha em bolhas. Na verdade, este fenômeno pode ser observado em diversas outras situações, como por exemplo, uma mangueira esguichando água, a própria chuva, entre outros.



Imagem 7: Bolhas formadas por regador de jardim.

Como discussão sobre tal assunto, podemos utilizar o vídeo da referência [2] como base. O vídeo intitulado como “Milk Drop: Behind Harold 'Doc' Edgerton's Photo & High-Speed Photography | 100 Photos | TIME” mostra o desenvolvimento da pesquisa do professor do MIT com câmeras de alta resolução. O interessante é a interação quando a

gota do fluido cai na superfície que também é um fluido, formando uma coroa de outras gotas, como mostra a Imagem 8, retirada de uma parte do vídeo citado.

A ideia de pensar nestes experimentos veio através do Prof. Lunazzi. O mesmo as teve após presenciar o Dr. Edgerton apresentar pessoalmente o experimento para um grupo de pessoas além da leitura do livro com as notas de aula de Curie. Ainda de acordo com o Prof. Lunazzi, o experimento de Edgerton estava permanentemente montado em um dos corredores do Michigan Institute of Technology (MIT), em Boston, EUA.



Imagem 8: Imagem retirada do vídeo citado referente ao momento que uma gota de leite é gravada caindo na superfície também de leite.

Resultados

Os resultados do experimento foram simples, porém muito interessantes. De todos os furos experimentados, em absolutamente nenhum deles vazou ar da garrafinha submersa e entrou água na mesma. Este resultado é bem surpreendente, pois a partir de experiências vividas e intuição, a grande maioria das pessoas tende a imaginar que um

furo tão grande quanto o de 10mm (quase metade do diâmetro total da tampinha), iria permitir saída de ar da garrafinha.

Como medida para tentar contornar e aperfeiçoar o experimento, surgiu a ideia de fazer mais de um furo na mesma tampinha e observar o comportamento. Para furos de 3mm, em uma tampinha foram feitos dois furos, e em outra foram feitos três furos, que podem ser vistos na Imagem 9. Os resultados são os mesmos, não sai ar da garrafinha (espera-se que o mesmo resultado seja observado para maior quantidade de furos, ou até mesmo tamanhos diferentes).



Imagem 9: Tampinhas com dois e três furos de 3mm cada.

Considerações Finais

Por limitação de tempo e material, não foi possível desenvolver o experimento de modo a ampliar seu valor pedagógico e os tipos de experimento a serem feitos. Como sugestão, pode ser variado o tipo de fluido colocado na garrafa cortada. Em nosso caso, utilizamos apenas água vinda da rede de tratamento de água e esgoto da cidade de Campinas, porém, por sugestão do orientador, seria interessante utilizar talvez diferentes tipos de água, água destilada, e até mesmo outros materiais, como óleo de cozinha, etc.

Sobre o número e tamanho dos furos extras, não foi possível variar muito devido ao tamanho das tampinhas, que eram limitados, porém pode ser desenvolvido para outros tipos de recipientes. Além disso, acreditamos que a geometria do furo, suas condições de

contorno, estejam intimamente ligados ao problema, já que os mesmos afetam a viscosidade e escoamento do fluido.

Por fim, o projeto ainda está sendo desenvolvido com o intuito de ser aprimorado e também utilizado em alguma oportunidade de ensino, como em palestras, aulas, exposições. Apesar de todos os pesares e complicações, creio que o projeto cumpriu seu objetivo tendo em vista a nossa proposta inicial.

Evento de Consulta à Comunidade (CàC)

Neste ano o Evento de Consulta à Comunidade ocorreu na noite de terça-feira do dia 12 de junho. O local de realização foi em frente ao Prédio D (prédio da pós-graduação e laboratórios de ensino) do Instituto de Física Gleb Wataghin da Unicamp.

O objetivo principal do evento é expor para a comunidade os projetos e trabalhos que estão sendo desenvolvidos até então na disciplina F609 – Tópicos de Ensino de Física I, por alunos da licenciatura em Física. Pretende-se que haja interação de alunos, professores e pessoas da universidade, para que os alunos da disciplina discutam e exponham como está o andamento de seus projetos, além de prever o término e supostas melhorias a serem feitas, sempre que possível levando em conta a comunidade.

No evento deste ano, não houve muita presença de membros da comunidade externos à disciplina, sendo assim, o evento serviu como um bom momento de interação entre os próprios alunos, compartilhando seus resultados, dificuldades e ambições para com os projetos.

Referências

[1] <https://physics.stackexchange.com/questions/47021/how-to-find-out-the-maximum-radius-of-a-hole-that-can-keep-water-stay-in-a-conta>;

[2] <https://youtu.be/zOGmwd7kauE>.