

E quando a água não subiu mais que dez metros? O barômetro de Gasparo Berti nas aulas de física

.....
Luciano Denardin de Oliveira

Colégio Monteiro Lobato, Porto Alegre,
RS, Brasil

.....
Paulo Machado Mors

Instituto de Física, Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, Porto
Alegre, RS, Brasil

E-mail: mors@if.ufrgs.br
.....

O uso da história da ciência no ensino da física tem recebido a atenção de muitos professores e pesquisadores nos últimos anos. Aparentemente os paralelos propostos por Piaget e seus colaboradores, relacionando o processo psicogênico das crianças e as muitas fases da história da ciência, tenham parte da responsabilidade por esse interesse. O ensino de ciências através de uma abordagem histórica pode oportunizar debates acerca da natureza, facilitando a compreensão conceitual da própria ciência [1]. Ademais, o emprego da história da ciência em sala de aula permite que o estudante observe que a ciência não é atemporal, mas está intimamente relacionada com outras áreas do conhecimento humano, influenciando e sendo influenciada por fatores sociais, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos da época em que foi desenvolvida [2].

Usualmente, os livros didáticos apresentam apenas a ciência “que deu certo”, ou seja, descrevem apenas a teoria atualmente aceita, sem ilustrar as motivações que levaram ao seu desenvolvimento. Além disso, observa-se que apenas um pequeno número de cientistas (que estão intimamente relacionados com estas teorias atualmente “aceitas”) é “lembrado” [3]. Contribuições teórico-experimentais de outros cientistas, teorias que já foram cientificamente aceitas, porém refutadas em um dado momento histórico, não são apresentadas nos livros didáticos e também não fazem parte da maioria das aulas de física do nível médio.

E quando a água não subiu mais que dez metros?

No século XVII alguns pensadores acreditavam na existência do vácuo, enquanto outros negavam-na veementemente. O maior opositor ao vácuo naquele período foi René Descartes. Ele sugeria que o que caracterizava um corpo eram suas dimensões, e não seu peso, sua dureza ou

sua cor. Poder-se-ia imaginar um corpo sem peso, sem cor, mas não sem extensão. Descartes também sugeria que um corpo aumenta ou diminui de tamanho quando “algo” entra ou sai de seus poros. Este “algo” a preencher os poros seria o éter [4]. Em seus trabalhos, Descartes nunca comentava evidências experimentais que refutassem ou corroborassem o conceito de vácuo, uma vez que para ele a razão era suficiente para se ter a certeza de que um espaço sem nenhum material era impossível.

Isaak Beekman, físico holandês do início do século XVII, estendeu o que se conhecia sobre os líquidos (principalmente baseado nos trabalhos de Arquimedes e de Stevin) ao ar, explicando desta forma o funcionamento das bombas de água: elas retiram o ar do cano, diminuindo a pressão interna, sendo a água forçada a subir porque a atmosfera a empurra para fora do cano. Beekman dá uma explicação bem próxima do que é aceito nos dias de hoje.

Em 1615, Salomon de Caus verificou que bombas aspirantes são capazes de elevar água até um limite máximo de altura (aproximadamente 10 m). Em 1630 Baliani tentou, utilizando um sifão, passar água de um vale para outro, separados por uma colina de 20 m de altura. Baliani verificou que isso não era possível, mesmo o vale onde estava a fonte de água encontrando-se em um nível mais elevado. Ele trocou correspondências com Galileu que, já conhecendo a altura limite de bombas aspirantes, estabeleceu que a “força do vácuo” só podia produzir efeitos até um certo ponto. Essa idéia foi apresentada em seu livro *Discursos Sobre Duas Novas Ciências*. Estas situações motivaram alguns cientistas. Um experimento idealizado por Raffaello Magiotti e realizado por Gasparo Berti, em 1641, foi descrito em um livro de Emmanuel Maignan. O experimento é especialmente interessante e possivelmente Torricelli tenha encontrado, nos resultados desta investigação, motivação para

Neste trabalho, apresentamos algumas idéias e acontecimentos que precederam a construção do conceito de pressão atmosférica por Torricelli, a reprodução de um experimento desenvolvido naquele período histórico e atividades educacionais que podem ser exploradas nesse experimento.

elaborar seus experimentos. Segundo Maignan, Gasparo Berti instalou na fachada da sua casa em Roma um tubo com pouco mais de 40 palmos de extensão (Fig. 1). A parte inferior do tubo (que tinha uma torneira (R) instalada) encontrava-se mergulhada em um balde com água. O tubo era totalmente preenchido com água pela extremidade superior que continha um recipiente circular de vidro com uma entrada (D). Depois, essa extremidade era tampada. Abrindo-se a torneira, verificou-se que a água fluía por ela, mas não completamente, sua superfície estacionando em um nível de aproximadamente 10 metros acima da superfície livre da água no balde. Berti manteve a torneira aberta por mais de um dia e o nível não sofreu alteração. Maignan não sugere por que o nível d'água estacionava naquele ponto, possivelmente porque este experimento fora motivado pela leitura da obra de Galileu, que já apresentava uma explicação (embora equivocada) para o fato. Entretanto, Berti buscou investigar o que era contido acima do nível d'água. Seria ar, vácuo, éter? Para tanto, instalou um sino de ferro (M) na parte superior do tubo, cujo badalo podia ser deslocado da posição de equilíbrio utilizando-se um ímã. Se o badalo não fosse ouvido, poder-se-ia concluir que vácuo era formado naquela região, uma vez que já era sabido naquela época que o som só podia se propagar na matéria. Berti, aproximando o ouvido do vidro, percebeu os badalos, sugerindo que vácuo não era formado no interior do tubo, e sim que este continha éter. O italiano não percebeu que estas vibrações se propagavam do sino diretamente para o vidro, sabendo-se hoje que vácuo é de fato formado neste tipo de situação.

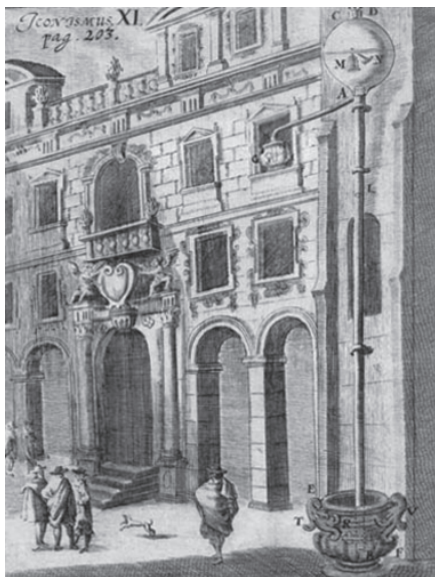


Figura 1 - O barômetro de Gasparo Berti.

Construindo um barômetro de água

O experimento de Gasparo Berti é particularmente interessante e relativamente simples de ser reproduzido em sala de aula, além de permitir a exploração prática de muitos conteúdos associados à mecânica dos fluidos. Construimos, no colégio Monteiro Lobato (Porto Alegre, RS), um barômetro de água (Fig. 2). Como os objetivos de Berti eram diferentes dos buscados em sala de aula, o aparato foi adequado, permitindo que outros tópicos da hidrostática também fossem explorados. Uma estrutura metálica retangular foi fixada no topo do prédio da escola, a uma altura de 14 m. Esta estrutura possui uma roldana que pode-se deslocar horizontalmente por uma distância de 4 m, e ela é responsável



Figura 2 - O Barômetro de água.

por manter uma das extremidades do barômetro suspensa. Duas mangueiras, de 13,8 m de comprimento cada, e de diâmetros distintos (2,5 cm e 1 cm) foram vedadas em uma das suas extremidades e presas a uma corda. Uma vez cheias d'água, as partes vedadas das mangueiras podem ser erguidas até o topo do prédio. Isto é feito puxando-se uma corda (que passa pela roldana no topo do prédio) que está atrelada às extremidades vedadas das mangueiras. As extremidades inferiores das mangueiras são mergulhadas em um recipiente contendo água e, quando liberadas, verifica-se que o nível d'água desce até a altura de 10 m, independente do diâmetro da mangueira. A partir disto, muitas questões podem ser exploradas. É possível discutir que a pressão atmosférica é responsável pelo equilíbrio das colunas d'água, bem como que esta pressão tem um valor finito, ou seja, o nível d'água desce até ser equilibrado pela pressão atmosférica, que empurra a água contida no recipiente. É possível verificar que a pressão não depende do volume d'água, já que o nível do líquido nas duas mangueiras é o mesmo. No experimento utilizamos água colorida com cores diferentes em cada mangueira, para facilitar a diferenciação do nível d'água em cada uma das colunas. Deslocando-se a roldana horizontalmente, pode-se deixar as mangueiras inclinadas e, assim, observar que o nível d'água muda, mantendo-se no entanto a uma distância vertical de 10 m da superfície livre da água no balde. Uma outra questão interessante é que a mangueira de maior diâmetro sofre um *esmagamento lateral*. Isto ocorre porque a pressão interna é menor do que a externa; logo, esta diferença de pressão (e de força) gera esse efeito interessante e didático.

Conclusões

Acreditamos que reproduzir experimentos históricos e dar-lhes novas dimensões contribui significativamente para o aprendizado do aluno, uma vez que a abordagem histórica desses temas pode ajudar o estudante a construir seus conhecimentos com propriedade.

Referências

- [1] R.A. Martins, *Episteme* **10**, 39 (2000).
- [2] C.C. Silva (org), *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2006), 381 p.
- [3] L.D. Oliveira, *A História da Física como Elemento Facilitador na Aprendizagem da Mecânica dos Fluidos*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- [4] R.A. Martins, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* **1**, 1 (1989).