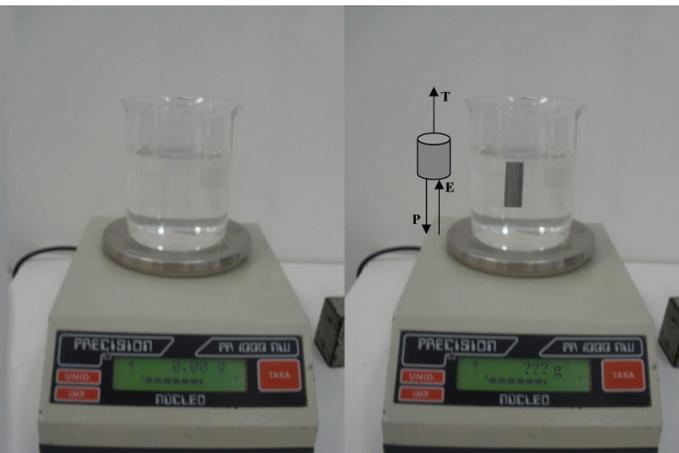


O que a balança indicará?



.....
Marcos Antonio Florczak
 Universidade Tecnológica Federal do
 Paraná, Curitiba, PR, Brasil

Jorge Alberto Lenz
 Universidade Tecnológica Federal do
 Paraná, Curitiba, PR, Brasil
 E-mail: lenz@utfpr.edu.br

A terceira lei de Newton afirma que a força aplicada em um corpo é igual e oposta à força aplicada ao corpo agente desta força, e vice-versa. Normalmente ela é conhecida como princípio de ação e reação.

Exemplos qualitativos são empregados em sala de aula para o ensino da terceira lei de Newton. Podemos explicar desde o caminhar de uma pessoa sobre uma superfície áspera até o movimento de voo de um avião. No laboratório de física experimental ela se constitui em um aspecto secundário e normalmente aparece apenas quando estamos elaborando um diagrama de forças de dois objetos em interação.

Neste trabalho propomos uma atividade experimental que tem por objetivo investigar estes pares de forças (também denominados “ação e reação”). O estudante é instigado a pensar e analisar o conjunto de forças atuantes sobre um corpo mergulhado em água dentro de um recipiente, sem tocar o fundo do mesmo, e sobre uma balança, para decidir qual é a força responsável pelo abaixamento do braço da balança ou pelo valor indicado no visor da balança digital.

O material a ser utilizado para a realização da atividade proposta compõe-se de uma balança de comparação, dois recipientes de aproximadamente 200 mL (transparentes), tripé, haste, corpo de prova (de preferência que possua um formato geométrico de volume conhecido (pode ser um cilindro de metal de alumínio), barbante e massas previamente aferidas.

Colocam-se os dois recipientes com

água cada um sobre cada braço da balança e assegura-se o equilíbrio da mesma regulando a quantidade de água em cada recipiente. Deixa-se o corpo de prova suspenso acima do nível do líquido como mostram as Figs. 1 e 2. Neste momento, há um conjunto de questões a serem formuladas para os estudantes pensarem e discutirem em grupo. O que a balança demonstrará quando o corpo for imerso no líquido em um dos recipientes sem tocar o fundo? A balança indicará alguma alteração? Caso a opção escolhida seja a de descida ou de subida de um dos braços, qual será o lado que irá se deslocar para baixo? Qual a força responsável por esta descida? Podemos calcular o valor desta força? De que maneira?

Nos cursos introdutórios de física no ensino superior, percebemos que a maioria dos estudantes responde que não haverá desnivelamento da balança se o objeto não tocar o fundo do recipiente. Após mergulhar o corpo em um dos recipientes, sem tocar o fundo, verifica-se o movimento descendente do braço em que é inserido o corpo na água (Fig. 2). Perguntamos qual é a força que é responsável por este efeito, e muitos respondem que é o empuxo. Este é o momento de ser melhor “trabalhada” a terceira lei de Newton, pois o empuxo é a força que age sobre o corpo, logo o aluno é convencido de que é a reação ao empuxo que age

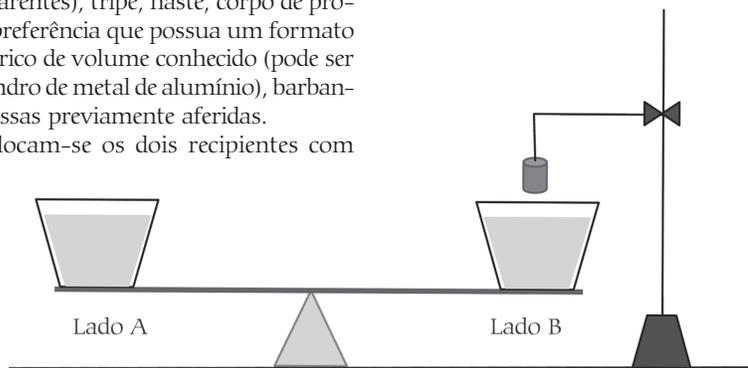


Figura 1. Diagrama esquemático da atividade proposta.

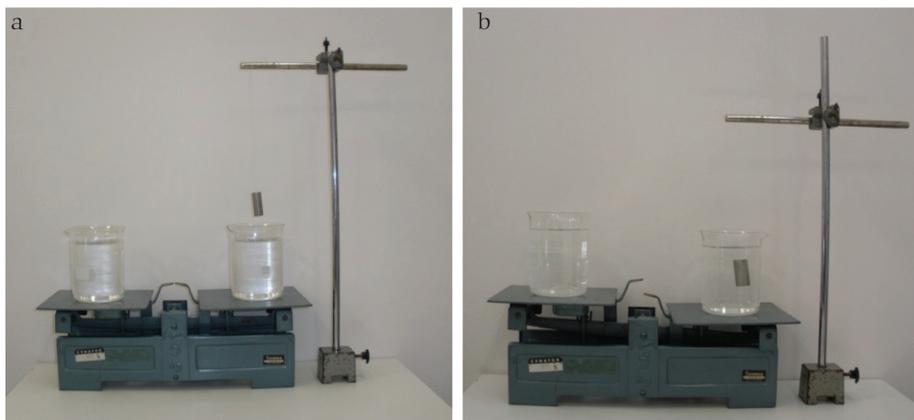


Figura 2. a - Preparação do conjunto para o processo de questionamento aos estudantes. b - Balança de comparação acusando a existência de uma força para baixo no braço da direita quando da imersão do corpo no líquido. O objeto a ser imerso no líquido é o mesmo nas duas imagens, que é um cilindro de alumínio.

sobre o líquido e que por pares de ação e reação é transmitido ao fundo da balança, provocando o desequilíbrio. Notamos que a dúvida começa a ser diluída quando os estudantes colocam os vetores das forças atuantes no corpo de prova e no líquido onde o corpo foi mergulhado. Na Fig. 3 são indicadas nominalmente as forças atuantes em cada um dos integrantes mencionados anteriormente e também na forma de vetores.

Para medir o valor da força responsável por este desequilíbrio, massas aferidas podem ser colocadas sobre o braço da balança que subiu até que o sistema volte ao equilíbrio. Se o valor das massas aferidas for multiplicado pelo valor da “aceleração da gravidade” (g), obtemos que a força que desequilibra a balança será o valor do peso do fluido deslocado (princípio de

Arquimedes).

Os estudantes podem medir o volume do corpo de prova e a multiplicação do valor obtido pelo valor da densidade da água e pelo valor da aceleração gravitacional resulta no valor que numericamente é igual ao peso do líquido do volume deslocado pelo corpo. Para fins de exemplificação, tomamos o cilindro de alumínio como o corpo de prova, ilustrado na Fig. 2. A massa do mesmo é de 21,12 g, com 15,8 mm de diâmetro e 40 mm de altura. O empuxo é calculado como

$$E = m_{\text{líquido}}g = \rho_{\text{líquido}} V_{\text{corpo}}g = 1,0 \times 10^3 \times 3,14 \times (7,9 \times 10^{-3})^2 \times 0,040 \times 9,8 = 0,077 \text{ N}.$$

Este é o mesmo valor da intensidade da força que faz com que o braço da balança desça.

Adicionalmente, o empuxo também pode ser obtido através da utilização de um dinamômetro. Medindo-se o peso do corpo no ar e quando imerso no líquido (comumente

chamado de seu peso aparente) e efetuando-se a diferença entre eles, temos que

$$E = P_{\text{no ar}} - P_{\text{aparente}} = 0,207 - 0,130 = 0,077 \text{ N}$$

Na falta de uma balança de comparação, esta atividade pode também ser realizada com uma balança eletrônica digital, como mostra a Fig. 4. No caso da balança digital, para saber o valor da intensidade da força é só multiplicar o valor da massa indicada no visor com o valor da aceleração gravitacional. Como podemos ver na figura, o valor que a balança digital apresenta é de 7,86 g indicando que o valor da intensidade da força para baixo é de $7,86 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$, ou seja, de 0,077 N, que corresponde ao valor numérico do empuxo, que é o mesmo valor da reação ao empuxo que age sobre o líquido.

Sugestão e conclusão

No caso desta atividade ser trabalhada no primeiro ano do Ensino Médio sem o conhecimento do que seja empuxo, o professor pode realizar o experimento sem o tratamento quantitativo. Neste caso, o professor poderá explicar aos estudantes que o empuxo é a força com sentido para cima que atua nos corpos imersos total ou parcialmente em um fluido em equilíbrio (e sob a ação da gravidade) e que faz com estes pareçam ser mais leves do que quando suspensos no ar. A atividade experimental descrita neste trabalho tem sido um facilitador para os autores no ensino e aprendizagem da terceira lei de Newton.

Bibliografia

- Higino Santo Damo, *Física Experimental I* (EDUCS, Caxias do Sul, 1985).
 D. Halliday, R. Resnick e J. Walker, *Fundamentos de Física 1 – Mecânica*. (LTC, Rio de Janeiro, 2008).
 A. Máximo e B. Alvarenga, *Curso de Física* (Scipione, São Paulo, 2011).

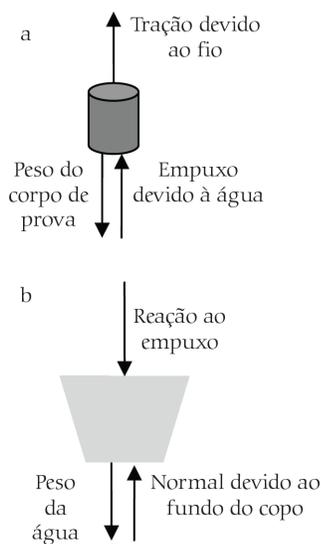


Figura 3. a - Diagrama de forças sobre o corpo mergulhado na água. b - Diagrama de forças sobre a água contida no recipiente.

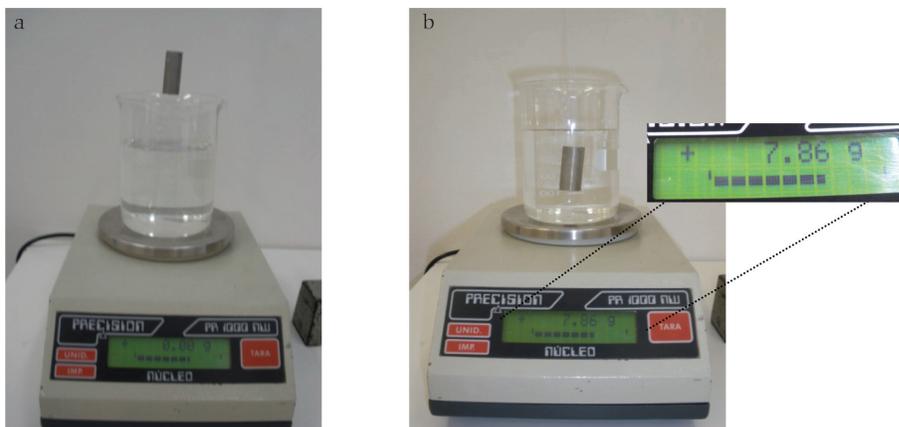


Figura 4. a - Utilização de uma balança eletrônica digital mostrando o fenômeno antes da imersão do corpo no líquido (valor da massa zerado). b - Depois da imersão sem tocar no fundo do recipiente, com um aumento da região do visor para melhor visualização.