

EXPERIMENTOS DIDÁTICOS PARA DETERMINAÇÃO DA ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE LOCAL: comparando métodos e resultados

Vinicius ESTAFOCHER¹; Márcio Boer RIBEIRO²

RESUMO

Comparam-se os resultados de quatro experimentos didáticos para a determinação da aceleração da gravidade, utilizando dois roteiros baseados na cinemática do movimento de queda livre, uma máquina de Atwood e um pêndulo simples. A comparação de metodologias e resultados dá opção ao professor de escolher o experimento mais adequado ao conteúdo que está sendo ministrado, e à estrutura disponível na escola onde trabalha. Em todos os experimentos os resultados foram satisfatórios.

Palavras-chave:

Ensino de Física; Experimentação; Gravidade.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, acredita-se que a “descoberta” da gravidade seja atribuída aos primeiros seres humanos. Essa noção intuitiva, mas não científica sobre o fenômeno, vem da simples constatação de coisas que caem ou tombam. Entretanto, os trabalhos de Galileu Galilei sobre o tema tiveram como resultado a primeira descrição matemática do movimento de queda dos corpos, isto é: “a distância percorrida pelos corpos é proporcional ao quadrado do tempo de queda” e “a velocidade é proporcional ao tempo de queda”. Já Isaac Newton descobriu que a gravidade é universal, ou seja, não se trata de um fenômeno exclusivo da Terra, como até então acreditava-se (GASPAR, 2003; HEWITT, 2002).

Didaticamente, os estudantes do ensino médio aprendem a cinemática e a dinâmica do movimento de queda livre já no primeiro ano; no segundo ano, na introdução ao MHS de um pêndulo simples, retoma-se a ideia de gravidade ao se verificar que o período de oscilação do pêndulo depende somente da gravidade local e do seu comprimento. Com o intuito de incentivar a realização de experimentos durante a aula ou em laboratórios didáticos, quando disponíveis, revisaremos neste trabalho quatro procedimentos para a determinação da gravidade local, comparando sua eficiência e eficácia. O primeiro utiliza o arranjo da máquina

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Pouso Alegre. Pouso Alegre/MG - E-mail: viniciusest@hotmail.com.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Pouso Alegre. Pouso Alegre/MG – E-mail: marcio.ribeiro@ifsuldeminas.edu.br.

de Atwood, os dois seguintes exploram o movimento de queda livre e o quarto o pêndulo simples.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a determinação da aceleração da gravidade, utilizando a máquina de Atwood, executamos a montagem da figura 1(a):

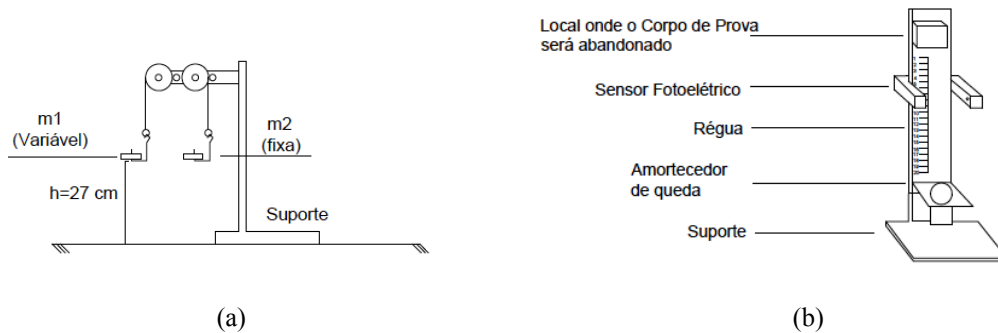


Figura 1: (a) Esquema da máquina de Atwood. Utilizamos duas polias para evitar a colisão entre as massas m_1 e m_2 . Em (b) temos a representação do experimento de queda livre. Fonte: elaborada pelos autores.

Para a tomada dos dados, variamos a massa 1 e fixamos a massa 2. A altura h , também

fixa, foi usada para calcular a aceleração a do sistema, isto é, $a = \frac{2h}{t^2}$; o tempo de queda t foi

medido com o auxílio de um cronômetro de telefone celular. A partir do diagrama de corpo livre, do arranjo da figura 1, mostra-se que a relação entre a e a aceleração da gravidade g é

dada pela equação $a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$. Assim, para cada valor de m_1 tem-se uma correspondente

aceleração. Do gráfico a versus $\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}$ foi possível obter o valor de g , numericamente igual ao coeficiente angular da reta encontrada.

Com o experimento de queda livre para a medida de g usamos um sensor fotoelétrico, um cronômetro digital e dois corpos de prova, um com dez divisões iguais e outro com dez divisões diferentes; cada uma das divisões corresponde a um deslocamento durante a queda. Abandonou-se o corpo de prova e, conforme ele caía, o cronômetro ligado ao sensor registrava os intervalos de tempo correspondentes a cada um dos deslocamentos. Com esses dados, determinamos a função horária do movimento e, conseqüentemente, sua aceleração, figura 1(b).

Sabe-se que o período de oscilação T de um pêndulo simples de comprimento L em

MHS é dado pela equação $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ (HALLIDAY; RESNICK; KRANE, 2011), onde g é a aceleração da gravidade que queremos determinar. Montamos o pêndulo no laboratório e medimos seu período de oscilação para um dado comprimento L . Em geral, adota-se para o valor de L a distância entre o ponto de suspensão do pêndulo até o local onde se prende a massa pendular. Entretanto, o comprimento “real” do pêndulo é aquele que se estende do ponto de sustentação até o centro de gravidade do sistema, o qual nesse caso é difícil de ser determinado através de uma medida direta como, por exemplo, utilizando uma trena, já que a distribuição de massa não é uniforme. Para resolver esse problema, fizemos a correção no valor de L sugerida por TAVARES (2014) e repetimos o procedimento para outros comprimentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados dos experimentos de queda livre, construímos os seguintes gráficos:

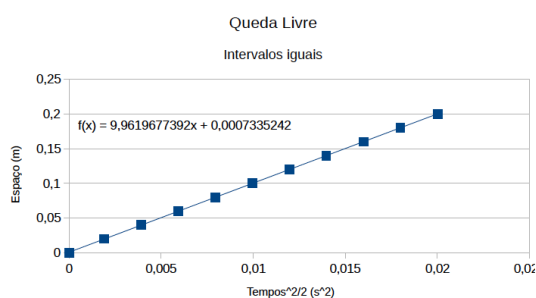


Figura 2: Resultado do experimento de queda livre. Corpo de prova com dez divisões iguais.

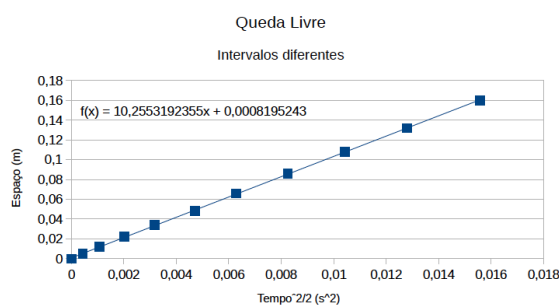


Figura 3: Resultado do experimento de queda livre. Corpo de prova com dez divisões diferentes.

A aceleração da gravidade obtida no experimento de queda livre, com o corpo de prova com dez divisões iguais, foi de $9,96 \text{ m/s}^2$. Já com o segundo corpo, aquele com dez deslocamentos diferentes, conseguimos $10,25 \text{ m/s}^2$. Calculamos as funções horárias pelo método dos mínimos quadrados. Acreditamos no êxito dos dois experimentos, já que o desvio percentual absoluto em relação ao valor tabelado, $9,81 \text{ m/s}^2$, foi de $1,5\%$ no primeiro e $4,5\%$ no segundo experimento.

Com a máquina de Atwood e o pêndulo simples, conseguimos $9,49 \text{ m/s}^2$ e $9,82 \text{ m/s}^2$, respectivamente. Os desvios percentuais absolutos foram $3,3\%$ e $0,1\%$, nessa ordem, em relação a $9,81 \text{ m/s}^2$. Aqui os ajustes também foram feitos pelo método dos mínimos quadrados, figuras 4 e 5:

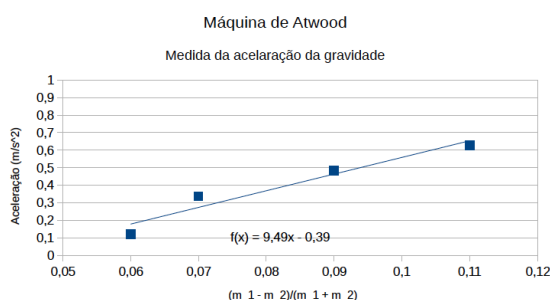


Figura 4: Gráfico com as medidas feitas na máquina de Atwood para a determinação de g .

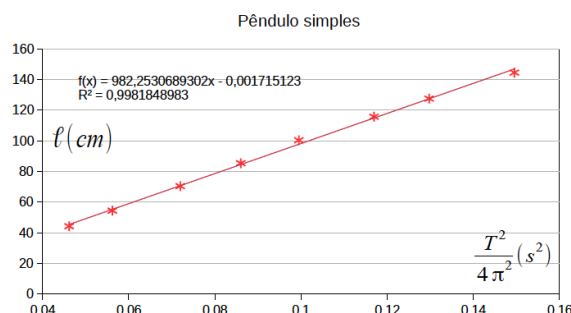


Figura 5: Resultado do experimento com o pêndulo simples.

Sobre os experimentos, é importante destacar: no pêndulo simples, antes de determinar o período de uma oscilação, medimos primeiro o tempo de dez oscilações completas, para isso o experimentador deve escolher adequadamente esse número e manter o MHS do sistema, minimizando efeitos indesejáveis, tal como o amortecimento que acontece naturalmente depois de um tempo que o pêndulo está oscilando; na máquina de Atwood o fator crítico é a tomada dos tempos, cada tempo de queda foi medido de quatro a seis vezes por dois experimentadores e adotou-se o tempo médio, nesse cálculo, medidas discrepantes foram desprezadas – esse cuidado é mais evidente à medida que o valor de m_1 torna-se maior que m_2 , aumentando a aceleração do sistema.

5. CONCLUSÕES

Comparamos quatro experimentos para a determinação da gravidade tradicionalmente usados nas aulas de laboratório de física. O melhor resultado foi com o sistema mais simples, feito com materiais de fácil acesso e baixo custo: o pêndulo simples. Incentiva-se, assim, que professores do ensino fundamental e médio utilizem experimentos e também demonstrações para enriquecer suas aulas.

REFERÊNCIAS

- GASPAR, A. Física: mecânica. 1ª edição. São Paulo: Ática, 2003. 384 p.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. Física 2. Tradutores Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco ... [et. al.]. 5ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 339 p.
- HEWITT, P. Física Conceitual. Tradutores Trieste Freire Ricci, Maria Helena Gravina. 9ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p.
- TAVARES, A. D.; OLIVEIRA, J. U. C. Mecânica Física: uma abordagem experimental e teórica. 1ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 441 p.