
PÊNULO SIMPLES - UM MÉTODO SIMPLES E EFICIENTE PARA DETERMINAR g : UMA SOLUÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO

Flavio Renato R. de Lima
João José Piacentini
Depto. de Física – UFSC
Florianópolis - SC

Uma das maiores dificuldades dos professores de ensino médio de Santa Catarina e mesmo do país é a falta generalizada de laboratórios para realização de experimentos em Física. Uma das experiências mais simples de se realizar (independente de existir um laboratório) é a do pêndulo simples, que pode ser construído com uma linha de nylon e, como corpo oscilante, uma pedra aproximadamente esférica, uma chumbada de pesca, etc. É importante que fique claro que o comprimento l do pêndulo é a distância do eixo de oscilação até o centro de massa do corpo (que pode ser encontrado suspendendo-se o corpo por dois pontos diferentes dele – as “linhas” verticais que partem desses dois pontos, ao se encontrarem, determinam o centro de massa do corpo). Assim, em um pêndulo cujo corpo oscilante é uma esfera, o comprimento do pêndulo é a soma do comprimento do fio com o raio da esfera. Outro fator que se deve ter em conta é a necessidade de se utilizar um comprimento de fio muito maior que o diâmetro da esfera. Isso minimiza erros que poderiam ser cometidos na determinação do centro de massa do corpo.

A maioria das escolas de ensino médio não possui cronômetros. Isso torna a medida do período (T) do pêndulo um fator crítico na determinação da aceleração da gravidade, já que quanto mais preciso o período, melhor o valor de g . Mesmo assim, o professor poderá usar um relógio comum que meça, pelo menos, o tempo em segundos. Coloca-se o pên-

dulo simples a oscilar e marca-se o tempo gasto para o pêndulo efetuar um determinado número de oscilações. O período (por definição, o tempo gasto em uma oscilação completa) será dado por:

$$T = \frac{t}{n}$$

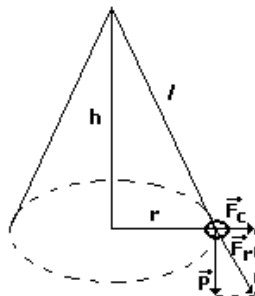
onde t é o tempo gasto para n oscilações completas do pêndulo. Deve-se notar que um número de oscilações (n) grande ajuda a diminuir erros que poderiam ser cometidos nas tomadas de tempo.

Uma vez resolvida a questão do equipamento, tem-se ainda que resolver um problema matemático: como deduzir a equação do período do pêndulo simples,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

para alunos que não possuem a mínima noção de cálculo diferencial? A solução aqui apresentada não é original, mas muito pouco divulgada. A maioria dos livros de ensino médio conhecidos ou simplesmente omitem o pêndulo simples ou apresentam a equação do período do pêndulo sem dar maiores explicações.

Pode-se supor um pêndulo descrevendo um cone ao se movimentar, como na figura abaixo. A esfera suspensa pelo fio descreve uma circunferência no plano horizontal. A força que tenciona a corda é a resultante entre a força peso e a força de reação centrífuga que a esfera aplica na corda (por simplificação, o referencial escolhido é o da esfera).



Analisando os dois triângulos da Fig. 1, vê-se que eles são semelhantes, pois:

$$h // P, l // F_r, r // F_c .$$

Pode-se escrever, então, que:

$$\frac{h}{P} = \frac{r}{F_c} \quad (1)$$

Lembrando que:

$$F_c = \frac{mv^2}{r}, \quad (2)$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}, \quad (3)$$

$$P = mg, \quad (4)$$

e substituindo (3) em (2), obtém-se:

$$F_c = \frac{m4\pi^2 r^2}{rT^2} = \frac{4\pi^2 rm}{T^2}. \quad (5)$$

Por sua vez, a substituição de (5) e (4) em (1) leva a:

$$\frac{h}{mg} = \frac{r}{\frac{4\pi^2 rm}{T^2}} .$$

Simplificando e rearranjando, ao se isolar T encontra-se:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{h}{g}}$$

Se for usado um comprimento do pêndulo (l) muito maior que o raio (r) do círculo descrito pela esfera, conforme a figura, então $h \cong l$ e pode-se escrever:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

que é a equação clássica do pêndulo simples.

Não se pode esquecer que, apesar de a equação resultante ser a clássica, o pêndulo aqui tratado não o é. Porém, é possível usar do mesmo artifício que a maioria dos livros de ensino médio utiliza para explicar o Movimento Harmônico Simples (“O MHS pode ser descrito como a projeção do Movimento Circular Uniforme”) e dizer do pêndulo simples: “O movimento do pêndulo simples é a projeção do movimento do pêndulo cônico”.

Determinada a equação do período do pêndulo simples, e já tendo estabelecido como medir o comprimento do pêndulo e seu período, pode-se encontrar o valor da aceleração da gravidade, bastando isolar g na equação deduzida anteriormente e substituir os valores medidos. Como exemplo, foi usado um pêndulo feito com uma pedra de formato irregular como corpo suspenso por um fio de nylon. O comprimento do pêndulo era de 234,50 cm, correspondendo a ele um período de 3,08 segundos (foram medidas 100 oscilações com um relógio de pulso que permitia leituras em segundos). O valor da aceleração da gravidade encontrado foi da ordem de 976 cm/s^2 .

Referências Bibliográficas

1. BRITO, A. A. S. – Um Pêndulo Simples Barato. Revista de Ensino de Física, Vol. 1, nº 1/Janeiro 1979.
2. LANDAU, L. & KITAIGOROVSKI, A. – Física para Todos, Editorial Mir, Moscou, 1963.
3. BAZIN, m. & LUCIE, P. – Por que e como estudar “o pêndulo simples” no básico? Revista de Ensino de Física, Vol. 3, nº 1/Março 1981.