
DISPOSITIVO DIDÁTICO – MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES VERSUS MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

Sandra Maria Couto Moreira
Ronaldo Luiz Neves Pinheiro
Luiz Carlos de Alvarenga
Depto. de Física – UFV
Viçosa – MG

I. Introdução

A escola brasileira tem uma deficiência crônica de meios auxiliares e de material de apoio ao ensino. Os professores preocupados com o processo ensino-aprendizagem precisam usar constantemente de sua criatividade na busca de soluções que, sendo simples e de baixo custo, resultem em um melhor aproveitamento para o estudante. Nesse processo, muitas vezes se conseguem resultados positivos, que acabam, em geral, ficando restritos ao local onde foram desenvolvidos. Tais resultados, se fossem repassados a outras instituições, poderiam ser utilizados, modificados e aperfeiçoados. Assim, num processo cíclico e mais dinâmico, haveria uma melhoria efetiva no ensino.

Neste sentido, descreve-se um dispositivo construído com a finalidade de proporcionar um melhor entendimento do movimento harmônico simples, já que sua compreensão plena é de importância fundamental no desenvolvimento de modelos para uma grande variedade de fenômenos físicos que ocorrem na natureza. Cordas de instrumentos musicais, colunas de ar em instrumentos de sopro, corpos presos por molas, átomos em redes cristalinas e campos eletromagnéticos são exemplos de sistemas que executam movimento harmônico.

II. Movimento harmônico simples e movimento circular uniforme

Qualquer movimento que se repete em intervalos de tempo iguais constitui um movimento periódico. O movimento periódico de uma partícula pode sempre ser expresso em função de senos e cossenos ⁽¹⁾, ou seja, pode ser representado por uma série de Fourier. Movimentos periódicos que podem ser descritos em termos de uma única coordenada de distância são chamados de movimentos oscilatórios ⁽²⁾.

O caso mais simples de movimento oscilatório é aquele em que não se consideram forças dissipativas atuando sobre o sistema. Tem-se, nesse caso, o movimento harmônico simples (MHS), com o sistema movendo-se, sob a ação de uma força restauradora proporcional ao seu deslocamento, em relação a uma posição de equilíbrio. Tal movimento mantém a amplitude de suas oscilações.

O exemplo mais comum de MHS talvez seja o de um corpo de massa M , preso a uma mola de constante elástica k , oscilando sem atrito sobre uma superfície horizontal (Fig.1). A equação desse movimento é (da segunda lei de Newton):

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} + kx = 0 . \quad (1)$$

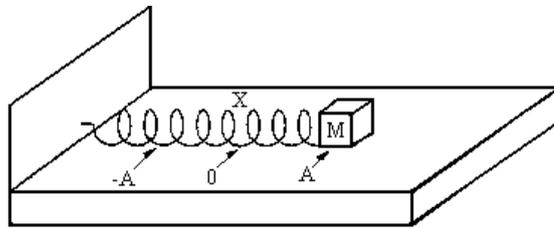


Fig.1- Movimento harmônico simples – Corpo de massa M , preso a uma mola de constante elástica k , oscilando sem atrito sobre uma superfície horizontal.

Essa é uma equação diferencial linear cuja resolução requer um conhecimento matemático um pouco mais aprofundado que geralmente os estudantes já têm quando são apresentados ao MHS. Existe, no entanto, uma maneira alternativa de se estudar o MHS sem a necessidade de resolução da equação (1), que consiste em relacioná-lo com o movimento circular uniforme (MCU), mais familiar ao estudante. Pode-se mostrar que, para um corpo que execute MCU, a projeção do movimento sobre um diâmetro da trajetória irá corresponder a um MHS do mesmo período que o MCU. Com essa correspondência, fica bastante simplificada a tarefa de determinar as funções que descrevem o MHS, bastando analisar o MCU associado.

As experiências já propostas ^(3,4) para demonstrar a correlação entre o MHS e o MCU exigem instrumentais e procedimentos sofisticados, nem sempre disponíveis.

III. O dispositivo

Com a finalidade de permitir, de forma simples, a visualização da correlação entre o MHS e o MCU, foi desenvolvido no Departamento de Física da Universidade Federal de Viçosa um dispositivo de apoio didático. Com ele, é possível uma visão frontal (bidimensional) e uma visão lateral (unidimensional) do movimento de um corpo em rotação.

O dispositivo construído, mostrado na Fig.2, consiste em um disco metálico de raio R , acoplado a um motor (sucata de toca-discos) que o faz girar com velocidade angular constante. Junto à extremidade externa do disco foi fixado um LED, de maneira a permitir sua rotação com o disco, executando um MCU de raio R . A conexão elétrica do LED foi feita por meio de escovas, apoiadas sobre discos metálicos giratórios ligados aos terminais do LED, conforme mostrado na Fig.3. Fixou-se o conjunto no interior de uma caixa de madeira com tampa móvel, de forma a se poder, quando conveniente, observar o MCU do LED. No plano do disco, abriu-se uma fenda na caixa para permitir a visualização do movimento do LED. Devido ao fato de a caixa ter seu interior pintado de preto, há perda da noção de profundidade, dando a impressão de o movimento do LED ficar restrito a uma linha paralela à fenda, isto é, o movimento do LED é visto como um movimento harmônico simples de amplitude R .

IV. Conclusões

Esse dispositivo, utilizado como ferramenta de demonstração da correspondência entre o MHS e o MCU, apresentou resultados surpreendentes entre os alunos de Física Geral da UFV, facilitando sobremaneira a compreensão do assunto. Em consequência, conforme demonstrado por avaliações realizadas, o mesmo grau de domínio do conteúdo foi atingido pelos alunos em um tempo 50 % menor quando utilizado o aparelho descrito.

Com base nos resultados apresentados, pode-se perceber que existe estímulo suficiente para que se busque o aperfeiçoamento do aparelho, de modo a tornar possível a extensão da idéia à superposição de dois movimentos harmônicos simples.

Finalmente, considerando que o aparelho construído ficou com peso aproximado de 3,80 kg e dimensões de 15,5 x 29,0 x 32,0 cm, vê-se que ele é um meio de apoio didático portátil, fácil de ser transportado e utilizado, não requerendo nada em especial além de uma tomada da rede elétrica.

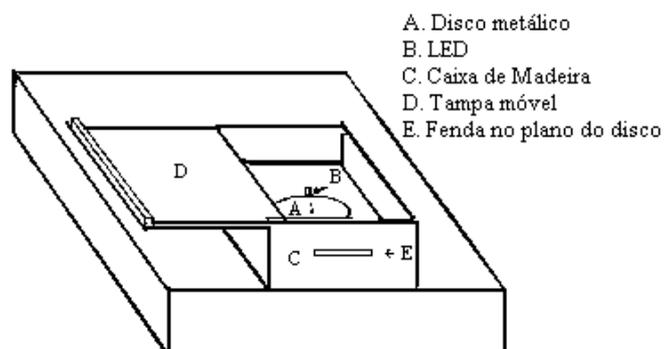


Fig.2- Dispositivo de apoio didático construído.

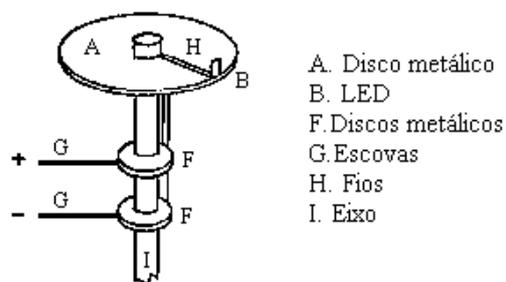


Fig.3- Detalhe da conexão elétrica do LED.

V. Agradecimentos

Os autores agradecem a Airton Araújo da Silva pela valiosa colaboração no desenvolvimento do dispositivo.

VI. Referências

1. RESNICK, R.; HALLIDAY, D. **Física**. 4 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984. v. 2. 309 p.

2. McKELVEY, J. P.; Grotch, H. **Física**. São Paulo: Harbra, 1979.
3. FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **The Feynman lectures on physics**. Addison-Wesley, 1972. v. 1.
4. PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE. **Guia do professor de Física**. São Paulo: FUNBEC – CECISP, 1968. parte 3. 274 p.