



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Montando um pêndulo isócrona

Diego D. Uzêda

&

Carlos Farina de Souza

Material instrucional associado à dissertação de mestrado de Diego D. Uzêda, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro
2011

Apêndice F

Proposta de atividade experimental

Apresentamos, aqui, uma pequena proposta de atividades experimentais de baixo custo que podem ajudar na compreensão e consolidação de alguns tópicos da teoria abordada no Capítulo 1. As atividades podem ser feitas em grupo ou individualmente.

F.1 Construindo uma cicloide

1. Construção cinemática

Fixe um lápis ou caneta na extremidade de um disco (um CD por exemplo), faça-o girar sem deslizar sobre uma superfície plana horizontal até que complete uma volta. Desenhe a trajetória descrita por ele sobre uma cartolina.

2. Construção algébrica

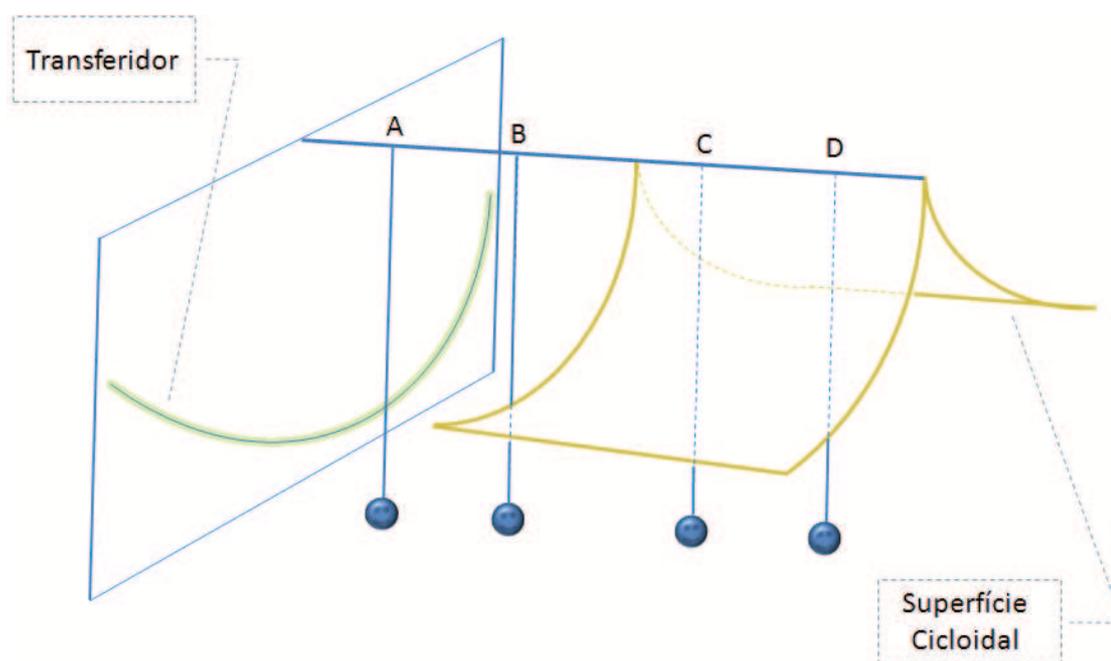
A partir das equações paramétricas da cicloide, marque, num papel milimetrado, os pontos de $x(\theta)$ e $y(\theta)$ escolhendo valores genéricos para θ (em radianos), com raio R sendo igual ao raio do disco utilizado na construção cinemática anterior.

Agora, verifique que os desenhos coincidem.

As cicloides geradas poderão servir como moldes para as superfícies cicloidais a serem utilizadas como obstáculos laterais na confecção de um pêndulo ciloidal a ser construído (caso você ache pequeno o raio de um CD, pode redimensionar o problema utilizando, por exemplo, um disco de vinil).

F.2 Construindo uma estrutura de pêndulos

Construa obstáculos cicloidais rígidos, de madeira (procure um marceneiro) ou usando folhas de alumínio. Com os obstáculos cicloidais prontos, prendas-os em uma haste que, por sua vez, deverá ser fixada a um anteparo rígido. Nesse anteparo fixe um transferidor grande e de fácil leitura. Agregue à haste quatro pêndulos de comprimento duas vezes maior do que o diâmetro do disco geratriz dos obstáculos cicloidais construídos. Verifique se a haste está suficientemente fixa, para que não esteja balançando com as oscilações dos pêndulos. Apresentamos, abaixo, um esquema simplificado da estrutura de pêndulos sugerida.



F.3 Isocronismo do pêndulo cicloidal

De posse da estrutura de pêndulos que você acabou de construir, você realizará pequenos experimentos demonstrativos a respeito do período de pêndulos simples e pêndulos cicloidas.

1. Abandone simultaneamente os pêndulos **A** e **B** a partir do repouso e com pequenas amplitudes de oscilação (entre 0° e 20°) mas faça isso escolhendo amplitudes diferentes para cada pêndulo. Verifique que os pêndulos **A** e **B** começam a se movimentar em fase e permanecem em fase por muitas oscilações, mostrando que, para pequenas amplitudes, o pêndulo simples é isócrono, como descoberto por Galileu. Repita muitas vezes esse procedimento, mantendo sempre pequenas amplitudes de oscilação e veja quanto tempo (medido em número de oscilações) leva para que se defasem substancialmente (de $\pi/2$, por exemplo, caso em que quando um deles está com amplitude máxima, o outro está na vertical).
2. Agora, abandone o pêndulo **A** com grande amplitude (ângulos próximos a 70° ou 80° , por exemplo) e, simultaneamente, o pêndulo **B** com uma amplitude tão pequena quanto no item anterior (por exemplo, menor do que 10°). Verifique que os pêndulos **A** e **B** rapidamente se defasam. Veja, por exemplo, quantas oscilações de um deles se passaram até que a defasagem entre os dois fosse de $\pi/2$ e verifique que esse número foi bem menor do que no experimento anterior. Esse experimento deixa evidente que, na verdade, o pêndulo simples não é isócrono, mas seu período depende da amplitude de oscilação.
3. Repita mais uma vez o experimento anterior, mas agora se preocupando em observar qual dos pêndulos irá se atrasar em relação ao outro. Você irá verificar que o de maior amplitude é o que se atrasa, mostrando que, quanto maior a amplitude, maior será o período das oscilações.

4. Por fim, você verificará agora o isocronismo do pêndulo cicloidal. Com esse objetivo, abandone simultaneamente o pêndulo simples **B** e o pêndulo cicloidal **C**, mas escolhendo pequenas amplitudes para o primeiro e grandes amplitudes para o segundo. Verifique que tais pêndulos permanecerão em fase por muito tempo, mesmo que suas amplitudes sejam muito diferentes entre si. Caso venham a se defasar com o passar do tempo, provavelmente é porque a superfície cicloidal não foi construída com perfeição (os comprimentos dos pêndulos e os objetos em seus extremos devem ser idênticos para que novas fontes de erros sejam evitadas).
5. Bem, nesse último item deixamos você à vontade para criar seu próprio experimento. Por exemplo, você pode construir pêndulos com comprimentos diferentes e verificar o que acontece ao repetir alguns dos procedimentos anteriores, ou pode tentar verificar de forma mais quantitativa a dependência do período com a amplitude, uma vez que você tem a expressão exata do período de um pêndulo simples para qualquer amplitude de oscilação, fórmula escrita no Capítulo 1 desta tese (e tem um transferidor na estrutura de pêndulos construída).