

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE TRACKER PARA DETERMINAÇÃO DO MOMENTO DE INÉRCIA DE UM PÊNDULO FÍSICO

Augusto Luvisa Dessanti¹

Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Farroupilha

Alexandre J. Bühler²

Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Farroupilha

Resumo: Este artigo aborda a utilização do software Tracker como uma ferramenta de auxílio na aquisição de dados por meio de vídeo. O software é voltado para a área da dinâmica, a qual estuda o movimento dos corpos, como a queda livre, movimento retilíneo e até fenômenos mais complexos como o pêndulo físico, o qual será visto nesse artigo.

Palavras-chave: Tracker, Aquisição de dados, Física experimental, Pêndulo físico.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física, de forma a priorizar a internalização de conceitos pelos alunos, é dependente de aulas práticas. Experimentos em Física são, muitas vezes, essenciais para a compreensão do fenômeno ou conceito em estudo (GALIAZZI et al., 2001). Aulas de Física experimental podem ser divididas em dois tipos: atividades observacionais, onde o aluno apenas observa o fenômeno e é capaz de realizar algumas observações conceituais e atividades de caráter quantitativo, onde os alunos são capazes de provar um modelo físico através de uma equação. Um exemplo típico do primeiro caso seria um sistema massa-mola onde o aluno observa que a frequência de oscilação diminui conforme a massa aumenta ou a rigidez da mola diminui. Já no segundo caso, o experimento deve ser capaz de comprovar que a frequência depende da raiz quadrada da rigidez da mola dividida pela massa. Fica claro que no segundo caso, um sistema de aquisição de dados é fundamental. Dados experimentais podem ser adquiridos apenas observando o experimento e fazendo anotações em função do tempo, por exemplo, porém também podem ser automatizados. Sistemas de aquisição automatizados sempre proporcionam mais precisão no experimento. Infelizmente, o custo de sistemas de aquisição de dados é em geral elevado para a escola básica e mesmo para o ensino superior. Dessa forma, o software Tracker (BROWN, 2019) se apresenta como uma excelente alternativa por ser totalmente gratuito e relativamente simples de usar. O programa funciona analisando quadro a quadro o vídeo do fenômeno que se pretende analisar. O Tracker, portanto, é capaz de fornecer a posição em função do tempo, quadro a quadro, de qualquer ponto do vídeo, desde que seja fornecida uma referência de escala. É possível encontrar diversos exemplos de trabalhos que utilizaram o Tracker como sistema de

¹ E-mail: augustodessanti@gmail.com

² E-mail: alexandre.buhler@farroupilha.ifrs.edu.br

aquisição de dados. Dois exemplos interessantes são o estudo da queda de objetos em meio fluido (SIRISATHITKUL et al., 2013) e o pêndulo físico (BONVENTI; ARANHA, 2015). Sistemas mais complexos também podem ser analisados, como sistemas de vibração com mais de um grau de liberdade (BÜHLER et al., 2019). Este trabalho apresenta, de forma didática e acessível, o uso do Tracker na determinação do momento de inércia de um pêndulo físico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um pêndulo físico consiste simplesmente de um corpo rígido suspenso por um ponto que não esteja localizado sobre seu centro de gravidade. A frequência de oscilação de um pêndulo físico depende do torque devido ao peso do corpo (mgD) e do momento de inércia deste (I). A Eq.(1) fornece a frequência de um pêndulo físico, dada em rad/s.

$$\omega = \sqrt{\frac{mgD}{I}} \quad (1)$$

Na Eq. (1), D é a distância entre o eixo de rotação e o centro de gravidade do pêndulo.

Medindo a massa do corpo e a distância do eixo de rotação em relação ao centro de gravidade (D) podemos obter experimentalmente o momento de inércia, desde que seja possível medir a frequência natural de oscilação (ω).

$$I = \frac{mgD}{\omega^2} \quad (2)$$

Se a frequência natural estiver expressa em Hz (f), então a Eq.(2) fica:

$$I = \frac{mgD}{(2\pi f)^2} \quad (3)$$

Se o pêndulo físico for uma barra de comprimento L , largura a e massa m , é possível demonstrar que o momento de inércia em relação ao centro de massa é dado por:

$$I = \frac{m}{12}(a^2 + L^2) \quad (4)$$

Aplicando o teorema dos eixos paralelos, obtemos o momento de inércia da barra em relação a sua extremidade.

$$I = \frac{m}{12}(a^2 + 4L^2) \quad (5)$$

Finalmente, para o caso em que eixo de rotação esteja a uma distância (D) qualquer do centro de gravidade, o momento de inércia fica:

$$I = \frac{m}{12}(a^2 + L^2 + 12D^2) \quad (6)$$

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para representar um pêndulo físico foi escolhida uma tábua retangular de MDF semelhante a uma barra, com dimensões de $0,445 \pm 0,0005m$ por $0,057 \pm 0,0005m$.

Para originar a oscilação do pêndulo, a tábua é presa a um suporte e recebe uma leve angulação (inferior a 10°). Posicionando a câmera de uma forma estável, centrada e perpendicular ao objeto é iniciada a gravação que será usada posteriormente analisada no Tracker. A Figura 1 apresenta uma captura de tela do software Tracker na análise do vídeo onde é registrada a oscilação do pêndulo.

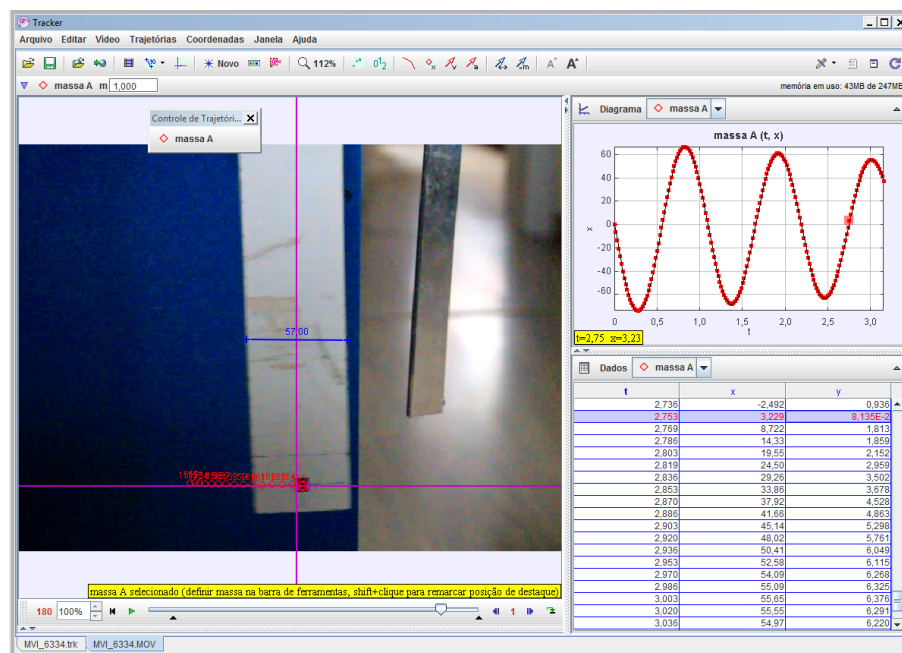


Figura 1: Captura do software enquanto é feita a análise do vídeo

Para obter a frequência angular de oscilação, necessária para calcular o momento de inércia da barra, os valores medidos de posição por tempo são ajustados por uma função seno. Para o caso estudado neste trabalho a frequência encontrada foi de $5,74 \text{ rad/s}$ ou $0,965 \text{ Hz}$.

Para o cálculo do momento de inércia, de acordo com a Eq. (6) foram usados as seguintes constantes:

- massa da madeira(m) = $0,348 \pm 0,001kg$
- aceleração da gravidade(g) $\approx 9,806 \text{ m/s}^2$
- Distância entre o eixo de rotação e o centro de massa(d) = $0,222 \pm 0,0005m$

3.0.1 Testes

Observando o gráfico e a equação feitos pelo Tracker pode-se achar a frequência do pêndulo($f \approx 0,965Hz$), juntamente com os dados já obtidos por medição e pesagem do objeto

usado, podemos verificar a sua coerência com os valores calculados para o momento de inércia de uma barra.

4 RESULTADOS

Utilizando a Eq. (6) e os dados medidos para fazer o cálculo do momento de inércia foi obtido o valor de $0,0110 \text{ Kg.m}^2$.

Substituindo a frequência encontrada pelo Tracker na Eq. (2) foi obtido um valor de $0,0113 \text{ Kg.m}^2$ para o momento de inércia.

Comparando os dois resultados verifica-se uma diferença de apenas 2,6%, o que evidencia o método experimental para determinação do momento de inércia por meio da medida da oscilação do pêndulo.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que o Tracker é uma interessante ferramenta para aquisição e análise de dados, podendo oferecer razoável precisão, além de ser gratuito e de fácil manuseio. No experimento proposto neste trabalho a análise via software apresentou uma diferença de apenas 2,6% em relação ao valor obtido pelo cálculo via propriedades do corpo. Parte dessa diferença pode ser atribuída ao fato do eixo de rotação do pêndulo não ter sido posicionado exatamente sobre o eixo de simetria da barra (exatamente na metade da largura). Para o experimento foi utilizada uma câmera de vídeo com registro de 60 quadros por segundo. Esta taxa de amostragem se mostrou suficiente para uma análise detalhada da oscilação do pêndulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONVENTI, W.; ARANHA, N. Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do “tracker”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173721728>, v. 37, n. 2, p. xx, 2015.

BROWN, D. **Tracker - Video Analysis and Modeling Tool**. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://physlets.org/tracker/>>. Acesso em: 29 aug. de 2019.

BÜHLER, A. J. et al. Comparação entre simulação e sistema real de vibração com dois graus de liberdade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0296>, v. 41, n. 4, p. xx, 2019.

GALIAZZI, M. do C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132001000200008>, v. 7, n. 2, p. 249 – 263, 2001.

SIRISATHITKUL, C. et al. Digital video analysis of falling objects in air and liquid using tracker. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172013000100020>, v. 35, n. 1, p. xx, 2013.
