



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Pêndulo de Foucault

Bianca Aureliano

Giullia Santis

Victória Faustino

Sorocaba

2015

Introdução

Até o ano de 1851, todas as informações a respeito do movimento de rotação da Terra eram obtidas através de observações astronômicas, sobre o movimento das estrelas. Uma explicação antiga era que as estrelas estariam “presas” a uma esfera que gira sobre a Terra, mas a aceitação de que a Terra não era o centro do universo derrubava esta hipótese.

O experimento de Foucault consiste em uma das maneiras mais simples e elegantes de se provar a rotação da Terra, que até hoje é admirada por sua simplicidade na forma de integração entre o ser humano e a natureza, sendo considerada por muitos físicos como um dos dez mais belos experimentos científicos.

O pêndulo de Foucault consiste em um dispositivo composto por uma massa m suspensa por um fio l , onde seu ponto de apoio é livre para girar.

A princípio, a expectativa era que o pêndulo oscilasse em um movimento retilíneo em um único plano vertical. No entanto, o que foi observado é que a oscilação do pêndulo parecia girar com o tempo, mudando sua direção em relação a esse plano considerado.

Quando o pêndulo é colocado em movimento, pelas Leis de Newton, sua oscilação depende somente da força gravitacional, da tração do fio e da resistência do ar, que faz diminuir a amplitude das oscilações com o passar do tempo. Nenhuma outra força age para explicar a mudança de direção da oscilação do pêndulo. Em Paris, a rotação é medida em cerca de 10° por hora, no sentido horário.

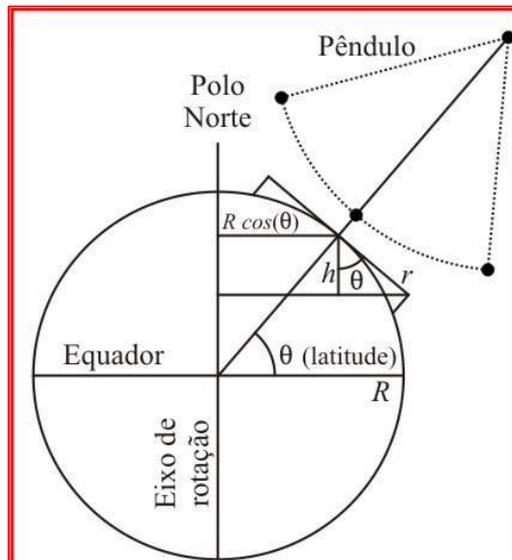
Mas, se não há nenhuma força atuando no pêndulo para que mude a direção da oscilação, por que o pêndulo gira? Na verdade, o pêndulo não gira. É o plano contido pela Terra que está girando! O plano de oscilação do pêndulo permanece constante. Nós, os observadores, temos a impressão de que o pêndulo gira, por que estamos “presos” à Terra.

Para expor sua descoberta, Foucault fez uma apresentação em público, já que descobertas científicas eram de interesse da população como uma atração. Foucault suspendeu na cúpula do Panthéon uma das extremidades de um fio com cerca de 70 metros de comprimento e na outra extremidade colocou uma massa esférica de $30kg$. Em repouso, esse sistema ficava posicionado no centro de uma circunferência com $6m$ de diâmetro, na qual cada grau foi dividido em quatro partes. Após sucessivas oscilações, observou-se que o pêndulo movimentava-se no sentido horário, mudando seu plano de oscilação em cerca de $11^\circ 15'$ por hora, realizando uma volta em 32 horas. Aplicando as proporções, obtemos:

$$\begin{cases} 11^\circ, 15' = 1h \\ 360^\circ = x \\ x = 32h \end{cases}$$

Foucault comprovou que o tempo gasto para completar uma volta dependia da latitude do local da experiência. Um pêndulo situado no Polo Norte daria uma volta completa em exatamente 24 horas no sentido horário; já para um pêndulo situado no Polo Sul, uma volta completa se daria também em 24 horas, mas no sentido anti-horário. Já para um pêndulo localizado na linha do Equador, o tempo gasto para completar uma volta seria infinito, ou seja, o pêndulo não giraria, mantendo sua trajetória retilínea.

Podemos fazer uma representação matemática da experiência realizada por Foucault, onde θ é a latitude do local em que o experimento foi realizado, R é o raio da Terra e r é o raio da oscilação do pêndulo no plano:



O período t para o pêndulo realizar uma volta completa em torno de seu eixo de rotação é dado pela razão entre o comprimento da circunferência descrita pelo pêndulo no plano igual a $2\pi r$ e a variação da velocidade, ou seja:

$$\Delta v = \omega \cdot r \cdot \text{sen}(\theta)$$

onde ω é a velocidade angular da Terra. Desta forma, temos que:

$$t(\theta) = \frac{2\pi r}{\omega \cdot r \cdot \text{sen}(\theta)} = \frac{24h}{\text{sen}(\theta)}$$

Nos polos, $\theta = 90^\circ$, e o período de giro completo no plano em que se encontra o pêndulo será de 24 horas, na linha do Equador, $\theta = 0^\circ$, comprovando matematicamente o que um observador poderá concluir ao fazer o experimento neste local, que o tempo será infinito

Objetivo

Através da oscilação do pêndulo podemos analisar a rotação da Terra, bem como observar o hemisfério em que nos encontramos a partir da oscilação obtida (x,y) . É possível, também, calcular o período, frequência e frequência angular.

Materiais e Métodos

- 3 canos de pvc (130cm)
- Fita adesiva
- Chumbo (180g) → Pêndulo (11 cm)
- Fio de nylon (comprimento ajustável)
- 1 folha de cartolina
- Transferidor
- Régua
- Folha de papel
- Cola

Primeiramente, posicionou-se os canos de pvc, distanciados com mesmo ângulo, de maneira a formarem um tripé (127cm). Foi utilizado a fita adesiva para prender os canos e firma-los no ângulo definido. A partir disso, foi cortado um fio de comprimento ajustável e, logo após, pendurou-se o pêndulo (11cm, 196 g) milímetros do chão.

Para o pêndulo, foi usado um peso de chumbo (geralmente usado na pesca) e nele, foi preso uma pequeno cone de papel com ponta, esta será usada para minimizar os possíveis erros de medição. Este foi preso em um fio de nylon de comprimento ajustável.

Em seguida, foi desenhado um círculo de diâmetro 58,5cm, na cartolina, e nele foi marcado os ângulos, de 0° a 360°. O círculo de cartolina foi posicionado com o centro no exato ponto onde o pendulo quase toca o chão.

A partir disso, dando um pequeno impulso no pendulo, será possível calcular o que foi proposto.

Resultados

Primeiro foi calculado o Período do Pêndulo de Foucault, com um cronometro foram marcando cinco vezes 10 oscilações do Pêndulo e em seguida o tempo foi anotado, dando origem à tabela 1 abaixo:

Período (s)
2,14
2,09
2,08
2,06
2,07
Total: (2,08 ± 0,02)

Tabela 1: Referente ao período em segundos, sendo o total composto pela média e o desvio padrão.

Após calcular o período, foi calculado (cinco vezes) a frequência utilizando-se a fórmula:

$$T = 1/f \text{ ou seja,}$$

$$f = 1/T$$

Frequência (Hz)
0,46
0,47
0,48
0,48
0,48
Total: (0,474 ± 0,008)

Tabela 2: Referente à frequência em hertz, o total é composto pela média e o desvio padrão.

Enfim, por último foi calculado a frequência Angular, também cinco vezes, através da equação abaixo,

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f,$$

Frequência Angular (ω)
2,89
2,95
3,01
3,01
3,01
Total: (2,97 ± 0,04)

Tabela 3: Referente à frequência Angular em radianos por segundo, o total é composto pela média e o desvio padrão.

Discussão

A partir desse experimento, Pêndulo de Foucault, foi possível calcular período, frequência e frequência angular; foi obtido resultados satisfatórios mesmo com possíveis erros de instrumento e erro humano. O experimento não pode ser didaticamente preciso pois, se encontrava em uma escala menor, o que dificultava a sua demonstração comparado à o experimento do Pêndulo de Foucault que se encontra em Paris.

Referências

<http://www.if.ufrgs.br/historia/foucault.html>

<http://www.inape.org.br/colunas/fisica-conceito-historia/pendulo-foucault>

http://www.feiradeciencias.com.br/sala05/05_15.asp