

4300156 - Gravitação

Marcos Vinicius de Moraes

Estudo dirigido III *Pêndulo de um segundo*

Christian Huygens, um dos grandes cientistas do século XVII, fez contribuições importantes no estudo do pêndulo, particularmente ao desenvolver uma compreensão mais precisa do seu comportamento. Por volta de 1673, Huygens realizou uma de suas descobertas mais notáveis: a ideia do **pêndulo de 1 segundo**, ou seja, um pêndulo cujo período de oscilação seria exatamente de **dois segundos** (um segundo para cada direção). Isso significava que o comprimento do fio desse pêndulo poderia ser usado como uma constante universal para medir o tempo.

Huygens tentou aplicar o pêndulo para ajudar na determinação da longitude durante as navegações marítimas, um problema crucial na época. Embora ele não tenha conseguido resolver a questão da longitude com o pêndulo, essa tentativa foi uma das motivações para seu estudo aprofundado desse instrumento. Outro ponto importante de sua pesquisa foi o desenvolvimento de um dispositivo que tornava o pêndulo *isócrono*, ou seja, que mantinha o mesmo período independente da amplitude, usando o conceito de cicloides — uma inovação fundamental para garantir a precisão dos relógios de pêndulo.

Um dos desdobramentos mais importantes do pêndulo de Huygens foi quando o francês Jean Richer, em 1672, levou um pêndulo de 1 segundo, calibrado em Paris, para a Guiana Francesa. Lá, ele fez uma descoberta notável: o pêndulo não mantinha o mesmo período de oscilação, o que indicava que a aceleração gravitacional g era diferente na Guiana Francesa. Richer observou que o pêndulo oscilava mais devagar, e para que ele voltasse a oscilar com o período correto, foi necessário encurtar o fio em aproximadamente 2,8 milímetros. Isaac Newton, no livro *O Sistema do Mundo (Tratado Matematicamente)*, escreve que

“E, primeiro de todos, no ano de 1672, o Sr. Richer notou isso na ilha de Cayenne¹, pois quando, no mês de agosto, ele estava observando as passagens das estrelas fixas pelo meridiano, ele observou seu relógio indo mais lentamente do que devia em relação ao movimento médio do sol na razão de 2min28seg por dia.”

Um dos motivos dessa diferença na aceleração gravitacional é que a Terra não é perfeitamente esférica, mas sim **achatada nos polos e mais larga no equador**. Essa observação de Richer foi essencial para Newton, pois ajudou a confirmar sua teoria da gravitação universal, que previa variações na força gravitacional com base na distância ao centro da Terra e na forma oblata do planeta.

¹Guiana Francesa, atualmente

Atividade proposta

O período de um pêndulo simples é dado pela equação

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

onde T é o período de oscilação, L é o comprimento do pêndulo e g a aceleração gravitacional. Considerando a aceleração gravitacional padrão de $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$, encontre o comprimento do fio L de um pêndulo de um segundo.

Agora, com o pêndulo devidamente calibrado, ou seja, com o comprimento L ajustado de modo que o período T seja exatamente dois segundos, você decide viajar para o Rio de Janeiro levando o pêndulo com você. No Rio de Janeiro, a aceleração gravitacional é $g' = 9,788 \text{ m/s}^2$. Calcule o novo comprimento L_{RJ} necessário para que o período T do pêndulo permaneça exatamente dois segundos, levando em consideração essa nova aceleração gravitacional.