

# Os pêndulos comunicadores!

Constança Providência<sup>1</sup>, Rita Wolters<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CFisUC, Departamento de Física, Universidade de Coimbra

<sup>2</sup> Ilustradora

## Material

- duas garrafas cheias de água
- cordão
- duas porcas
- linha
- cronómetro

## Relógios e o pêndulo



Figura 1: Relógio de pêndulo.

Este ano, o prémio Nobel da Física foi atribuído aos físicos Pierre Agostini, Ferenc Krausz e Anne L'Huillier por terem proposto um método experimental que permite medir intervalos de tempo muito, muito pequenos. É um método muito importante para podermos compreender como se comportam as pequenas partículas que formam a matéria. Imagina medir com uma ampulheta de 3 minutos o tempo necessário para correr 100 metros: o campeão olímpico demora menos de 10 segundos... A ampulheta de 3 minutos não nos permite fazer aquela medição. O mesmo acontece com a duração dos processos que ocorrem dentro destas pequenas partículas como os átomos e moléculas: os métodos de medir o tempo não serviam. Desde tempos passados, o ser humano tem desenvolvido técnicas variadas para medir o tempo. Exemplos dos mais antigos são as ampulhetas, clepsidras, relógios de sol, relógios de pêndulo. Presentemente, todos carregamos um cronómetro no nosso telemóvel que mede centésimos de segundos...



Figura 2: Ampulheta.

E porque é que o pêndulo pode ser usado como um relógio? Faz a seguinte experiência com um colega: enche duas garrafas de água e estica um cordão entre os gargalos de ambas de modo que as garrafas fiquem a cerca de 30 cm de distância. Fixa as pontas do cordão a cada uma das garrafas. Estica bem o cordão afastando as garrafas. Este será o suporte do pêndulo. Precisas agora de linha e de um objeto como uma porca de aço que consigas prender na linha. Pendura a linha com a porca atando a linha ao cordão com um nó (figura 3). Já tens um pêndulo pronto a testar. Para verificares que realmente ele pode servir para medir o tempo coloca-o a oscilar. Conta 20 oscilações pedindo ao teu colega que meça o tempo num cronómetro: terás de avisar quando comesças a contar e quando paras. Faz esta medição 3 vezes. Quanto tempo decorreu? Confirma que um pêndulo pode ser usado como um relógio? E que intervalos de tempo o teu pêndulo consegue distinguir? Se 20 oscilações demorarem 15 segundos, consegues medir intervalos de tempo da ordem do segundo o que é muito bom: certamente melhor que a ampulheta de 3 minutos para medir o tempo que demoras a correr 100 metros.

Chamamos à frequência de oscilação do pêndulo a sua frequência de ressonância. Se não houvesse atrito ficaria a oscilar para sempre. Em situações especiais, o pêndulo consegue transferir a sua energia para outro pêndulo

irmão, isto é, com a mesma frequência de oscilação e depois voltar a recebê-la. Faz a seguinte experiência e verás como dois pêndulos irmãos colocados um ao lado do outro gostam de comunicar: diríamos que estão a conversar um com o outro.

Prepara um pêndulo igualzinho ao primeiro feito de uma porca igual e com um fio do mesmo comprimento e pendura-o ao lado do primeiro a menos de 10 cm de distância, tendo o cuidado de que ambos tenham o mesmo comprimento de fio: devem ser relógios iguais. Poderás verificar que se mudares o comprimento do fio do pêndulo o tempo que cada oscilação demora será diferente.

Agora prepara-te para observar os dois pêndulos a comunicar. Ambos os pêndulos devem estar parados no início. Coloca um dos pêndulos a oscilar e observa o que se passa a seguir.

O que observaste?

O primeiro pêndulo começa a ter oscilações cada vez mais pequenas mas entretanto o segundo pêndulo começa a oscilar, até que o primeiro quase para e o segundo oscila como inicialmente o primeiro pêndulo fazia. Continuando a observar vemos que passado pouco tempo volta a ser o primeiro pêndulo a oscilar e o segundo quase para. E este comportamento vai-se repetir várias vezes até que, devido ao atrito, ambos os pêndulos param.

Mas afinal o que se passou? A energia do primeiro pêndulo passa através do cordão para o segundo pêndulo. E depois volta a suceder o contrário e a energia que entretanto tinha sido transmitida ao segundo pêndulo volta a ser transmitida ao primeiro pêndulo. Estas transferências continuariam indefinidamente se a energia não se fosse perdendo, por atrito, nestes processos. Concordas que os pêndulos parece estarem a conversar um com o outro?

Como podes imaginar estes efeitos complicam a situação quando queremos construir um relógio mecânico que se mantenha certo. Temos que evitar qualquer mecanismo que possa originar estas transferências de energia.

### Agradecimentos

Agradecemos à Lucília Brito pela leitura atenta e as sempre ótimas sugestões.

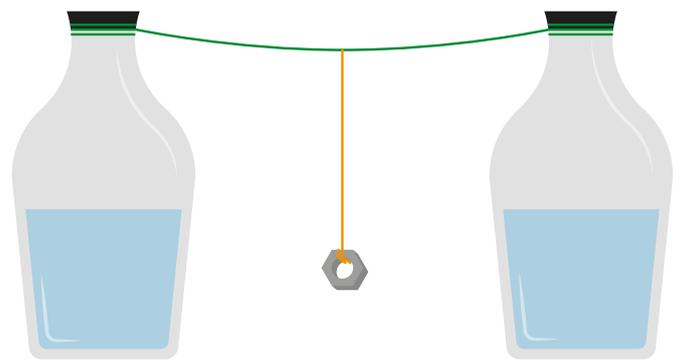


Figura 3: Montagem garrafas com um pêndulo

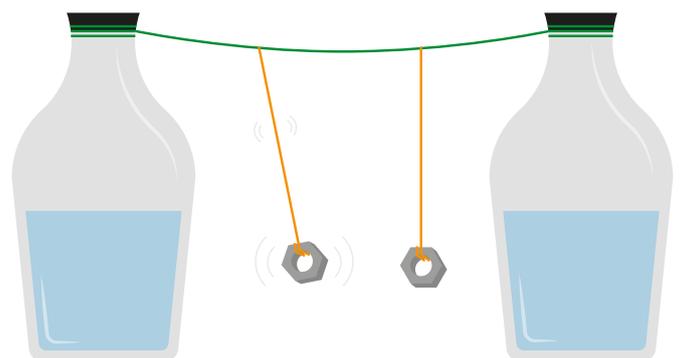
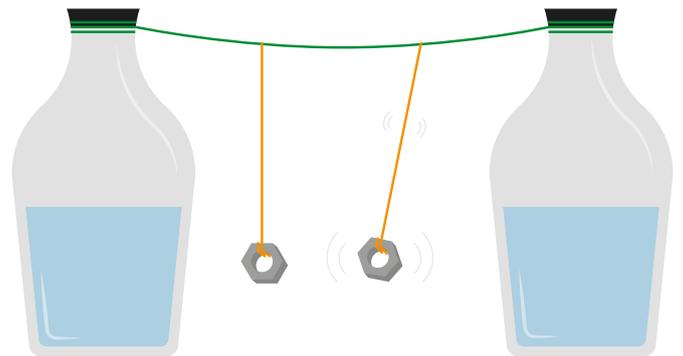


Figura 4: Montagem com dois pêndulos a) oscila o pêndulo da direita; b) oscila o pêndulo da esquerda