

Sociedade Portuguesa de Física  
Olimpíadas de Física - Etapa Regional

4 de maio de 2019

Duração: 1 h 25 min

**Prova Experimental - Escalão B**

**Experiências com atrito**

As forças de atrito, por se oporem ao movimento dos corpos, terão sido objeto de estudo desde tempos imemoriais. Não é difícil acreditar que o transporte de pesados blocos de pedra para as fabulosas construções das civilizações da antiguidade tenha sido motivo de estudos sobre o atrito pelos engenheiros responsáveis por estas obras. Contudo, foi apenas com as experiências de Leonardo da Vinci, descritas nos seus cadernos, que há registos das primeiras investigações sobre o atrito.

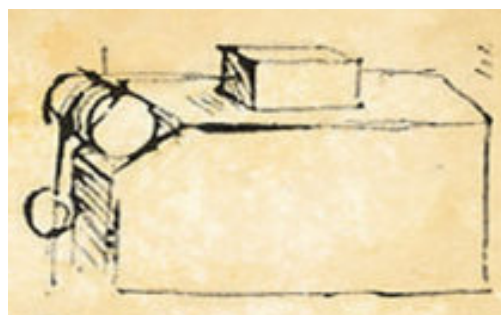


Figura 1: Cópia de uma das ilustrações de Leonardo da Vinci, de uma experiência dedicada ao estudo do atrito entre corpos.

Neste trabalho prático iremos visitar uma das experiências feita por Leonardo da Vinci, representada na figura 1, para estudo do atrito entre um bloco de madeira e uma superfície horizontal, também de madeira.

Como sabes, a força de atrito entre superfícies é considerada dissipativa, pois, ao contrário da força gravítica ou elétrica, o trabalho realizado pela força de atrito não depende apenas do ponto final e inicial da trajetória, depende também da distância percorrida pelo corpo. Podemos distinguir forças de atrito estático de forças de atrito cinético, sendo as primeiras as forças de atrito que atuam num corpo até este iniciar o seu movimento e as de atrito cinético as que atuam durante o movimento do corpo.

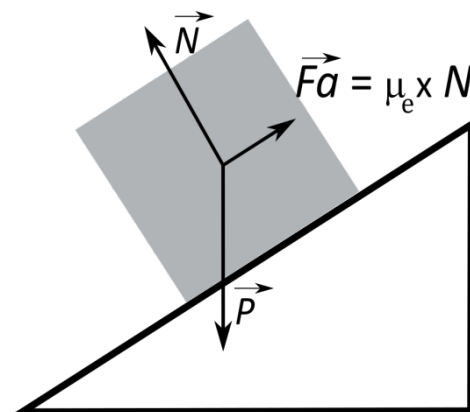


Figura 2: Forças que atuam sobre um corpo num plano inclinado.

A intensidade da força de atrito estático que atua sobre um corpo que se encontra em contacto com a superfície de outro é dada pela *equação 1*:

$$F_a \leq \mu_e N,$$

*equação 1*

onde  $N$  é a intensidade da reação normal da superfície sobre o corpo e  $\mu_e$  é o coeficiente de atrito estático (Figura 2). Esta força tem a particularidade de não ser constante: é uma força que surge como resposta à aplicação de outras forças num corpo e que, até um determinado valor da força aplicada, compensa essa força e impede o movimento do corpo. O corpo só entra em movimento quando sobre ele se aplica uma força de intensidade superior à da força de atrito estático máxima,  $F_{a, \max}$ . No caso da figura 2, o bloco no plano inclinado permanece imóvel se a componente do peso segundo a direção do plano inclinado for inferior ou igual a  $F_{a, \max}$ .

## Execução Experimental

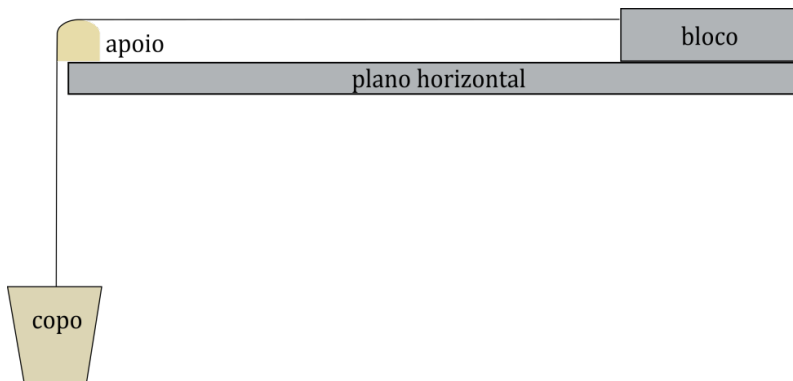


Figura 3: Representação esquemática da montagem experimental para estudo do atrito

A tua tarefa neste trabalho experimental é medir o coeficiente de atrito estático,  $\mu_e$ , entre um bloco de madeira e um plano horizontal, também de madeira. Para isso irás usar a montagem representada na figura 3.

Nesta experiência o bloco de madeira está assente num plano horizontal e encontra-se ligado por um fio a um copo de plástico

suspenso. O apoio numa das extremidades do plano horizontal é responsável por reduzir o atrito no fio. A força de atrito que vamos quantificar é a existente entre o bloco e o plano horizontal, ambos feitos do mesmo tipo de madeira.

*Nota: Deves ter o cuidado de colocar o bloco de madeira sobre o plano horizontal de forma a que o fio esteja sempre numa posição paralela a este, tal como indica a figura 3.*

### Material Necessário:

- Plano horizontal
- Bloco de madeira ligado por um fio a um copo
- Discos de aço, diâmetro 18 mm
- Discos de aço, diâmetro 30 mm
- Folha de papel milimétrico e régua

Nesta experiência irás aumentar a massa no copo suspenso (usando os discos metálicos à tua disposição) até se iniciar o movimento do bloco de madeira. Esse instante corresponde ao momento em que a tensão no fio se torna superior à força de atrito estático máxima. Irás repetir a medida, para diferentes massas colocadas sobre o bloco. A partir dos resultados experimentais poderás obter o coeficiente de atrito estático entre duas superfícies de madeira (bloco e plano horizontal). Deves completar a tabela seguinte de acordo com as instruções abaixo:

discos no bloco =	0	10	5	15	20	25	30
discos no copo =							
média =							

*Nota: é importante que, ao colocar os discos no copo de papel o bloco de madeira esteja fixo. Sugerimos que segures levemente a extremidade do bloco de madeira e apenas a libertes quando o copo deixar de oscilar.*

- 1) Começa por determinar quantos discos de 18 mm devem ser colocados no copo de papel para que o bloco inicie o movimento. Antes de cada medida o bloco deve estar na extremidade do plano horizontal mais distante do apoio de plástico e totalmente assente no plano horizontal, como mostra a figura 3. Ao colocar e remover os discos do copo deves ter o cuidado de segurar suavemente o bloco de modo a que não haja movimento deste, causado pela queda dos discos no copo. Repete a medida 5 vezes, anotando os valores obtidos na coluna “Discos no bloco” = 0 da tabela acima.

*Nota: Um disco de 30 mm tem a mesma massa que 5 discos de 18 mm.*

- 2) Repete o procedimento em 1), colocando discos em cima do bloco e fazendo variar o seu número. Preenche as restantes colunas “discos no bloco” = 5, 10, 15, 20, 25 e 30 da tabela.
- 3) Calcula o valor médio de discos de 18 mm que é necessário colocar no copo para cada valor de “discos no bloco”, completando a linha “média” da tabela.
- 4) Representa graficamente na folha de papel milimétrico que tens à tua disposição o valor “média” que obtiveste, usando para eixo das abcissas o valor de “discos no bloco”.
- 5) Traça a reta que consideres melhor se ajustar aos pontos do gráfico.
- 6) A partir da reta de ajuste calcula o coeficiente de atrito entre as duas superfícies de madeira utilizadas.