



## Sociedade Portuguesa de Física

Olimpíadas de Física

Etapa Regional

16 de abril de 2016

Duração: 1 h 25 min

### PROVA EXPERIMENTAL

#### Escalão A

Doroteia ingressou num batalhão de comandos da sua colónia de formigas e está muito entusiasmada com as aulas de paraquedismo. Na introdução que fez ao tema, o Coronel Teodorico explicou alguns fenómenos básicos:

- Formigas! O paraquedismo é um fenómeno complexo! Para que possamos cair em segurança, é essencial que o nosso peso seja contrabalançado exatamente pela força de resistência do ar. No caso mais simples, esta força,  $\vec{F}$ , é proporcional à velocidade,  $\vec{v}$ :



$$|\vec{F}| = C |\vec{v}|,$$

em que  $C$  é um coeficiente que depende fortemente da área. É aí que o paraquedas desempenha um papel essencial. Como tem uma área muito grande, a força de resistência do ar cresce rapidamente à medida que iniciamos a nossa queda, até que, muito antes de chegarmos ao chão, consegue contrabalançar exatamente nosso peso. Nesse momento, como sabem, a velocidade torna-se constante: é a velocidade terminal!

Temos aqui alguns dos nossos paraquedas, que recolhemos junto da espécie *Homo Sapiens*, e que os membros dessa espécie designam como “formas de bolinhos de coco”. Notem bem que estes nossos paraquedas demoram algum tempo a atingir a velocidade terminal e que esse tempo é tanto maior quanto mais pesados forem.

Formigas! Temos um problema! Idealmente os nossos paraquedas devem ser o mais leves possível, mas temos verificado que quando usamos uma só forma de bolo de coco como paraquedas ela se estraga com demasiada facilidade devido à fragilidade do papel. Queremos pois desenvolver paraquedas reforçados, usando várias formas de bolo de coco encaixadas umas nas outras. Só que esta solução, além de cara, torna os paraquedas mais pesados. Estamos assim a estudar este problema. Nomeámos um comité científico, constituído por centenas de jovens humanos, ilustres participantes numa atividade de alto nível conhecida como Olimpíadas de Física. Esse comité tem por missão determinar o coeficiente  $C$ .

Eis aqui o ficheiro (ultra secreto!) com as instruções para este nosso comité científico.

## *FICHEIRO ULTRA SECRETO!*

Ilustres membros do comité científico de apoio à determinação da constante  $C$  das formas de bolos de coco,

Tendes convosco o seguinte material:

- 5 formas de bolos de coco;
- uma fita métrica;
- um cronómetro;
- papel milimétrico.

De forma a determinar a constante  $C$ , deveis medir a velocidade terminal das formas de bolos de coco. Para isso, rogamos-vos que façais o seguinte:

1. Obter a expressão da velocidade terminal em função da massa total do paraquedas, do coeficiente  $C$  e da aceleração da gravidade ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ).
2. Indicar o método utilizado para medir a velocidade.
3. De forma a minimizar o erro de medida, deveis repetir a medida da velocidade algumas vezes (no mínimo 3) e tomar a média dos valores medidos.
4. Representar numa tabela adequada todos os valores medidos.
5. Medir a velocidade terminal de queda para um paraquedas constituído por 1, 2, 3, 4, e 5 formas de bolos de coco encaixadas (cada uma pesa cerca de 0,29 g).
6. Representar a velocidade terminal num gráfico em função da massa.
7. Desenhar nesse gráfico uma recta que passe o mais próximo possível de todos os pontos.
8. Determinar a constante  $C$  a partir do gráfico.

Fazemos desde já as seguintes advertências:

- deixai cair as formas da máxima altura possível;
- experimentai bastante antes de começar a medir, de forma a identificar claramente a partir de que altura é que o paraquedas estabiliza a velocidade; é conveniente medir a velocidade apenas a partir dessa altura; e
- testai o vosso tempo de reação, clicando sucessivamente no cronómetro da forma mais rápida que conseguirdes.
  
- Este vosso tempo de reação não afeta os valores medidos com cronómetro. Porquê?
- Contudo, impede-vos de medir velocidades muito elevadas. Porquê?
- Qual é a velocidade máxima que é possível medir na vossa experiência? A partir do vosso gráfico indicai se são necessárias mais formas de bolos de coco para alcançar esta velocidade máxima.