

## Trabalho 4: Análise estatística de um grande número de medições com distribuição normal: aplicação na medição do período de um pêndulo simples

Introdução à Física Experimental - 2019/20

Cursos: Lic. Física e M. I. Eng. Física

Departamento de Física - Universidade do Minho

### Objectivo deste trabalho laboratorial

- Verificar que as medições do período de um pêndulo simples seguem uma distribuição normal.
- Aplicar as seguintes noções:
  - valor médio como a melhor estimativa do verdadeiro valor;
  - desvio padrão e sua relação com o intervalo de confiança de uma medida com probabilidade de 68%;
  - desvio padrão da média como estimativa da incerteza na medida.
- Determinar a aceleração da gravidade utilizando um pêndulo simples

### Procedimento experimental

#### Parte 1

- Medir o período ( $T$ ) do pêndulo simples  $N=100$  vezes (medir 100 vezes o tempo que o pêndulo demora a efetuar uma oscilação de pequena amplitude ( $< 5^\circ$ )).
- Agrupar os valores de  $T$  em conjuntos, escolhendo os intervalos apropriados, de modo a construir um histograma com a distribuição da frequência dos valores da medida em função de  $T$ .
- Ajustar uma função gaussiana à distribuição anterior.
- Comparar o valor médio ( $\bar{T}$ ) e desvio padrão ( $\sigma$ ) resultantes do ajuste com aqueles que são obtidos com recurso às expressões (5.42) e (5.45) da referência [2], respetivamente:

$$\bar{T} = \sum_{i=1}^N T_i / N$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (T_i - \bar{T})^2}$$

-Estimar a incerteza na medição do período calculando o desvio padrão da média por dois métodos:

a) diretamente utilizando a expressão (5.66) da referência [2]:

$$\sigma_{\bar{T}} = \sigma_T / \sqrt{N}$$

b) dividindo as 100 medidas em 10 conjuntos de 10 medidas aleatórias, calculando depois o valor médio de cada um desses conjuntos e, finalmente, calculando o desvio padrão dos 10 valores médios.

-Verificar se é possível diminuir a incerteza na medição do período medindo o tempo correspondente a várias oscilações. Sugere-se a medida do tempo de 10 oscilações ( $t$ ), calculando o período através de  $t/10$ ; repetir este procedimento 10 vezes. Determinar o período e a respetiva incerteza. Comparar com o período e a incerteza obtidos anteriormente através das 100 medidas diretas do período.

#### Parte 2

- Medir o mais rigorosamente possível o comprimento do pêndulo ( $L$ ). Pretende-se que  $\delta L/L$  seja menor que 0.1 %, ou seja  $\delta L < 1$  mm (assumindo que o pêndulo tem cerca de 1 metro).
- Utilizando as medidas de  $T$  e  $L$ , determine a aceleração da gravidade ( $g$ ). Note que para oscilações de pequena amplitude o período de oscilação do pêndulo é dado por  $T = 2\pi\sqrt{L/g}$  (ver referência [3]).

## Referências

- [1] *Física Experimental - Uma introdução*, M. C. Abreu, L. Matias, L. F. Peralta, Presença (1994)
- [2] *An introduction to Error Analysis* (Second Edition), John R. Taylor, University Science Books (1997)
- [3] *Fundamentals of Physics*, D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, John Wiley & Sons, Inc., New York