

## Trabalho 1 - Análise estatística de um grande número de medições com distribuição normal: aplicação na medição do período de um pêndulo simples<sup>1</sup>.

### 1. Objetivos

- 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.
- Planejar uma experiência em função das incertezas associadas às medidas experimentais a realizar.

### 2. Procedimento

#### Parte 1

- Medir o período (T) do pêndulo simples 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 ( $\langle T \rangle$ ) e desvio padrão ( $\sigma$ ) resultantes do ajuste com aqueles que são obtidos com recurso às expressões (5.42) e (5.45) [Taylor].
- Estimar a incerteza na medição do período calculando o desvio padrão da média por dois métodos:
  - a) diretamente utilizando a expressão (5.66);
  - 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.

---

<sup>1</sup> A realização deste trabalho deve ser precedida pela leitura do capítulo 5 da referência indicada na bibliografia. As equações referidas estão numeradas de acordo com esse livro.

-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).

-Se pretender determinar a aceleração da gravidade ( $g$ ), a partir deste sistema, de tal modo que  $\Delta g/g$  seja menor do que 0.1%, terá que medir o tempo correspondente a cerca de 200 oscilações.

-Execute pelo menos três ensaios que lhe permitam testar o que foi afirmado no ponto anterior.

## **3. Resultados**

Explique a opção por oscilações de pequena amplitude e prove que, nessa condição, o período de oscilação do pêndulo é dado por  $T = 2 \pi \sqrt{\left(\frac{L}{g}\right)}$ .

Execute todos os cálculos pedidos e/ou necessários à concretização dos objetivos e tarefas propostos.

Comente criticamente os resultados obtidos.

## **Bibliografia**

Jonh R. Taylor, *An Introduction to Error Analysis – The Study of Uncertainties in Physical Measurements*, University Science Books, Sausalito, California 2<sup>nd</sup> edition (1997).