

Aula 1

Medidas e erros experimentais

Medidas Diretas e Indiretas

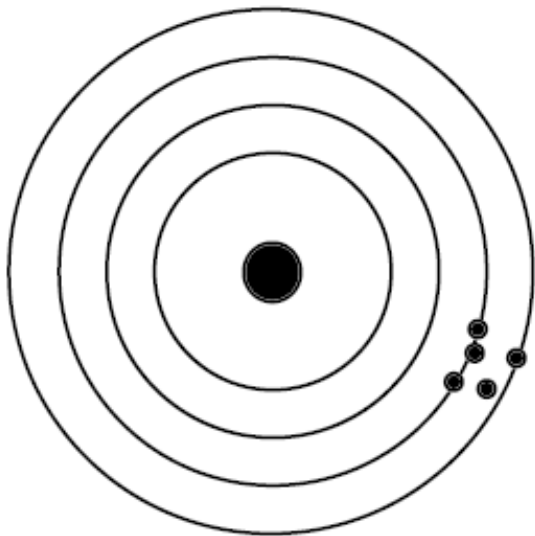
- Medidas diretas: Valor atribuído à grandeza física é lido diretamente na escala do instrumento de medida. Ex. comprimento medido com uma régua, tempo medido com um cronômetro, etc.
- Medidas Indiretas: A grandeza resulta de um cálculo realizado com as grandezas medidas diretamente. Ex. Volume, calculado a partir das medidas dos lados.

Erros ou Incertezas Experimentais

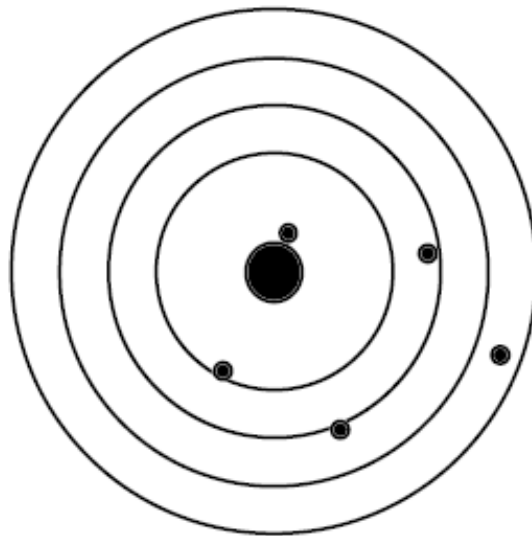
Acurácia e Precisão

- **Acurácia ou exatidão: quanto próximo um valor está de seu valor verdadeiro.**
- **Precisão: quanto próximos os valores medidos estão, quanto repetível uma medição é.**

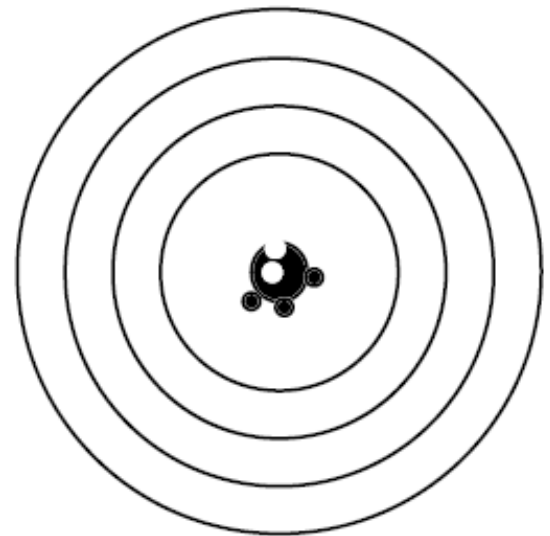
Exatidão e Precisão



Alta precisão
Baixa exatidão



Baixa precisão
Baixa exatidão



Alta precisão
Alta exatidão

Fonte: C.H. Brito Cruz et al, Guia para Física Experimental 1, IFGW-UNICAMP

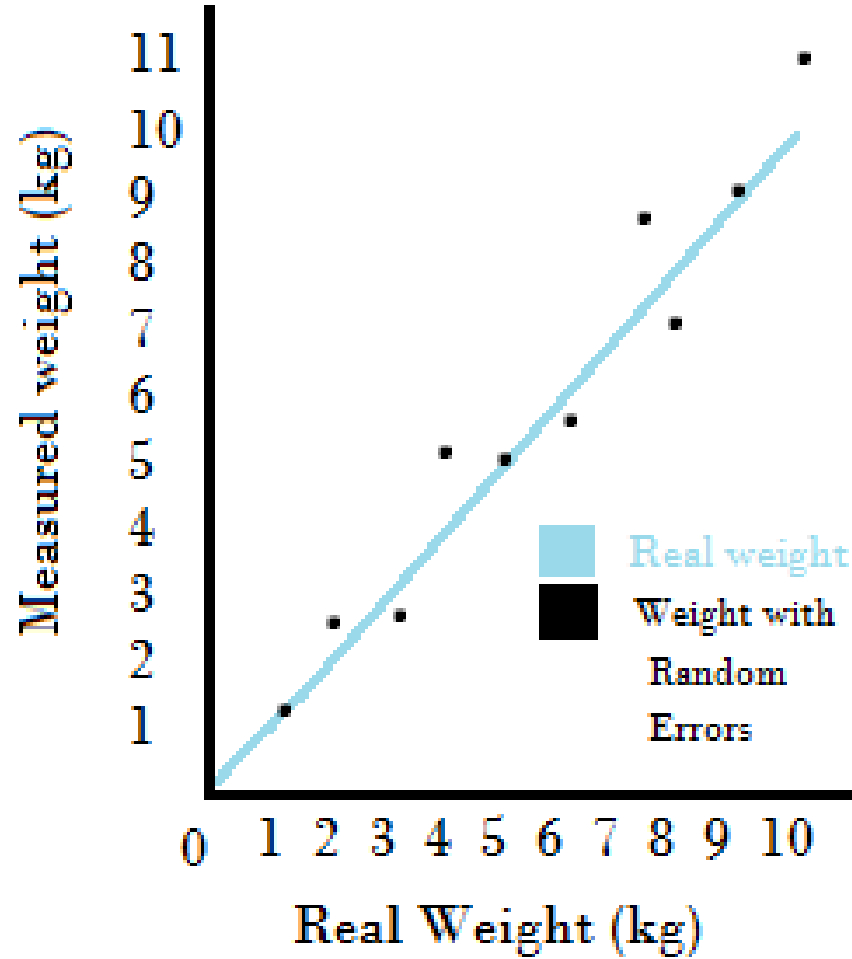
Erros Sistemáticos e Erros Aleatórios

Duas classes básicas de erros experimentais: erro aleatório e erro sistemático.

- **O erro aleatório** é causado por mudanças aleatórias no processo de medida, variando de forma imprevisível de uma medição para outra. Em várias medições, os valores se dispersam em torno do valor verdadeiro. São inevitáveis.

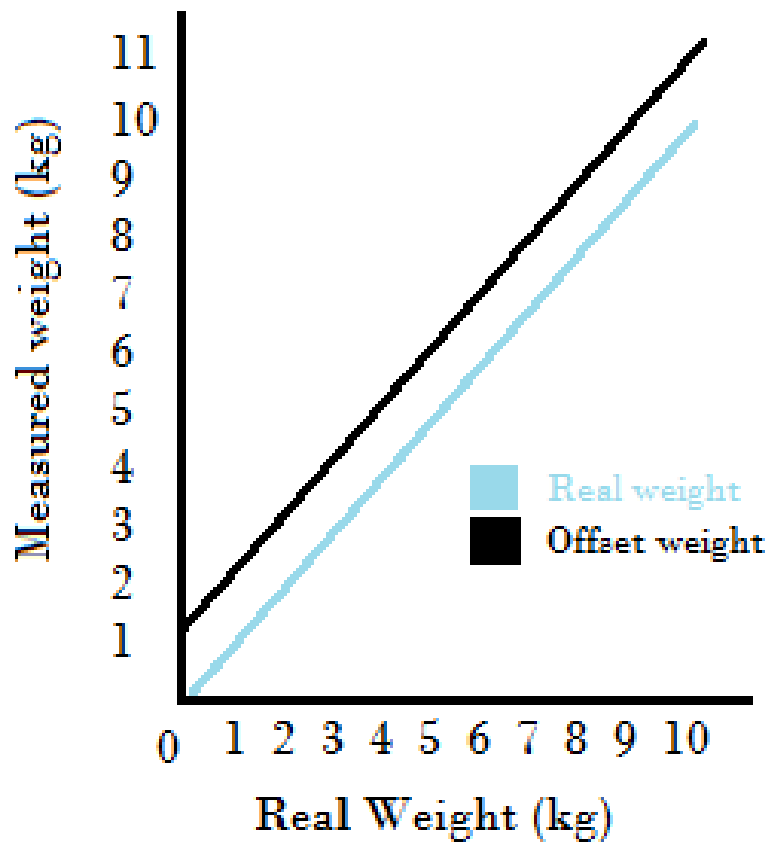
O erro aleatório afeta principalmente a precisão.

- As principais razões para o erro aleatório são as limitações dos instrumentos, fatores ambientais e pequenas variações no procedimento.
- **Exemplos:**
 - Ao usar uma balança, posicionar o objeto ligeiramente diferente a cada vez. Ao fazer uma leitura numa régua, você pode ler o valor de um ângulo diferente a cada vez.
 - Flutuações de tensão elétrica num instrumento de medida.

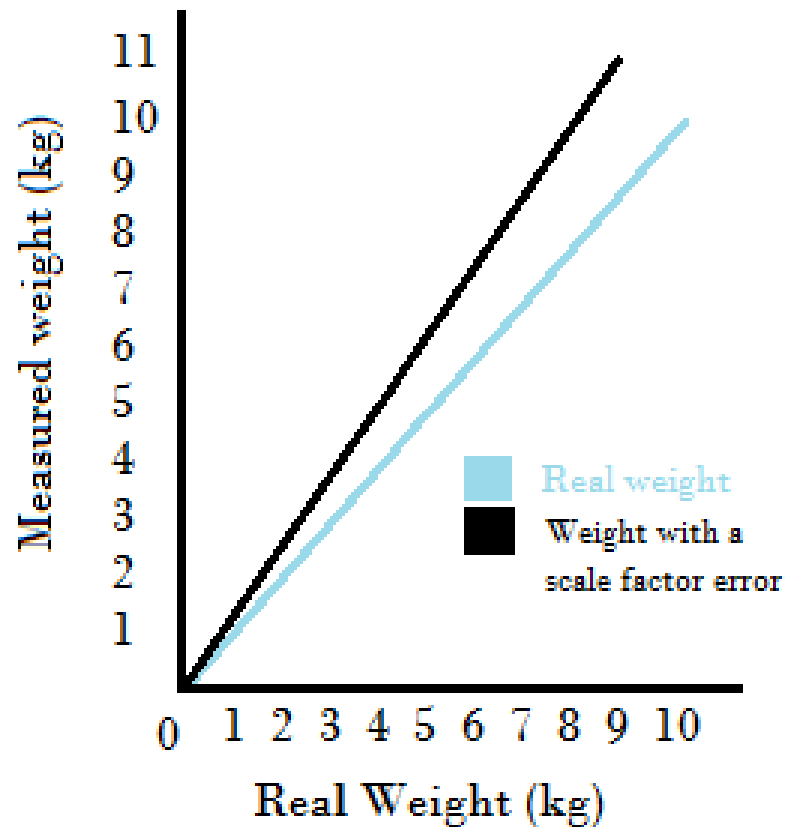


<https://www.statisticshowto.com/systematic-error-random-error/>

- Erro sistemático apresenta o mesmo valor ou proporção para cada medição.
- Em geral, relacionado com calibragem do equipamento de medida.
- **Erro sistemático afeta principalmente a Exatidão.**
- **Exemplos**
- Medir o comprimento com uma régua de metal dará um resultado diferente em uma temperatura fria do que em uma temperatura quente, devido à expansão térmica do material.
- Um termômetro calibrado incorretamente pode fornecer leituras precisas dentro de uma certa faixa de temperatura, mas se tornar impreciso em temperaturas mais altas ou mais baixas.
- Medir tempo com um relógio que sempre atrasa



Erro de **Offset**



Erro de fator de escala

- **Erros aleatórios são tratados com estatística:**
- **Média (aproxima-se do valor real)**

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

- Existem outras: mediana, por exemplo, mas a média é a mais usada.
- **Desvio padrão (medida de dispersão dos dados) :**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- Probabilidade de 68% de que o valor real esteja no intervalo: $(\bar{x} - \sigma, \bar{x} + \sigma)$
- Intervalo (8,12) : 68% de probab. Do valor real estar entre 8 e 12.

Precisão dos instrumentos de medida (P)

- Réguas, balanças de ponteiro, esquadro, etc:

P= Metade da menor divisão

Ex. Régua: Menor divisão: 1mm

$P = 0,5 \text{ mm}$

- Instrumentos de medida digital ou precisão:

P= menor divisão

Ex. Paquímetro

Menor divisão: 0,05 mm

$P = 0,05 \text{ mm}$

Como expressar o resultado de uma medição?

Se há dispersão nos dados (várias medidas com valores diferentes):

- Calcular média e desvio padrão.
- **Então, a medida x e sua incerteza (Δx):**

$$x = \bar{x} \pm \Delta x$$

$$\Delta x = \sqrt{\sigma^2 + P^2}$$

- Se $P < \sigma$, então:

$$x = \bar{x} \pm \sigma$$

- Se $P > \sigma$, então:

$$x = \bar{x} \pm P$$