

Grandezas Físicas, Medidas, Algarismos Significativos e Incertezas

As leis da Física são expressas em termos de várias grandezas diferentes, tais como massa, comprimento, tempo, velocidade, densidade, velocidade, força, energia, resistência, luminosidade, temperatura, etc. Cada uma destas grandezas pode ser medida, fazendo-se comparações com padrões para as unidades de medição. No laboratório vocês verão que, a cada medida, temos uma incerteza a ela associada.

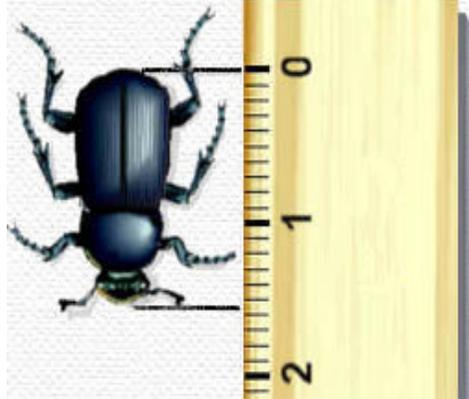
Algarismos significativos

Denomina-se *algarismo significativo* o número de algarismos que compõe o valor de uma grandeza, **excluindo eventuais zeros à esquerda** usados para acerto de unidades. Mas atenção: **ZEROS À DIREITA SÃO SIGNIFICATIVOS**. Na tabela a seguir um mesmo valor do raio de uma roda é escrito com diferente número de algarismos significativos.

raio (mm)	significativos
57,896	5
$5,79 \times 10^1$	3
$5,789600 \times 10^1$	7
$0,6 \times 10^2$	1

O número de algarismos significativos de uma grandeza depende de sua **incerteza**.

1) Suponha que se deseje medir o tamanho do besouro da figura



Uma vez decidido o que caracteriza o tamanho do besouro, qual das alternativas abaixo melhor caracteriza a medida do tamanho do besouro?

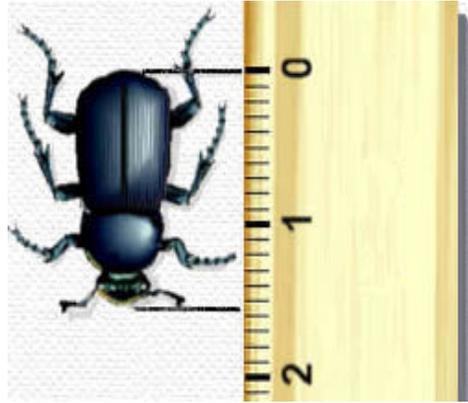
- a) Entre 0 e 1 cm
- b) Entre 1 e 2 cm
- c) Entre 1,5 e 1,6 cm
- d) Entre 1,54 e 1,56 cm ←
- e) Entre 1,546 e 1,547 cm

2) Medindo o diâmetro de uma moeda



- a) Entre 0 e 2 cm
- b) Entre 1 e 2 cm
- c) Entre 1,9 e 2,0 cm
- d) Entre 1,92 e 1,94 cm ←
- e) Entre 1,935 e 1,945 cm

Como expressar o resultado das medidas feitas?



$$1,55 \pm 0,05 \text{ cm}$$

↑ ↑ ↑ ↑

Exato Exato Duvidoso Estimado

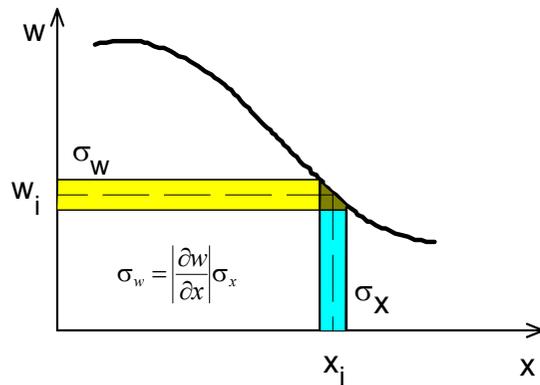


$$1,93 \pm 0,05 \text{ cm}$$

Fazer medidas com régua, paquímetro e micrômetro.

Propagação de incertezas

O problema pode ser posto da seguinte maneira: dada uma função $w = w(x, y, z)$ onde x, y, z são grandezas experimentais com incertezas dadas por $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ e independentes entre si, quanto vale σ_w ? Para simplificar suponha w apenas função de x . No gráfico abaixo está representando $w(x)$.



A incerteza de w , neste gráfico, pode ser obtida pela simples projeção da incerteza de x . Para pequenos intervalos no eixo x , temos em primeira ordem:

$$\sigma_w = \left| \frac{\partial w}{\partial x} \right| \sigma_x$$

Para mais de uma variável independentes entre si, podemos escrever uma fórmula geral:

$$\sigma_w^2 = \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \sigma_x^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \sigma_y^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 \sigma_z^2 + \dots$$

Vejam o Quadro 2.1. RESUMO DE FÓRMULAS PARA PROPAGAÇÃO DE INCERTEZAS, na página 17 da apostila Conceitos Básicos da Teoria de Erros.

Médias e Desvio Padrão

Quando fazemos uma série de n medidas de uma grandeza x , para representar o resultado, utilizamos o valor médio m que é dado por:

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

A variabilidade de cada medida é dada pelo Desvio Padrão σ

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

A variabilidade da média é dada pelo Desvio Padrão da Média σ_m

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