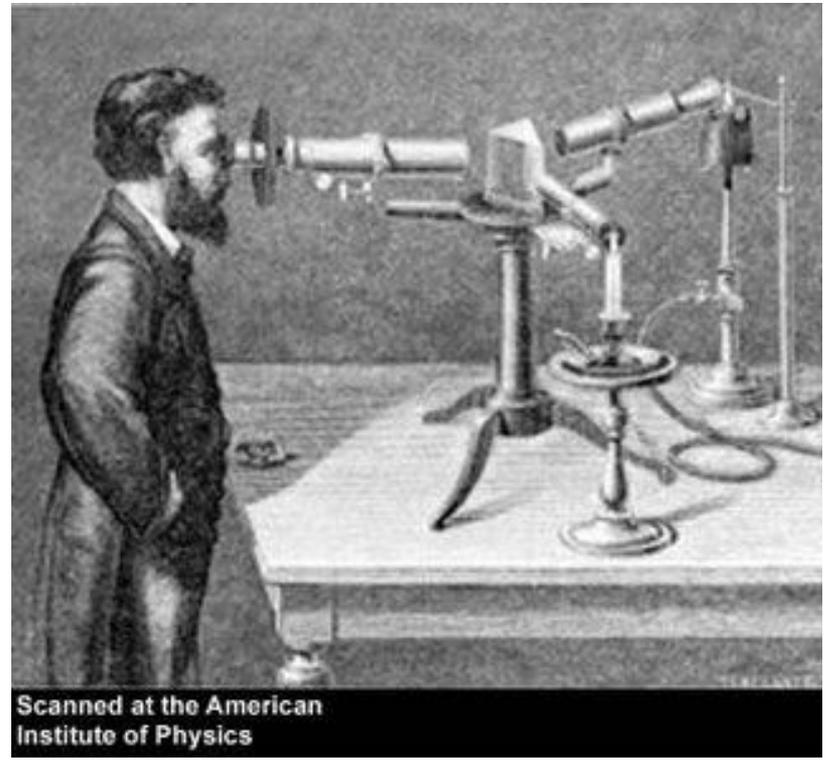


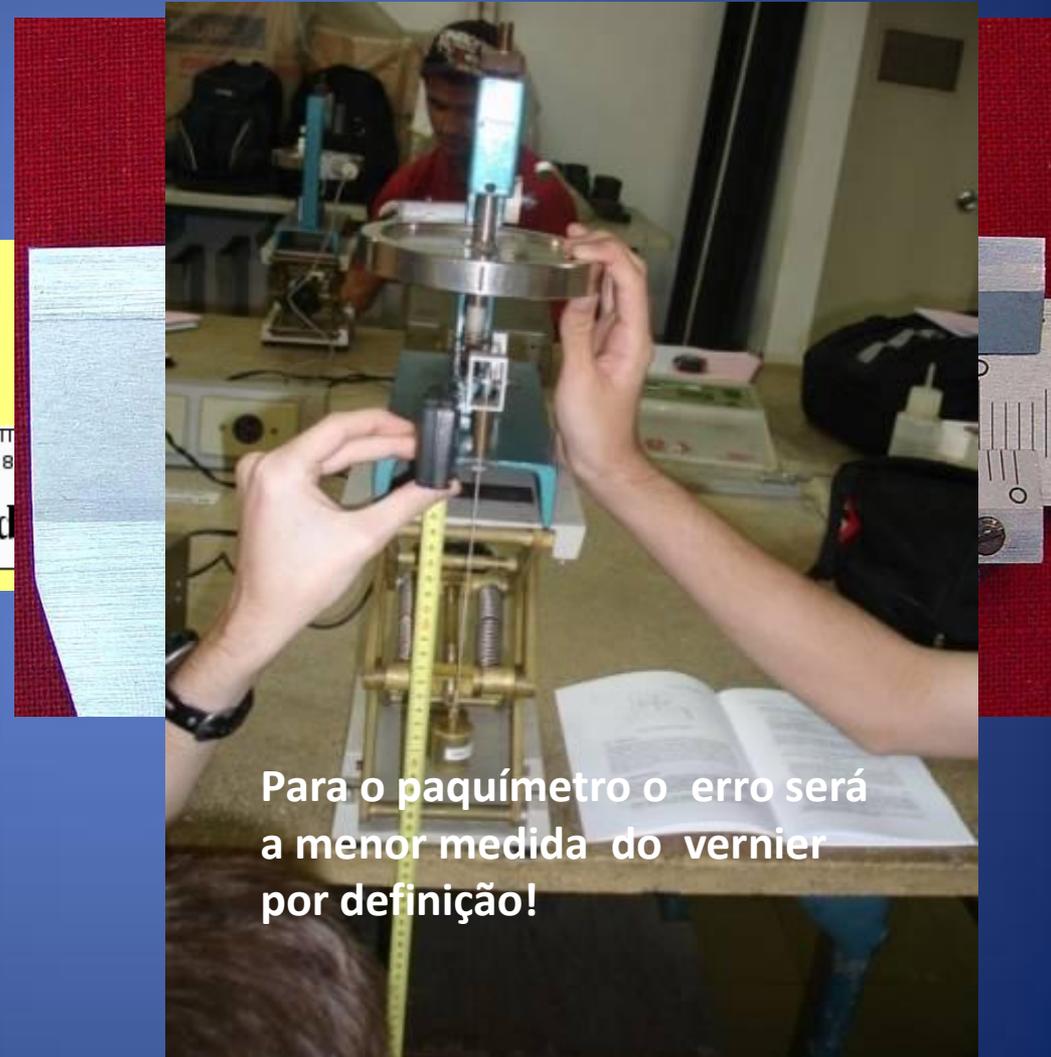
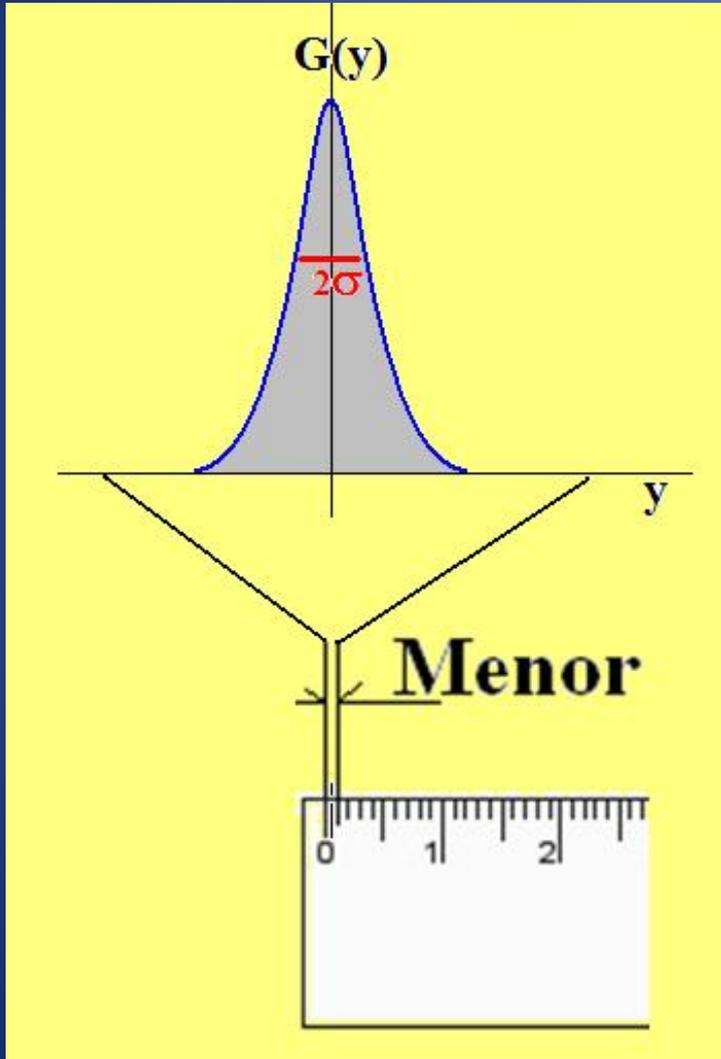
MEDIDAS EXPERIMENTAIS EM POUCAS PALAVRAS



Incertezas sistemáticas residuais ou incerteza padrão tipo B

Se a menor medida L_r é confiável em 95% $\rightarrow L_r = 2\sigma$

Então o erro é $\sigma_r = L_r/2$ (metade da menor medida)



Para o paquímetro o erro será a menor medida do vernier por definição!

Incertezas sistemáticas tipo A ou desvio padrão - σ

A incerteza no valor experimental de uma grandeza emerge da estatística da distribuição dos erros numa medição.

$$y_1 \ y_2 \ y_3 \ y_4 \ y_5 \ y_6 \ y_7 \ y_8 \ \dots \ y_n$$

Quando se realiza várias medidas é conveniente reduzi-las num valor único que chamamos de valor médio.

$$\bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n}$$

Assumimos que o valor médio tende para o valor verdadeiro quando $n \rightarrow \infty$

Define-se a variância de um conjunto de resultados como:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

Define-se o desvio padrão do valor médio como:

Que é um erro estatístico!

$$\sigma^2_{\approx} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad \sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Define-se A INCERTEZA PADRÃO

$$\sigma_p^2 = \sigma_m^2 + \sigma_r^2$$

como:

a soma do desvio padrão de valor médio

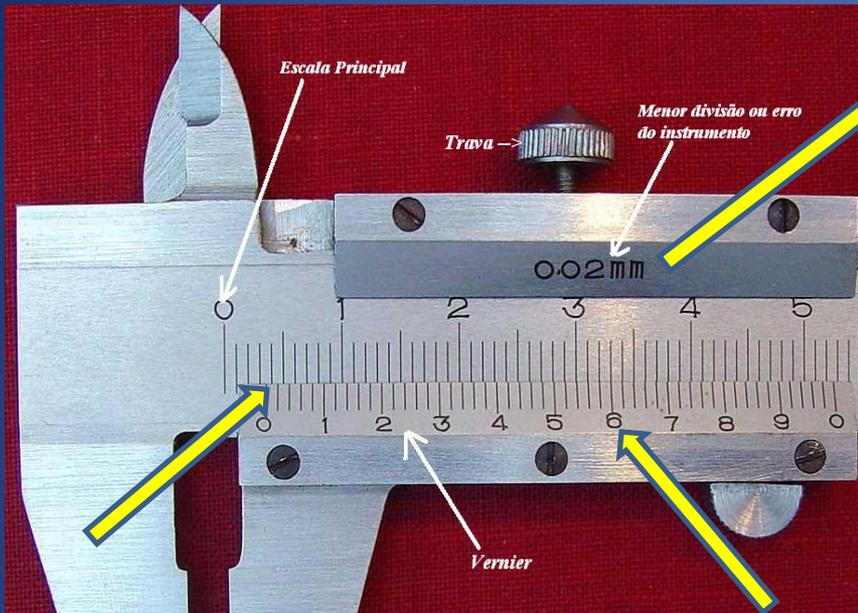
$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

com

a incerteza sistemática residual $\rightarrow \sigma_r = L_r/2$

Que é um erro sistemático!

Exemplo: A medida do desvio padrão no valor de um diâmetro medido 5 vezes:



duas casas decimais de precisão!

Valores medidos (mm)

- 4,65
- 4,69
- 4,70
- 4,55
- 4,55

Obs: só arredonde no fim!

média = 4,628 mm

$$\sigma^2 \approx \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

$\sigma = 0,0736206$ mm

Obs: só arredonde no fim!

Desvio padrão do valor médio

$$\sigma = 0,0736206 \text{ mm e } n = 5$$

Lembrando que a incerteza sistemática é:

$$\sigma_r = 0,02 \text{ mm}/2$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Resultado: $(4,628 \pm 0,0385227) \text{ mm}$

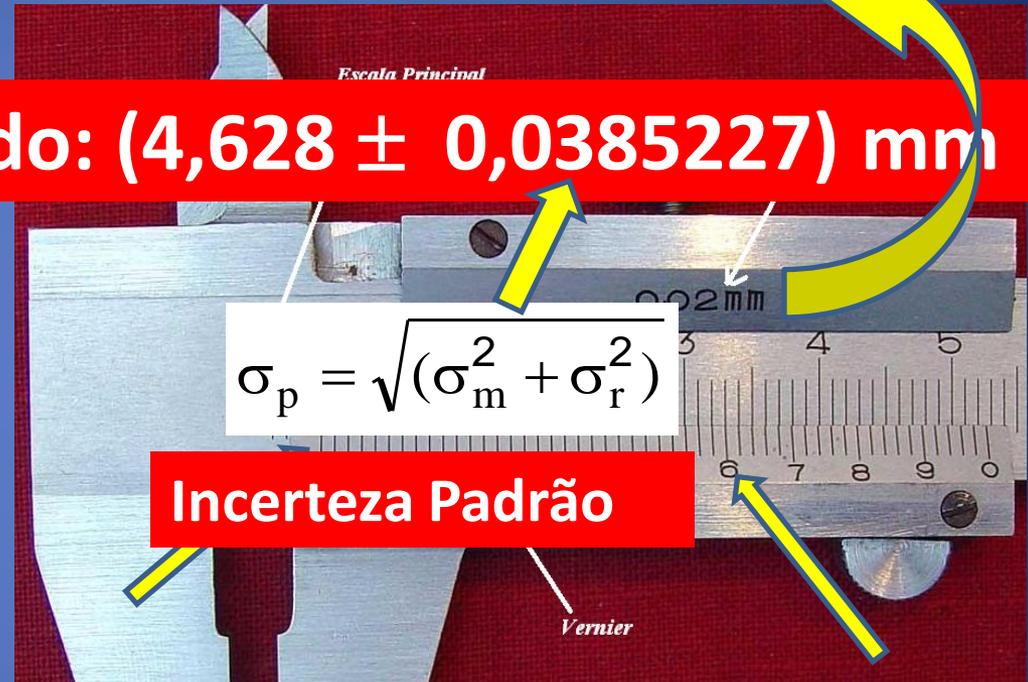
$$\sigma_m = 0,0329242 \text{ mm}$$

$$\sigma_p = \sqrt{(\sigma_m^2 + \sigma_r^2)}$$

Incerteza Padrão

Em notação científica: $(4,62 \pm 0,04) \times 10^{-1} \text{ cm}$

Obs: só arredonde no fim!



Finalmente, a incerteza padrão é dada pela soma da incerteza tipo A ou estatística com a incerteza sistemática ou incerteza tipo B.

$$\sigma^2 \cong \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad \sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$
$$\sigma_p^2 = \sigma_m^2 + \sigma_r^2$$

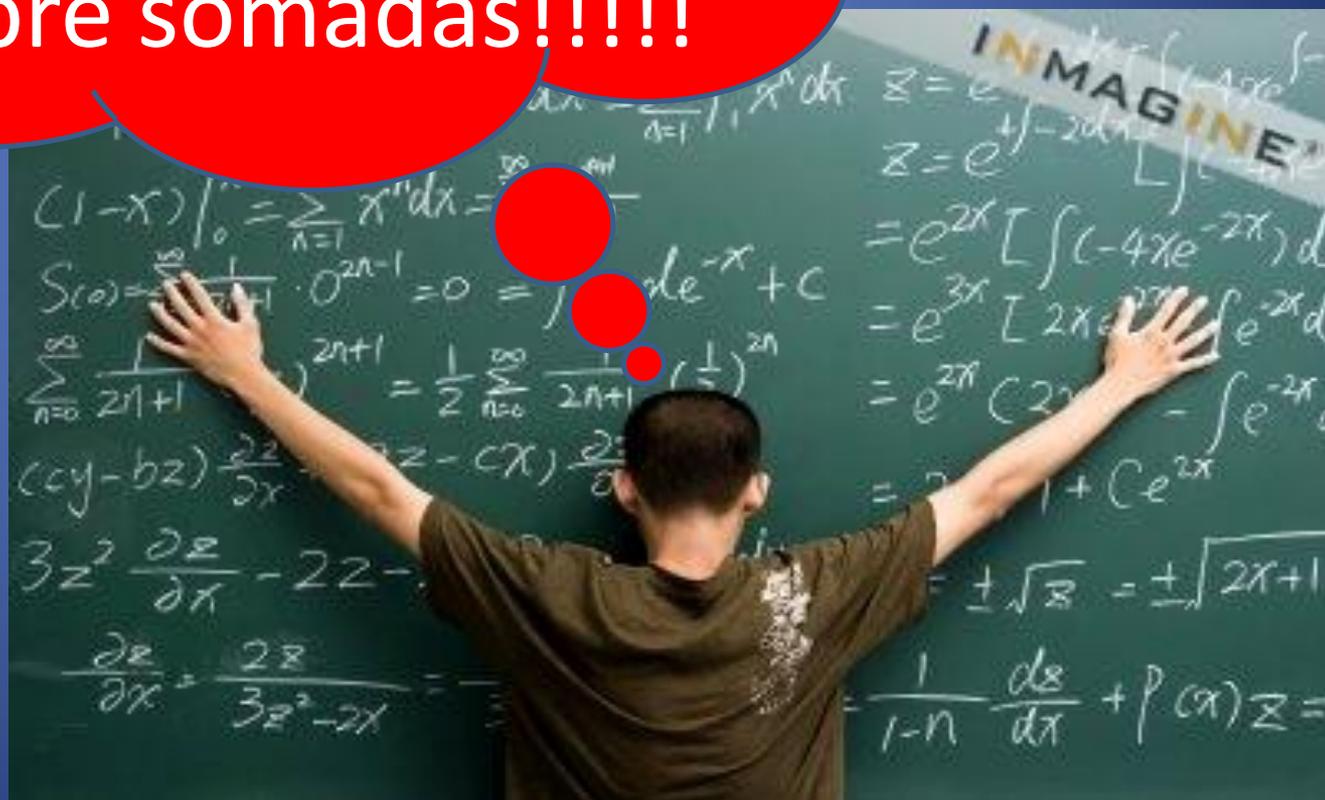
Incertezas sistemáticas residuais ou incerteza padrão tipo B são complexas de se avaliar mas de modo geral são causados por erros de calibração, leitura ou até do instrumental inadequado.



Propagação de incertezas!



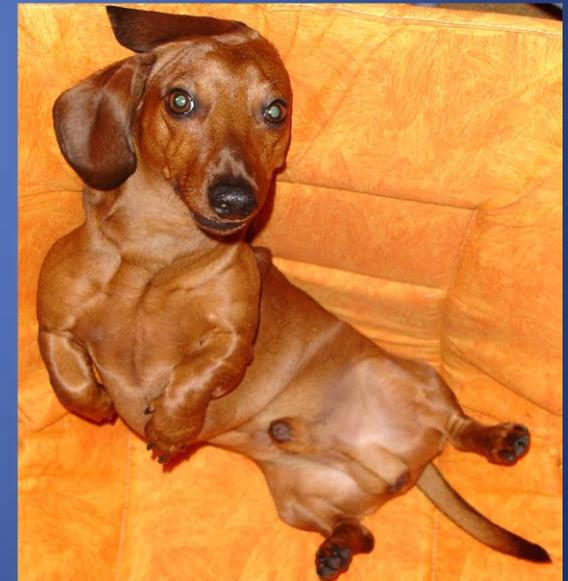
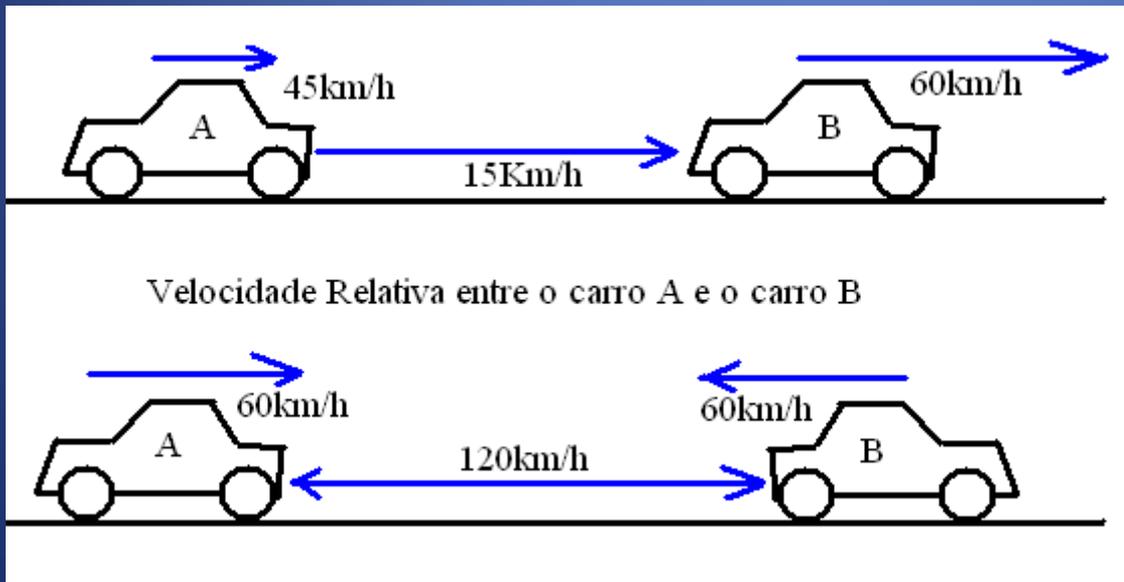
Na operação de soma
ou subtração as
incertezas são
sempre somadas!!!!



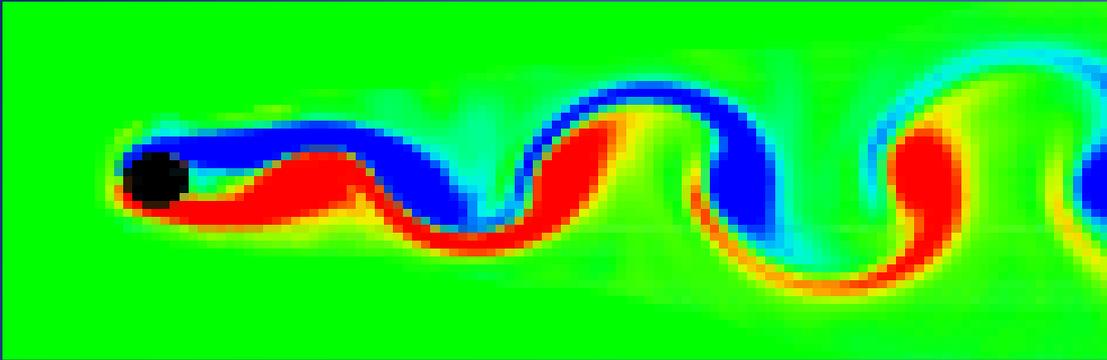
Exemplo: A velocidade relativa entre os móveis A e B.

$$V_{\text{relativa-A/B}} = V_A + V_B \text{ ou } V_{\text{relativa-A/B}} = V_A - V_B$$

$$\sigma_{\text{relativa-A/B}}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2$$



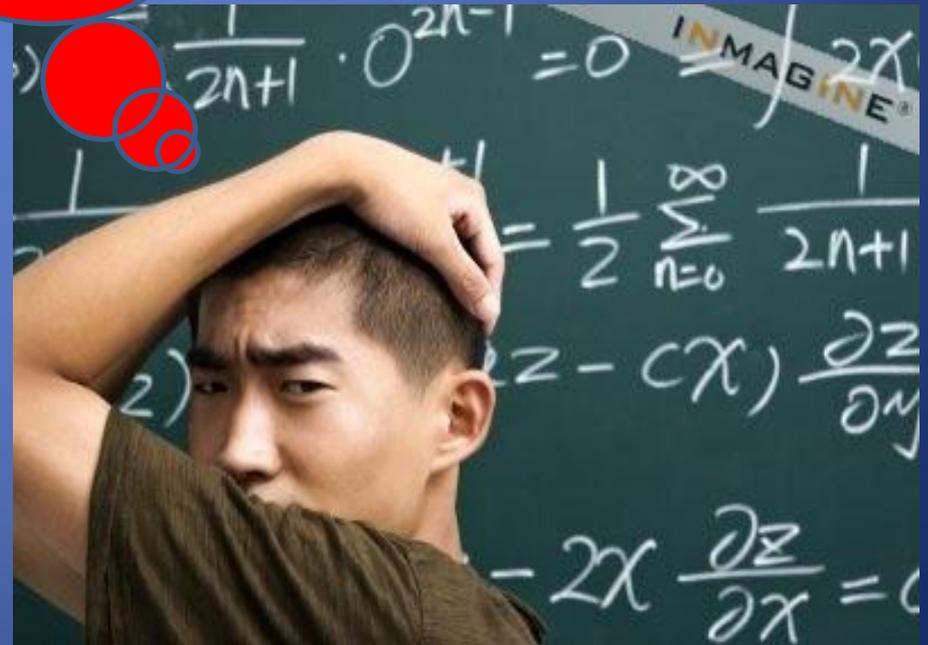
Exemplo: A força viscosa numa esfera ou força de Stokes.



$$\mathbf{F}_{\text{Stokes}} = 6\pi\eta\mathbf{v}\mathbf{r}$$

$$\left(\frac{\sigma_{\text{Stokes}}}{\mathbf{F}_{\text{Stokes}}}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_{\eta}}{\eta}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\mathbf{v}}}{\mathbf{v}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\mathbf{r}}}{\mathbf{r}}\right)^2$$

Quando temos uma
potência o erro
relativo é
multiplicado pelo seu
valor.



Exemplo: A constante elástica de uma mola.



$$k = I \cdot \left(\frac{2\pi}{T_0} \right)^2$$

$$\left(\frac{\sigma_k}{k} \right)^2 = \left(\frac{\sigma_I}{I} \right)^2 + \left(2 \frac{\sigma_{T_0}}{T_0} \right)^2$$

$$\sigma^2 \cong \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad \sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$
$$\sigma_p^2 = \sigma_m^2 + \sigma_r^2$$



Visite o **ScienceClub** em outros endereços:

Site:

<http://www.drheliodias.com>

Facebook:

<http://www.facebook.com/drheliodias>

LinkedIn:

<http://br.linkedin.com/in/drheliodias>

Twitter:

www.twitter.com/drheliodias

YouTube:

www.youtube.com/user/drheliodias

Sebastião Simionatto : sebastiao@if.usp.br

