



# *Introdução à Física Experimental*

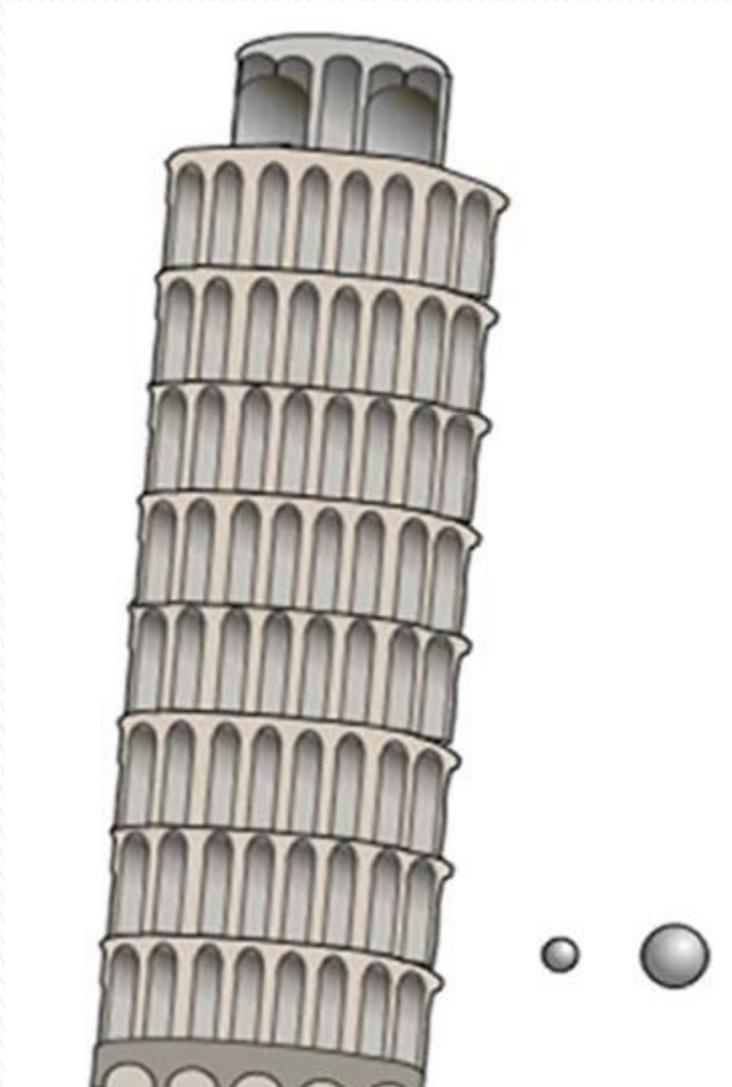
Licenciatura em Física  
1º período

Aula 8: Determinação de  $g$  através do estudo da Queda livre

*Profa Marcia Saito*

marcia.saito@ifpr.edu.br

# Queda livre



- ▶ Movimento retilíneo uniformemente variado
- ▶ Aceleração:  $g=9,78\text{m/s}^2$
- ▶ Equações que regem o movimento:

$$d = d_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$v = v_0 + g t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta d$$

# Linearização de funções

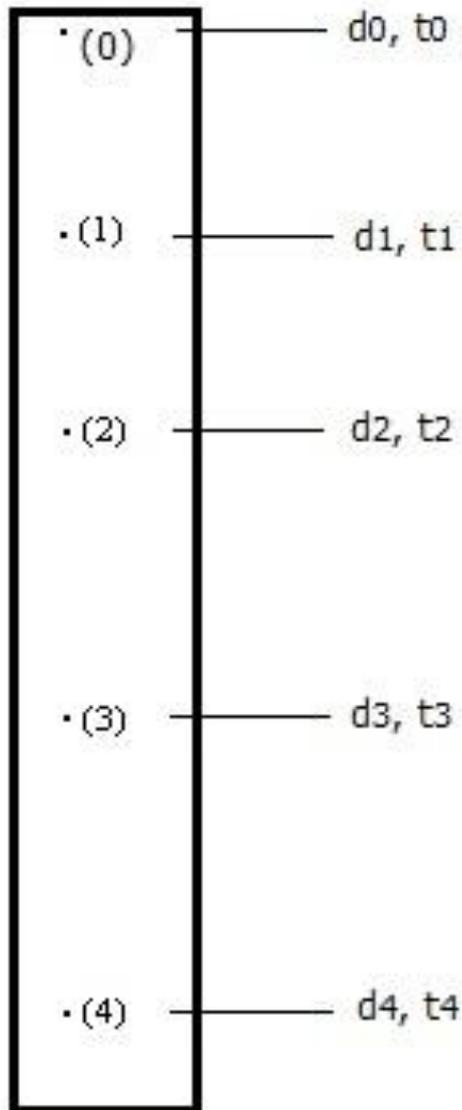
- ▶ Não é uma função linear

$$d = d_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

**Temos que  
medir d e t**

- ▶  $d \propto t^2$  é uma função linear
- ▶  $a = \frac{g}{2}$  (coef. Angular)
- ▶  $b = d_0 + v_0 t$  (coef. linear)

# Experiência



- ▶ Anote a posição de cada um dos sensores;
- ▶ Enumere os pontos, conforme o exemplo da figura;
- ▶ Escolher duas bolinhas de massa  $m_1$  e  $m_2$ ;
- ▶ Siga as instruções, para soltar a bolinha;
- ▶ Solte a bolinha e anote os tempos de queda entre os sensores;
- ▶ Realize três vezes esse procedimento para cada bolinha.

# Análise: gráfico $d \times t^2$

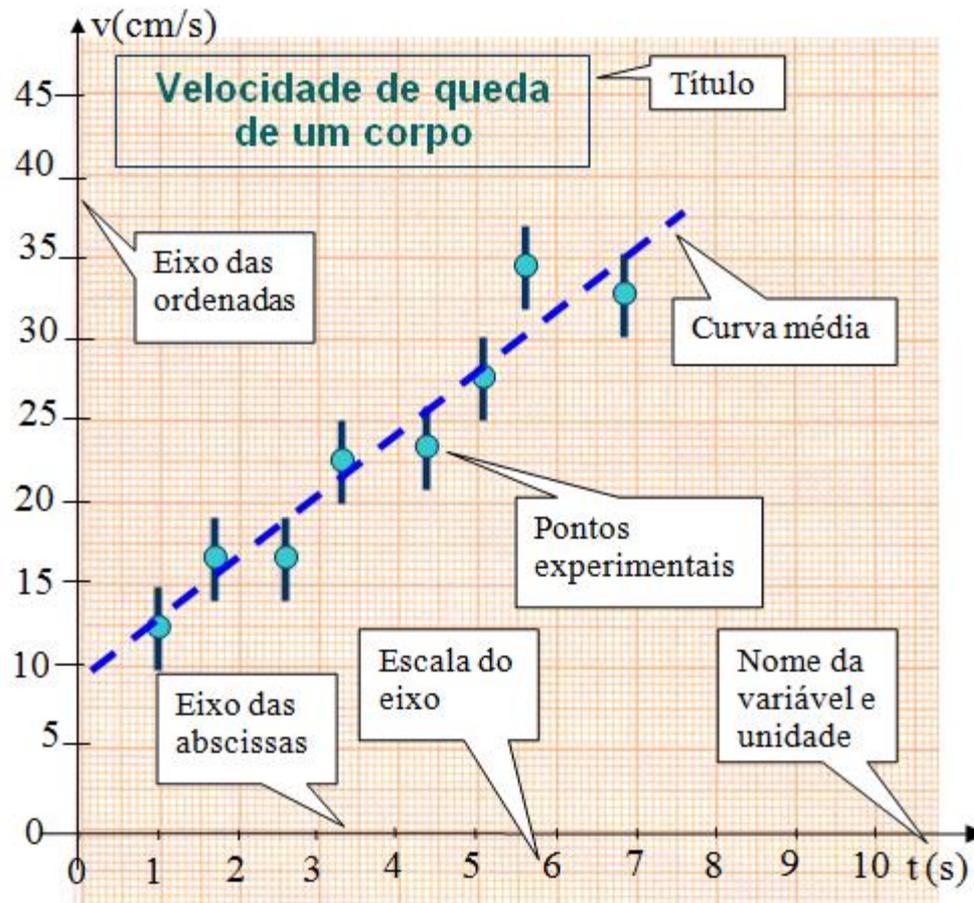
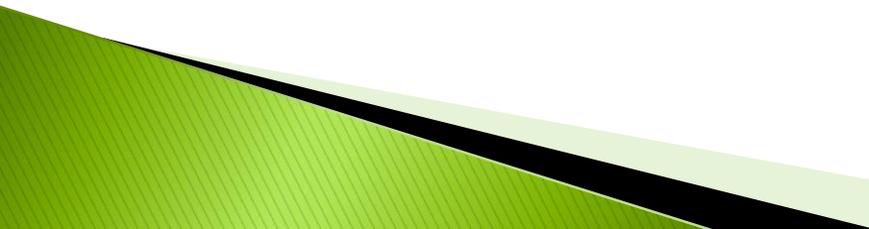


Figura 3.1. Componentes típicos de um gráfico científico padrão.

# Discussão dos gráficos

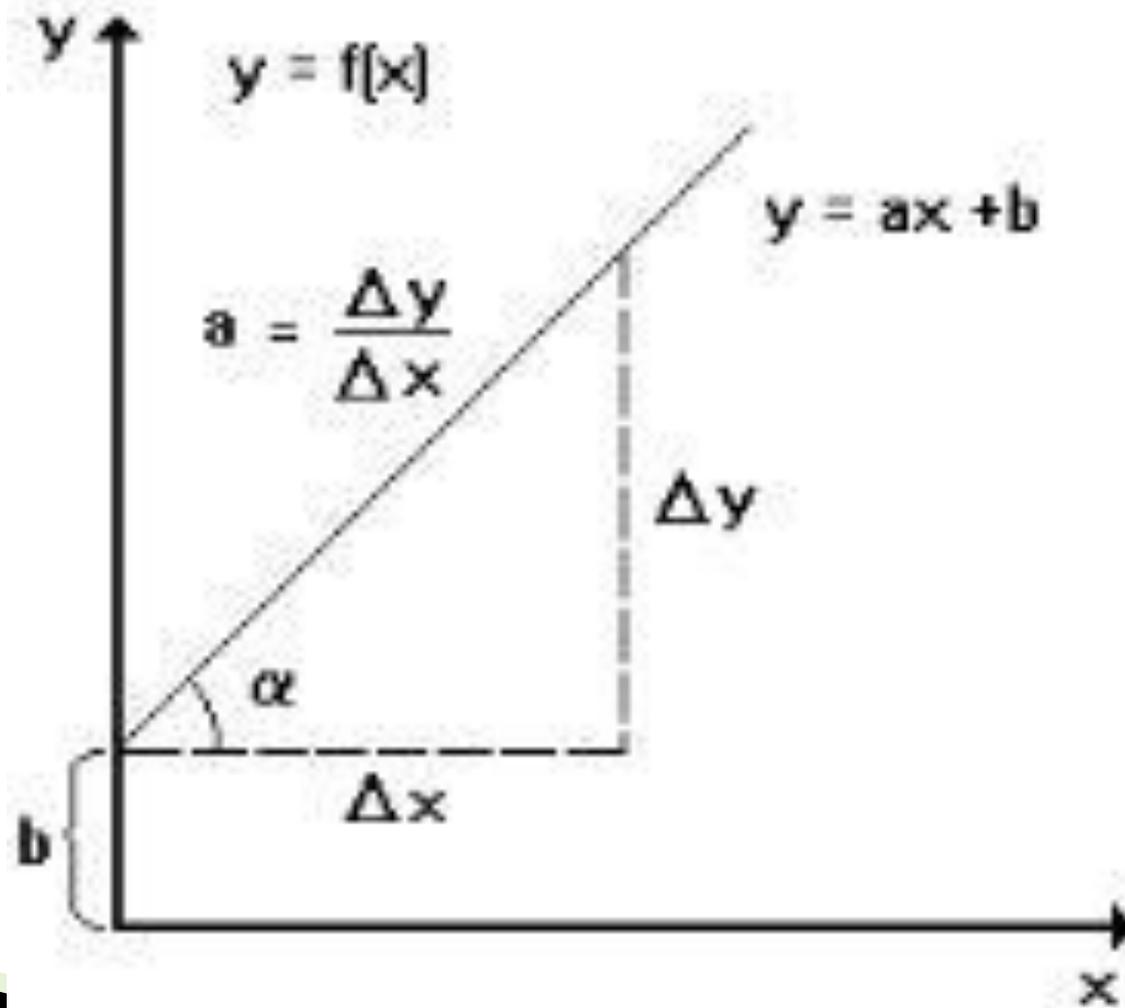
- ▶ Após a confecção dos gráficos, os mesmos devem ser discutidos:
  - ▶ Os pontos ficaram bem distribuídos em torno da reta média?
  - ▶ A função que rege o fenômeno pode ser de fato considerada linear?
  - ▶ Houve algum ponto que ficou muito destoante dos outros? O que pode ter ocorrido? Erro de medição? Interferência experimental?
- 

# Gráficos lineares

- ▶ Equação da reta:
  - $y$ : variável dependente
  - $X$ : variável independente
  - $a$ : coeficiente angular
  - $b$ : coeficiente linear.

$$y = ax + b$$

# Determinação dos coeficientes a e b



# Avaliação de incertezas nos coeficientes angular e linear

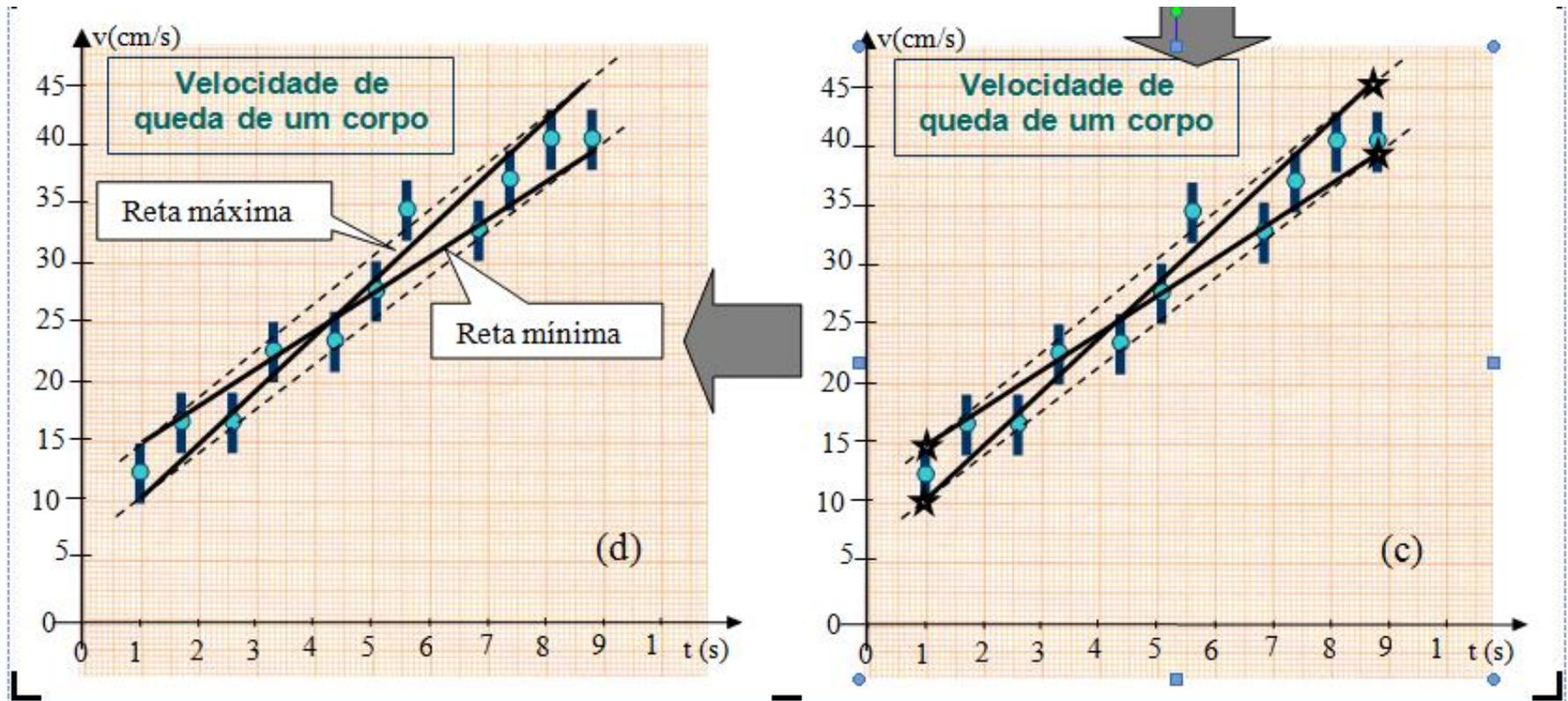


Figura 4.8. Procedimento para estimar as incertezas nos coeficientes da reta média.

# Avaliação de incertezas nos coeficientes angular e linear

- ▶ Retas máxima e mínima
- ▶ Para cada reta, calcula-se os coeficientes angulares e lineares

$a_{max}$ ,  $b_{max}$ ,  $a_{min}$ ,  $b_{min}$ .

# Avaliação de incertezas nos coeficientes angular e linear

- ▶ As incertezas nos coeficientes da reta média podem ser obtidas através das expressões:

$$\sigma_a = \frac{|a_{\max} - a_{\min}|}{2} \quad \text{e} \quad \sigma_b = \frac{|b_{\max} - b_{\min}|}{2}$$

# Resultados a partir da linearização

- A partir da linearização será obtido:

$$a = (a \pm \sigma_a) \text{ m/s}^2 \quad \text{e} \quad b = (b \pm \sigma_b) \text{ m}$$

- Para obter  $g$ :
- $a = \frac{g}{2}$  (coef. angular)
- $g = 2a$
- $g = (g \pm \sigma_g) \text{ m/s}^2$
- $\sigma_g$ : através da propagação dos erros

# Resultados a partir da linearização

- $d = d_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$
- $b = d_0 + v_0 t$  (coef. linear)
- Teoricamente  $v_0 = 0$ , então:
- $b = d_0$
- Discutir se  $b$  foi compatível com  $d_0$
- Discutir se o movimento depende da massa da bolinha

# Resultados a partir da linearização

- Comparar  $g = (g \pm \sigma_g)$  m/s<sup>2</sup> com  $g$  teórico através do E%:

$$E\% = \left| \frac{g_{teo} - g_{exp}}{g_{teo}} \right| \cdot 100$$

- O E% também deve ser apresentado com apenas **2 algarismos significativos!!**

# Resultados a partir da linearização

- **Todos os cálculos devem estar explícitos no relatório!!!!** (os cálculos podem ser feitos a mão e anexados ao relatório)
  - Não serão aceitos resultados obtidos computacionalmente.
  - Os resultados finais devem ser sempre apresentados com sua incerteza, unidade de medida e algarismos significativos ajustados.
- 

# Relatório completo (entrega: 18/05)

1. Objetivo
2. Materiais utilizados
3. Introdução teórica (História e explicação do movimento de queda livre e suas equações)
4. Procedimento experimental (relatar os cuidados tomados para diminuir as interferências e incertezas)
5. Resultados e discussão (dados obtidos, tabelas, cálculos, gráficos, etc., discussão dos gráficos, comparação e discussão com os valores teóricos de  $g$  e  $v_0$ , discutir se o movimento depende de  $m$ )
  6. Conclusões
  7. Bibliografia