

**Introdução às medidas físicas (4300152)**  
**Aula 7 – Queda livre**

Grupo:

Nome:

Nome:

Nome:

Neste guia continuaremos a análise dos dados da trajetória de um corpo em queda livre iniciada no guia anterior (Guia 4-1). O conjunto dos itens apresentados nos dois guias indicam quais são os itens que deveriam ser apresentados em um trabalho (ou relatório) científico. No primeiro guia foi solicitado os itens introdutórios (objetivos, método, arranjo experimental e procedimento experimental, bem como um início da análise de dados). Neste segundo guia a análise de dados será aprofundada e a discussão dos resultados mais completa. A numeração das tabelas neste guia dará continuidade a numeração iniciada no guia anterior.

**Análise de dados**

**Linearização**

Uma maneira alternativa de obter o valor da aceleração da gravidade é fazer um gráfico da *posição* em função do *tempo ao quadrado* – linearizando-se assim um gráfico com forma de parábola ( $x = \frac{1}{2} g t^2$ ). Lembre-se que o coeficiente angular obtido nesse gráfico corresponde a  $\frac{1}{2} g$ . Cada aluno deve fazer o gráfico como descrito, em papel milimetrado, usando um conjunto distinto de pontos experimentais (posições). Para orientar a divisão dos pontos entre os alunos e auxiliar na colocação dos pontos nos gráficos, reescreva os dados da Tabela 1 (guia anterior) na Tabela 4. (anexe os gráficos também ao guia).

**Tabela 4:** Posições do corpo em queda livre em função do tempo e em função do tempo ao quadrado

Aluno 1			Aluno 2			Aluno 3		
Tempo $t$ (ut)	$t^2$ (ut <sup>2</sup> )	Posição $x$ (cm)	Tempo $t$ (ut)	$t^2$ (ut <sup>2</sup> )	Posição $x$ (cm)	Tempo $t$ (ut)	$t^2$ (ut <sup>2</sup> )	Posição $x$ (cm)
1			2			3		
4			5			6		
7			8			9		
10			11			12		
13			14			15		
16			17			18		
19			20			21		
22			23			24		
25			26			27		
28			29			30		
31			32			33		

Justifique as incertezas usadas na tabela 4.

A partir de ajustes de reta aos dados no gráfico linearizado obtenha tanto o coeficiente angular quanto o linear e apresente-os na Tabela 5. Na mesma tabela apresente o respectivo valor de aceleração da gravidade derivado do parâmetro adequado.

Tabela 5. Coeficientes linear e angular para os ajustes de reta dos gráficos posição  $x$  tempo ao quadrado e respectivos valores derivados de aceleração da gravidade (g).

Aluno	Coeficiente angular	Coeficiente linear	$g$ (cm/s <sup>2</sup> )
1			
2			
3			

Justifique os valores de incerteza nos valores da Tabela 5.

Como valor final da aceleração da gravidade para esse trabalho, calcule a média ponderada usando todos os valores disponíveis.

$g_{\text{Média ponderada}} = \quad \pm$

### Simulação e comparação com dados obtidos

Para verificar se o resultado obtido para o valor da aceleração da gravidade representa adequadamente os pontos experimentais medidos, vamos analisar como ficariam esses valores experimentais se assumíssemos os resultados como os valores verdadeiros para a aceleração da gravidade.

Para essa comparação o aluno deverá fazer um gráfico (em papel milimetrado) de *posição* em função do *tempo* com o mesmo conjunto de instantes definido na Tabela 4. Coloque no mesmo gráfico tanto os pontos experimentais *medidos* (**Tabela 4**) como aqueles *esperados* usando o valor de aceleração da gravidade apresentado na **Tabela 3** (guia anterior). Essas estimativas devem ser feitas para o mesmo instante de tempo dos valores colocados no gráfico e usar os valores extremos da aceleração da gravidade obtida ( $g + \text{incerteza}$  e  $g - \text{incerteza}$ ) (Tab. 6), ou seja:

$$x_{\text{esp}}^+ = \frac{1}{2}(g + \sigma_g)t^2 \quad e \quad x_{\text{esp}}^- = \frac{1}{2}(g - \sigma_g)t^2$$

**Tabela 6:** Simulação das posições do corpo em queda livre em função do tempo

Aluno 1			Aluno 2			Aluno 3		
Tempo $t$ (ut)	$x_{esp}^+$ (cm)	$x_{esp}^-$ (cm)	Tempo $t$ (ut)	$x_{esp}^+$ (cm)	$x_{esp}^-$ (cm)	Tempo $t$ (ut)	$x_{esp}^+$ (cm)	$x_{esp}^-$ (cm)
1			2			3		
4			5			6		
7			8			9		
10			11			12		
13			14			15		
16			17			18		
19			20			21		
22			23			24		
25			26			27		
28			29			30		
31			32			33		

Não é necessário calcular a incerteza para esses valores esperados de  $x$ , já que se trata de uma simulação. Anexe o gráfico ao guia.

### **Discussão:**

Essa seção deve ser desenvolvida pelo grupo e entregue em folha anexa a esse guia. Abaixo alguns pontos que devem ser abordados nesse item:

- 1- nível de compatibilidade entre os resultados e a média ponderada, bem como com o valor esperado de  $978,65 \text{ cm/s}^2$ .
- 2- análises gráficas (tanto para o gráfico Velocidade *versus* Tempo quanto o de Posição *versus* Tempo<sup>2</sup>) validam a hipótese inicial ( $V_0 = 0 \text{ cm/s}$ ) e que o movimento pode ser tratado como uniformemente variado?
- 3- As incertezas dos resultados e da média ponderada permitem afirmar que o método utilizado é preciso para determinar o valor de  $g$ ?
- 4- Adequabilidade do ajuste dos valores simulados (esperados) com os experimentais em todo o intervalo de medida.