

Laboratório de Física – Cursos de Ciências Exatas e Engenharia
Folha de Resultados

Nome: <u>Bernardo Filipe Cardeira Cozac</u>	Nº: <u>9 0 2 4 2</u>	Classificação
Nome: <u>Diogo Alexandre Botas Carvalho</u>	Nº: <u>9 0 2 4 7</u>	
Nome: <u>Diogo Coelho De Freitas</u>	Nº: <u>9 0 1 4 7</u>	
Curso: <u>LEI</u> Turma: <u>P L 5</u> Grupo: <u>2</u> Data de Realização: <u>15 / 04 / 2025</u>		

Pêndulo Gravítico

1. Objetivo da Experiência

Esta experiência tem como principal objetivo estudar a transformação da energia num sistema simples um pêndulo e verificar se a energia mecânica se conserva durante o seu movimento. Através da análise do comportamento da massa suspensa, procuramos compreender como a energia potencial, associada à altura, se converte em energia cinética, associada à velocidade, à medida que o pêndulo oscila. Ao medir o tempo que a esfera demora a atravessar um sensor em diferentes alturas, é possível calcular a sua velocidade e relacioná-la com a energia do sistema. Com estes dados, constrói-se um gráfico que permite tirar conclusões sobre a validade do princípio da conservação da energia mecânica. Além disso, a experiência permite estimar, de forma experimental, o valor da aceleração da gravidade, aplicando métodos gráficos e estatísticos, e comparando os resultados obtidos com o valor de referência. Trata-se de uma oportunidade prática para aplicar conceitos fundamentais da física, desenvolver o rigor científico e aprofundar a compreensão dos fenómenos naturais.

2. Dados Experimentais

Incerteza da altura: 0,0005 (m)
 Incerteza do cronómetro: 0,000001 (s)
 Incerteza da craveira: 0,000025 (m)
 Espessura do obstáculo $d = 0,00353$ (m)

Tabela 1: Tempos de passagem no ponto mais baixo

[illegible]

3. Cálculos

Tabela 2: Determinação das velocidades e respectivas incertezas

h(m)	\bar{t} (s)	v (m/s)	v^2 [(m/s) ²]	$u(v)$ (m/s)	$u(v^2)$ [(m/s) ²]
0,11	0,0026212	1,34671143	1,813631675	0,018980987	0,051123825
0,18	0,0020585	1,714840904	2,940679325	0,027089393	0,092907998
0,25	0,0017722	1,991874506	3,967564049	0,011423148	0,045506956
0,32	0,0015978	2,209287771	4,880952454	0,014733452	0,065100873
0,39	0,00146387	2,411416314	5,814928641	0,014693984	0,070866624
0,46	0,0013414	2,631578947	6,925207756	0,027188055	0,143095027
0,53	0,0012677	2,784570482	7,753832769	0,026934253	0,150000653
0,60	0,00119	2,966386555	8,799449191	0,022217769	0,131812981
0,67	0,0011441	3,085394633	9,519660043	0,029419895	0,181543975
0,74	0,001085	3,253456221	10,58497738	0,018929382	0,123171831

Apresente aqui sucintamente os cálculos efetuados

Cálculo do Tempo Médio \bar{t}

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$$

$n = 10$ Por exemplo com $h = 0,23$ m(todos os exemplos serão com esta altura) $\bar{t} = 0,0026212s$
 $\bar{t} = \frac{1}{10}(0,002572 + 0,002708 + 0,002614 + 0,002608 + 0,002664 + 0,002588 + 0,002616 + 0,002592 + 0,002628 + 0,002622)$

Cálculo da Velocidade v

$$v = \frac{d}{t} \quad \text{Exemplo: } v_{h=0,11} = \frac{0,11}{0,0026212} = 1,34671143 \text{ m/s}$$

Quadrado da velocidade v^2

$$v^2 = (1,34671143)^2 = 1,813631675 \text{ m/s}^2$$

Incerteza de v

$$u(v) = v \times \sqrt{\left(\frac{u^2(d)}{d^2} + \frac{u^2(t)}{t^2}\right)}$$

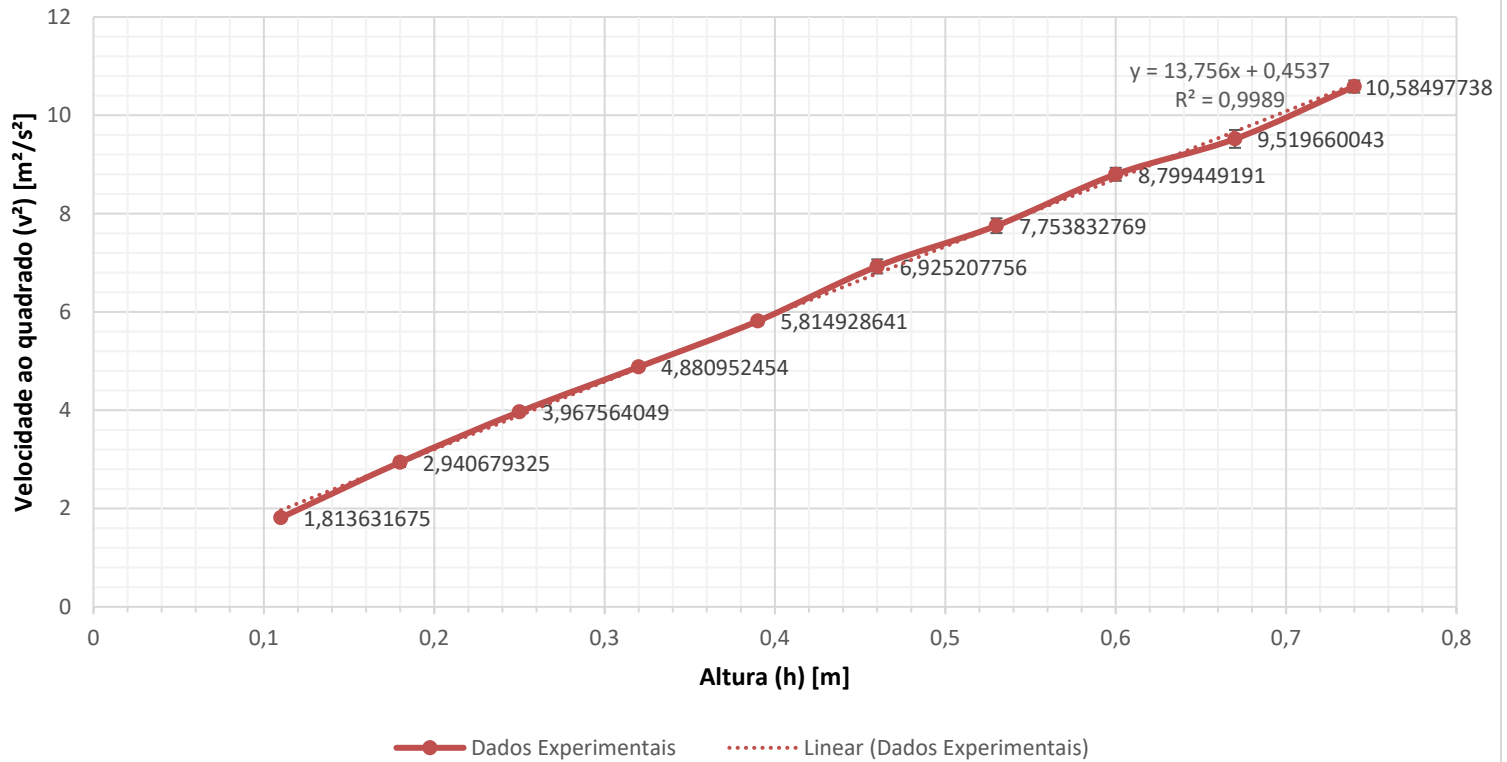
Incerteza de v^2

$$u(v^2) = 2 \times v \times u(v)$$

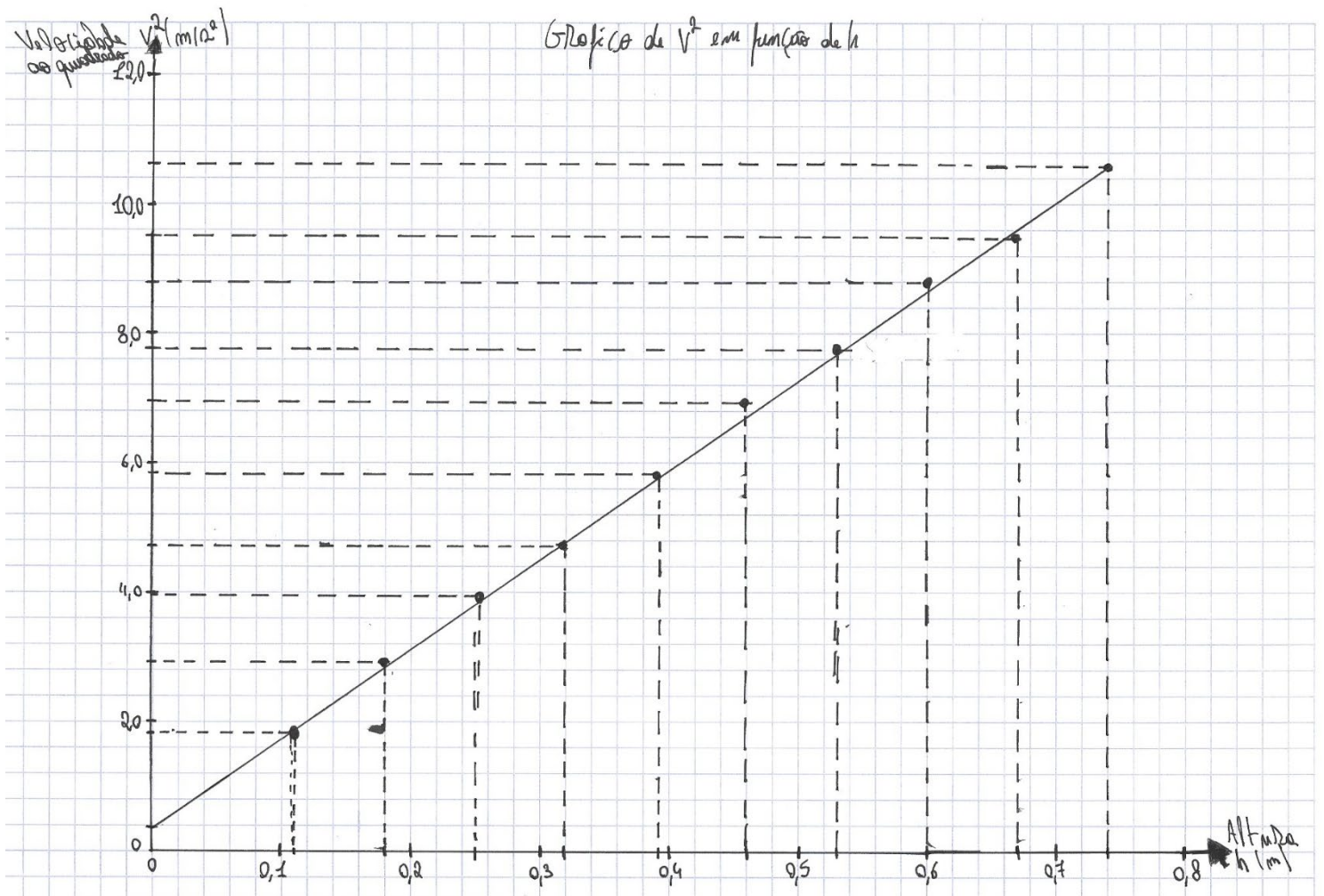
4.1. Gráfico no computador

(Colocar aqui o gráfico traçado no computador)

Gráfico de v^2 em função de h



4.2 Gráfico à mão



5. Cálculos relativos aos gráficos

Determinar m

Para ter mais certeza nos cálculos vamos escolher dois pontos longe da ordenada na origem e calcular a sua diferença.

$$P_1(0,38, 5,6) \quad P_2(0,64, 9,2)$$

$$\Delta v^2 = 9,2 - 5,6 = 3,6 \quad \Delta h = 0,64 - 0,38 = 0,26$$

$$m = \frac{\Delta v^2}{\Delta h} = \frac{3,6}{0,26} = 13,846 \quad g = \frac{m}{2} = \frac{13,846}{2} = 6,923$$

Incertezas

$$u(\Delta v^2) = \sqrt{0,2^2 + 0,2^2} \approx 0,283 \quad u(\Delta h) = \sqrt{0,0005^2 + 0,0005^2} \approx 0,00071$$

$$u(m) = \sqrt{\left(\frac{0,283}{0,26}\right)^2 + \left(\frac{3,6 \times 0,00071}{0,26^2}\right)^2} \approx 0,62 \text{ m/s}^2$$

$$u(g) = \frac{u(m)}{2} = \frac{0,62}{2} = 0,31 \text{ m/s}^2$$

5. Resultados

(Apresente aqui, se necessário, os cálculos adicionais. Apresentar estimativas das incertezas.)

	Declive	Incerteza	Ord. na origem	Incerteza
Gráfico no computador	13,756 m/s ²	±0,161 m/s ²	0,4537 m/s ²	±0,119 m/s ²
Gráfico à mão	13,846 m/s ²	±0,62 m/s ²	0,4 m/s ²	±0,1 m/s ²

Gráfico no computador

$$g = \underline{6,878} \pm \underline{0,081} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Gráfico à mão

$$g = \underline{6,923} \pm \underline{0,31} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

6. Comentários e Conclusões

Usando o computador, chegámos a

$$g = \underline{6,878} \pm \underline{0,081} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

enquanto que, traçando a reta “à mão” e aplicando o paralelogramo de incerteza, obtivemos

$$g = \underline{6,923} \pm \underline{0,31} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Ambos os valores concordam entre si dentro das suas margens de erro, mas ficam muito abaixo dos 9,81 m/s² esperados para a gravidade local, o que pode significar um problema dos equipamentos durante as medições ou sinal claro de perdas sistemáticas (atrito, resistência do ar, atraso no sinal do detector, amplitude de oscilação não tão pequena, etc.). O método computacional, apoiado em regressão estatística e na totalidade dos dados, reduziu a incerteza em quase quatro vezes, enquanto o método manual, limitado pela resolução do papel e pela nossa leitura, tem precisão menor.