

Verificação experimental da atuação da gravidade em relação a queda livre

Fábia Mendonça Souza¹; Herick José de Albuquerque Correia²; João Vitor de Jesus Rocha³

1 - Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. fabia.m.souza@edu.ufes.br

2 - Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. herick.correia@edu.ufes.br

3 - Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. João.v.rocha@edu.ufes.br

Resumo: A mecânica é o ramo da física responsável pelo estudo dos movimentos, sejam eles movimentos de carros e pessoas até movimentos de planetas ao redor do sol. Além disso, ela pode ser dividida tanto no campo da cinemática quanto no da dinâmica. Neste artigo, foi-se realizado um experimento com uma esfera de aço, afim de avaliar a sua aceleração durante uma “queda livre”. Foram obtidos dois possíveis valores para a gravidade, estatisticamente, cujo valor foi de $11 \pm 0,5 \text{ m/s}^2$ e graficamente, cujo valor foi de $11 \pm 0,1 \text{ m/s}^2$, valores estes que se aproximam ao da literatura que é de $9,81 \text{ m/s}^2$. Os valores da gravidade encontrados foram calculados a partir das distâncias medidas e do tempo cronometrado.

Palavras – chaves: mecânica, queda livre

Abstract:

Mechanics is the branch of physics responsible for the study of movements, whether they are movements of cars and people or movements of planets around the sun. Furthermore, it can be divided into both kinematics and dynamics. In this article, an experiment was carried out with a steel ball, in order to evaluate its acceleration during a “free fall”. Two possible values for severity were obtained, statistically, whose value was $11 \pm 0.5 \text{ m/s}^2$ and graphically, whose value was $11 \pm 0.1 \text{ m/s}^2$, values that are close to those in the literature which is 9.81 m/s^2 . The severity values found were calculated from measured distances and timed time.

Palavras – chaves: mecânica, queda livre

Introdução

No ramo da física, a queda livre é uma particularização do movimento uniformemente variado (MRUV). Esse movimento, por sua vez, foi estudado, de início, por Aristóteles, que afirmava que se duas pedras caíssem de uma mesma altura, a mais pesada atingiria o solo primeiro. Tal afirmação foi aceita por muito tempo. Séculos a frente, o físico Galileu Galilei refutou tal prerrogativa de Aristóteles, comprovando, através de seus experimentos, que quando um objeto é lançado, numa mesma altura, e com a mesma velocidade inicial, eles cairão no chão simultaneamente, ou seja, suas massas, neste caso, são desprezíveis.

Diante disto, tomemos um experimento de tal forma a calcular a aceleração de uma esfera de aço, em queda livre, adotando várias distancias durante o seu caimento, para confirmar se a aceleração que esse objeto exerce se assemelha a da aceleração da gravidade, segundo a literatura.

Materiais e métodos

Tomando que para a análise da aceleração de um objeto em queda, utiliza-se os seguintes materiais:

- Uma esfera maciça de aço (objeto utilizado como estudo);
- Um aparelho que é uma barra vertical, onde o mesmo possui uma régua no fundo – Modelo/Marca: EQ143/Cidepe;
- Dois sensores do tipo fotossensível;
- Um eletroímã;



Figura 1 – Aparelho utilizado para demarcar as distâncias de percurso da esfera com os sensores fotossensíveis.

Utilizou-se os dois sensores para obterem o tempo de percurso da esfera, onde os tempos foram cronometrados de forma automática, devido ao uso de um software.

O primeiro sensor manteve seu posicionamento fixo, enquanto o segundo sensor ia aumentando a distância que iria percorrer a esfera.

Para manter o controle de quando irá ser abandonado o objeto de estudo (esfera), utilizou-se o eletroímã, que será inicializado pelo operador do experimento utilizando um interruptor com um botão. Assim será dado o início do experimento.

DISCUSSÕES E RESULTADOS

Na literatura, quando um corpo que é abandonado de uma certa altura, o mesmo cairá verticalmente para o solo devido a ação da gravidade. Assim, poderá ser obtido o valor e comprovado, a aceleração da gravidade na qual atua sobre a esfera.

Segundo a literatura, pode-se definir matematicamente a seguinte equação:

$$S_{(t)} = S_o + V_o t + \frac{gt^2}{2}$$

Onde nessa equação, temos $V_o = 0$, pois o corpo não é lançado e nem empurrado, apenas abandonado. Assim, pode-se concluir que a equação adequada seja a seguinte:

$$\Delta S = \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

$$g = \frac{2\Delta S}{t^2} \quad (3)$$

Com isso, a gravidade na teoria pode ser obtida através da equação (3).

No experimento, foram obtidos os valores de distância percorrida e o tempo de cada uma. Com base nisso, pode-se ser feito um gráfico relacionando ambas. Segue-se o gráfico:

$S(mm)$	ΔS	$t(s)$	Δt
100	± 4	0,128	$\pm 0,009s$
200	± 4	0,188	$\pm 0,009s$
300	± 4	0,234	$\pm 0,009s$
400	± 4	0,268	$\pm 0,009s$
500	± 4	0,304	$\pm 0,009s$
600	± 4	0,334	$\pm 0,009s$
700	± 4	0,361	$\pm 0,009s$
800	± 4	0,385	$\pm 0,009s$

Tabela 1

Dados valores obtidos e colocados na tabela 1, pode-se ser traçado um gráfico não linearizado. Segue-se:

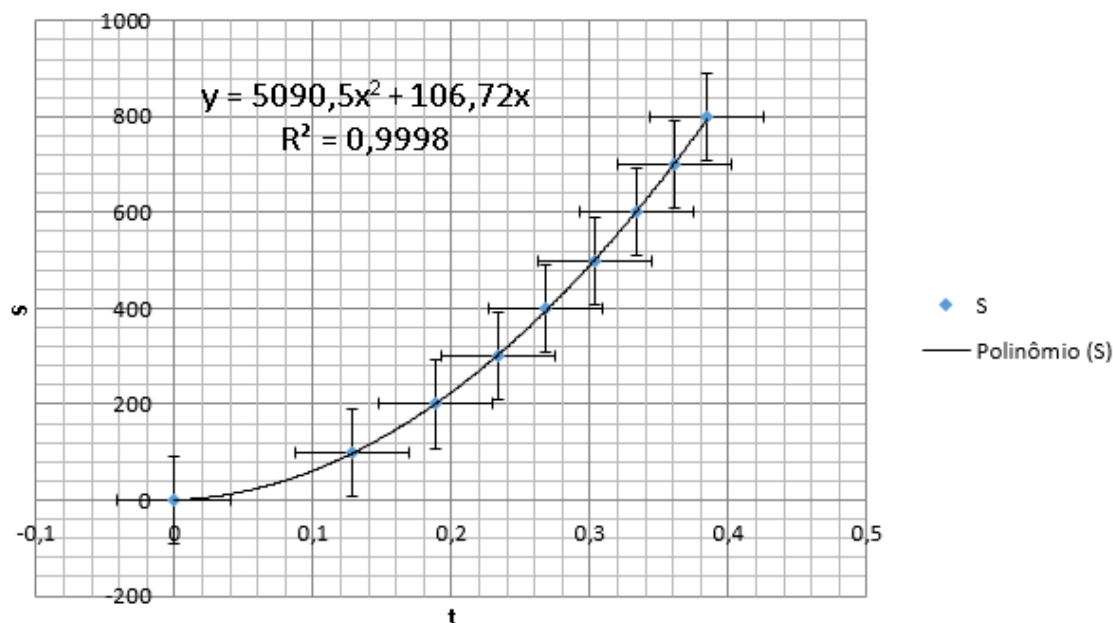


Gráfico 1 – Representa a curva de segundo grau, obtido pelo Excel. Onde se dá a relação de $S \times T$.

A forma como o gráfico está representado não apresenta uma solução plausível para obtenção do valor da gravidade (pois necessita-se do coeficiente angular), logo, pode-se ser feita uma linearização gráfico. Seguindo esta lógica, poderá ocorrer esta linearização do gráfico de distância pelo tempo, tomando as seguintes equações:

$$T = t^2 \quad (4)$$

$$\Delta S = \frac{g}{2} \cdot T \quad (5)$$

Com as equações 5 e 6, pode-se ser traçado a tabela e o gráfico linearizado. Segue-se:

$S(mm)$	$T(t^2)$
100(0,1m)	0,016384
200(0,2m)	0,035344
300(0,3m)	0,054756
400(0,4m)	0,071824
500(0,5m)	0,092416
600(0,6m)	0,111556
700(0,7m)	0,130321
800(0,8m)	0,148225

Tabela 2 – Valores do tempo ao quadrado e conversão das distâncias para a unidade de metros.

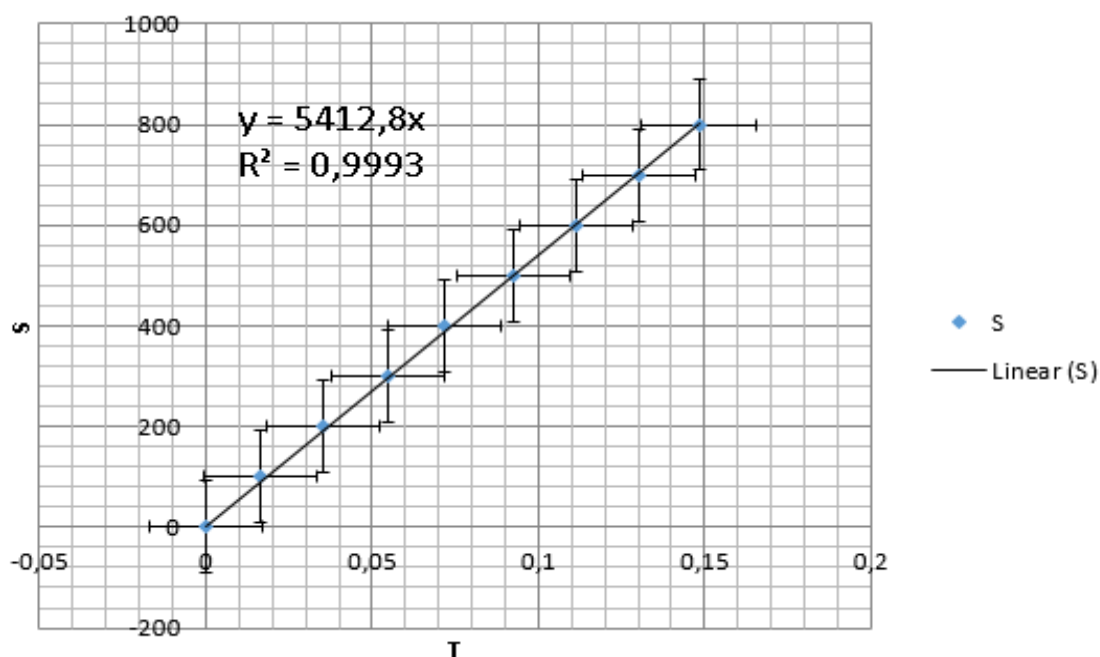


Gráfico 2 – Representação da tabela 2, onde se tem a relação de $S \times T$, onde o gráfico se encontra linearizado.

Obtendo “g” de forma estatisticamente:

Como o ponto de liberação do corpo é zero e a velocidade inicial também é zero, teremos as seguintes equações:

$$S = \frac{1}{2}gt^2 \quad (6)$$

$$g = \frac{2S}{t^2} \quad (7)$$

Note que ao isolar o “g”, pode-se assim encontrar a aceleração gravitacional dos determinados corpos utilizados no experimento de queda livre.

Assim, foram obtidos os seguintes resultados:

Para 100mm:

Primeiramente, converte-se o valor de 100 mm para metros, pois o valor final na unidade de medida de gravidade é metros por segundo ao quadrado, por isso a mudança.

$$g = \frac{2 \cdot 0,1}{0,128^2} = 12,2 \text{ m/s}^2$$

Para 200mm (0,2m):

$$g = \frac{2 \cdot 0,2}{0,188^2} = 11,3 \text{ m/s}^2$$

De forma análoga, pode-se obter o valor das outras gravidades. Segue-se:

Para 300mm (0,3m): $g = 10,9 \text{ m/s}^2$

Para 400mm (0,4m): $g = 11,1 \text{ m/s}^2$

Para 500mm (0,5m): $g = 10,8 \text{ m/s}^2$

Para 600mm (0,6m): $g = 10,7 \text{ m/s}^2$

Para 700mm (0,7m): $g = 10,7 \text{ m/s}^2$

Para 800mm (0,8m): $g = 10,7 \text{ m/s}^2$

Para se obter o valor final da gravidade, deve-se tirar uma média dos valores obtidos. Segue-se:

$$g_{\text{média}} = \frac{12,2 + 11,3 + 10,9 + 11,1 + 10,8 + 10,7 + 10,7 + 10,7}{8}$$
$$g_{\text{média}} = 11,05 \cong 11,0 \text{ m/s}^2$$

O valor da incerteza de “g” é o desvio-padrão. Segue-se o valor final obtido:

$$g = 11,0 \pm 0,5 \text{ m/s}^2$$

Obtendo “g” graficamente:

Sabendo-se que o gráfico 2 foi obtido através da mudança de uma variável, onde foi o elevado o tempo ao quadrado (t^2), dado que o $V_o = 0$, segue-se a seguinte equação:

$$S(t) = \frac{a_x t^2}{2} \quad (8)$$

Troca-se $t^2 \equiv T$, tem-se:

$$S(T) = \frac{a_x}{2} \cdot T \quad (9)$$

Sabe-se que a inclinação α é o coeficiente angular e o mesmo pode ser obtido graficamente, pode-se utilizar as seguintes equações:

$$\text{tag}(\alpha) = \frac{a_x}{2} \quad (10)$$

Como o experimento se trata de Queda Livre, tem-se que o $a_x = g$, logo:

$$g = 2 \cdot \text{tag}(\alpha) \quad (11)$$

Sabe-se que o coeficiente angular de uma reta é o mesmo que a tangente do ângulo de inclinação, pode-se então fazer o cálculo da gravidade e sua incerteza. Logo, o valor da gravidade será:

$$g = 10,6652 \cong 11,0 \text{ m/s}^2$$

$$g = 11,0 \pm 0,1 \text{ m/s}^2$$

CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos pode-se determinar o valor da gravidade local utilizando as equações descrita. Pode-se analisar os valores obtidos na tabela abaixo:

<i>Método utilizado</i>	<i>Valor de (g)</i>
Algebricamente	$11,0 \pm 0,5 \text{ m/s}^2$
Graficamente	$11,0 \pm 0,1 \text{ m/s}^2$

Como pode ser observado, ambos os resultados foram bem semelhantes. Os resultados obtidos nas duas observações do experimento apresentou uma aproximação considerável com o valor real (tabelado).

Esperava-se que a aceleração fosse igual a definida teoricamente, mas na prática além de não podermos eliminar a existência do atrito do ar, os equipamentos não exatos, e também tem-se o fator humano que seria os erros cometidos pela pessoa que fez o experimento. Assim, é impossível realizar o experimento para determinar os resultados precisamente iguais aos da teoria descrita por Galileu. Porém foram obtidos resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

- <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/queda-livre.htm>
- <https://www.portalsaofrancisco.com.br/fisica/queda-livre>
- Apostila de Física Experimental do Curso de Física - DFIS/UFES
- HALLIDAY, David, 1916 – Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica/Halliday, Resnick, Jearl Walker; tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro: LTC, 2011. 4v.