



Experimento científico para a determinação da aceleração da gravidade local empregando materiais de baixo custo

Marcos Aurélio da Silva¹

¹Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de educação, Ciencia e Tecnologia Baiano (IF BAIANO) – Campus Bom Jeus da Lapa. E-mail: marcos.aurelio@lapa.ifbaiano.edu.br

Resumo: A aceleração da gravidade (g) foi determinada usando dois métodos: o experimento de queda livre e o pêndulo simples. No método de queda livre um corpo foi solto de certa altura h e seu tempo de queda foi medido com o auxílio de um cronômetro. Para o pêndulo simples foi usado um peso de chumbo suspenso por uma linha e foi então medido o tempo de 10 oscilações. Com os dados de ambos os experimentos foram construídos gráficos e a determinação da aceleração da gravidade foi determinada a partir dos coeficientes angulares das retas obtidas. O experimento do pêndulo simples mostrou maior precisão e exatidão na determinação de g. O erro experimental de g para o pêndulo simples foi em torno de 2% enquanto o experimento de queda livre apresentou um erro de aproximadamente 7% em relação ao valor verdadeiro de $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Palavras-chave: experimento de ciências, aceleração da gravidade, experimentos de baixo custo.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências tem em seu histórico vários progressos e retrocessos, chegando até a concepção de hoje, na qual o ensino de Ciências deve problematizar e desafiar os alunos, para que possam aprender conceitos científicos por meio de reflexão e investigação. Para isso, tem-se como suporte as atividades de experimentação que, além de serem motivantes e muito esperadas pelos alunos, têm como função primordial auxiliar o educando a desenvolver uma nova maneira de ver o mundo, partindo de suas hipóteses e conhecimentos prévios.

Neste trabalho foi determinada a aceleração da gravidade local, que vale aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$, empregando materiais de baixo custo que pode ser determinada por vários métodos entre os quais se incluem custo através dos experimentos de queda livre dos corpos e o pêndulo simples. Ambos os métodos têm suas vantagens e desvantagens dependendo das condições experimentais.

1.1. Experimento de Queda Livre

Para se obter a aceleração da gravidade local usando o experimento de queda livre deve ser aplicada a lei do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Nas proximidades da superfície da Terra, todo corpo cai com a mesma aceleração, independentemente de sua massa ou formato, se o atrito com o ar puder ser desprezado. Esta aceleração é a aceleração da gravidade g. Para um corpo em queda livre, a equação horária do movimento do corpo é dada por (1):

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{gt^2}{2} \quad (1)$$

Onde,

s é espaço percorrido pelo corpo;

S₀ é o espaço inicial;

V₀ é a velocidade inicial;

t é o tempo de percurso e

g é a aceleração da gravidade local.

Para se determinar o valor de g devem-se fazer as seguintes considerações: S₀ = 0 e V₀ = 0 e que ao final da queda, S = h (altura da queda) temos assim a equação rearranjada (2):

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

Medindo-se os tempos de queda para várias alturas h pode ser traçado um gráfico $h \times t^2$, em que o valor do coeficiente angular da reta obtida é $\frac{g}{2}$.

1.2. Experimento do Pêndulo Simples

O pêndulo simples é constituído por um corpo suspenso num fio leve e inextensível. Quando é afastado da posição de equilíbrio e solto, o pêndulo oscila no plano vertical, em torno do ponto de fixação do fio, por ação da gravidade. Para pequenos ângulos de oscilação (inferior a 15°) o movimento do pêndulo é descrito pela equação (3).

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (3)$$

Onde,

T é o período de oscilação, ou seja, o tempo em que o pêndulo vai e volta em uma determinada posição;

L é o comprimento do fio e

g é a aceleração da gravidade local. Construindo um gráfico com período T de oscilação contra a raiz quadrada de L, obtemos uma reta cujo coeficiente angular é $\frac{2\pi}{g}$

O título deste tópico deve estar em negrito e alinhado à esquerda. Não deixar linha separando o título do texto. Iniciar o texto deixando recuo de 1,0 cm da margem esquerda. Deixar uma linha em branco após o item material e métodos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento de queda livre

Neste experimento o objeto é colocado a determinada altura acima do chão e será solto, enquanto o tempo que o objeto leva para atingir o chão será medido com o auxílio de um cronômetro. Anota-se em uma tabela o tempo de pelo menos 3 (três) vezes para cada altura em que o objeto foi solto, a fim de termos uma maior precisão no resultado obtido.

Materiais

- ✓ Trena
- ✓ Cronômetro
- ✓ Caderno (objeto)

3.2. Experimento do Pêndulo Simples

Neste experimento inicialmente é ajustado o comprimento do fio (L) e o pêndulo é posto para oscilar em um pequeno ângulo (inferior a 15°). É então medido o 4 tempo de 10 oscilações com o auxílio de um cronômetro. É tomado 3 (três) medidas de tempo que são então anotados em uma tabela para cada medida de comprimento do fio (L), para se ter uma maior precisão das medidas.

Materiais

- ✓ Trena
- ✓ Linha
- ✓ Peso de chumbo
- ✓ Suporte (Cadeira)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento de Queda Livre

A tabela abaixo apresenta o resultado do experimento de queda livre para. O h(m) indica a altura, em metros na qual o corpo foi solto e t_1 , t_2 e t_3 são os tempos de medidas para cada altura. O tempo médio é a média aritmética dos três tempos medidos e o tempo ao quadrado foi obtido do tempo médio para que a função se torne uma reta, conforme a equação (2).

Tabela 1 – Dados experimentais de queda livre para o turno matutino

h (m)	$t_1(s)$	$t_2(s)$	$t_3(s)$	$t_{médio}$	t^2	h (m)
1,50	0,58	0,56	0,56	0,567	0,321	1,50
2,00	0,65	0,67	0,66	0,660	0,436	2,00

2,77	0,78	0,77	0,78	0,777	0,603	2,77
------	------	------	------	-------	-------	------

De acordo com a equação (2) se for construído um gráfico da altura (h) contra t^2 obtêm-se uma reta cujo coeficiente angular é $\frac{g}{2}$. Ou seja, considerando $h = y$ e $t^2 = x$ a curva obtida é dada pela equação (4):

$$y = ax \quad (4)$$

Onde a é o coeficiente angular da reta, ou seja, é o valor que multiplica x na equação do gráfico. Assim o valor de g será obtido pelo valor da inclinação da reta (a), onde:

$$a = \frac{g}{2} \quad (5)$$

Então:

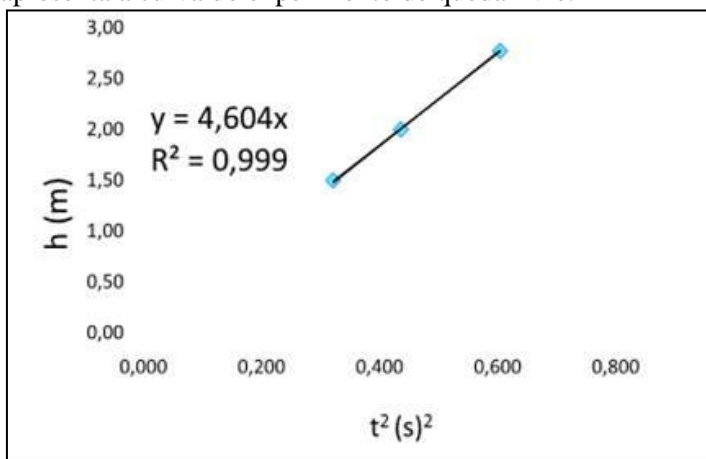
$$g = 2a \quad (6)$$

Dessa forma o valor de g é obtido graficamente a partir do valor do coeficiente angular da reta (a). Os valores de R^2 mostrados no gráfico indicam quando as medidas obtidas foram precisas. A exatidão do valor de g é uma medida de quanto o experimento aproximou-se do valor verdadeiro que é de $9,8 \text{ m/s}^2$. Para se verificar o erro percentual da medida de g pode ser usada a expressão (7):

$$\frac{g - g^d}{g} \times 100, \quad (7)$$

Onde, g é o valor verdadeiro de g e g^d é o valor determinado. Para não termos resultados negativos usamos o módulo, ou seja, o resultado da subtração sem o sinal negativo.

A figura 1 apresenta a curva do experimento de queda livre.



A tabela 2 mostra o valor da aceleração da gravidade determinada no experimento queda livre, assim como o desvio obtido no experimento.

Tabela 2 - Valor da aceleração da gravidade determinada nos experimentos de queda livre.

a	g	R^2	Erro (%)
4,604	9,21	0,999	6

Pode-se notar pelos resultados que existiu certa relação entre os erros experimentais, aqui representados por R^2 e o erro na medida do valor de g. Desvios experimentais, onde R^2 se aproxima da unidade mostrou maior exatidão na determinação do valor de g. Neste caso o valor comparativamente mais exato foi da turma vespertina que apresentou um erro de 6%, aproximando-se mais do valor verdadeiro.

4.2. Experimento do pêndulo simples

A tabela 3 apresenta o resultado do experimento do pêndulo simples. O L(m) indica o comprimento do fio, em metros no qual o pêndulo foi preso ao suporte e t_1 , t_2 e t_3 são os tempos de medidas para cada comprimento. Foi tomado 4 comprimentos de fio. O tempo médio é a média aritmética dos três tempos medidos. O período de oscilação T foi obtido dividindo-se o tempo médio

por 10, que foram o número de oscilações tomadas no experimento. Foi tomada o valor da raiz quadrada de L (v-) para que a curva tomasse a forma linear, de acordo com a equação (3).

L (m)	$t_{1(s)}$	$t_{2(s)}$	$t_{3(s)}$	$t_{médio}$	T s	$\overline{L} (m)$
0,20	8,87	8,94	8,94	8,92	0,89	0,45
0,35	11,35	11,75	11,65	11,58	1,16	0,59
0,58	15,44	15,43	15,44	15,44	1,54	0,76
0,95	19,59	19,79	19,97	19,78	1,98	0,97

De acordo com a equação (3) se for construído um gráfico do período T contra \overline{L} obtêm-se uma reta cujo coeficiente angular é $\frac{2\pi}{g}$. Ou seja, considerando $T = y$ e $\overline{L} = x$ a curva obtida é dada pela equação (4).

Onde a é o coeficiente angular da reta, ou seja, é o valor que multiplica x na equação do gráfico. Assim o valor de g será obtido pelo valor da inclinação da reta (a), onde:

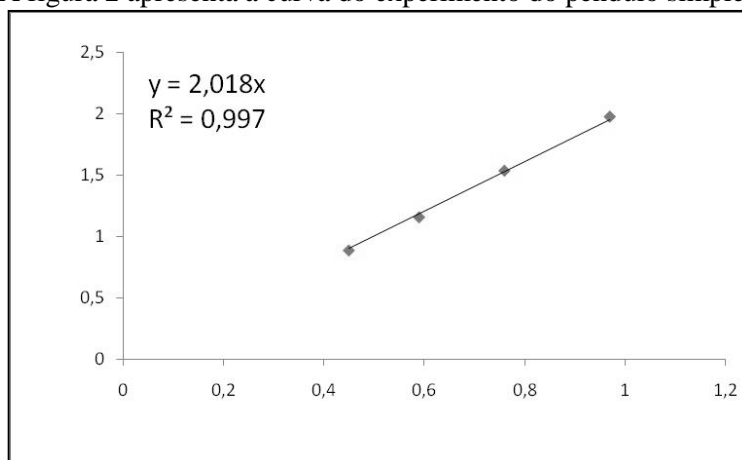
$$a = \frac{2\pi}{g} \quad (8)$$

Rearranjando:

$$g = \frac{4\pi^2}{a^2} \quad (9)$$

Dessa forma o valor de g é obtido graficamente a partir do valor do coeficiente angular da reta (a). Os valores de R^2 mostrados no gráfico indicam quantas as medidas foram precisas e a exatidão do valor de g obtida é determinada pela equação (7).

A figura 2 apresenta a curva do experimento do pêndulo simples.



A tabela 4 mostra os valores da aceleração da gravidade determinada nos experimentos de queda livre assim como os desvios obtidos no experimento. O valor de g é obtido usando a equação (9).

Tabela 4 - Valor da aceleração da gravidade determinada no experimento do pêndulo simples.

a	g	R^2	Erro (%)
2,018	9,74	0,997	0,6

Como podem ser observados nos resultados, nem sempre os valores mais exatos corresponde às medidas mais precisas com valor de R^2 próximo a unidade. Na tabela 9 são mostrados os resultados da determinação da aceleração da gravidade local utilizando os dois métodos: queda livre (QL) e pêndulo simples (PS).

Tabela 9 – comparação dos valores da aceleração da gravidade e erro experimental determinado pelas duas metodologias.

g (QL)	g (PS)	Erro (%) - QL	Erro (%) - PS
9,14	9,74	6,7	0,6



Na comparação dos métodos pode ser observado que o método do pêndulo simples foi o que mais se aproximou do valor verdadeiro ($9,8\text{m/s}^2$), ou seja, mostrou maior exatidão entre 0,6% contra 6,7% do experimento de queda livre.

Estes resultados podem ser explicados pela dificuldade de se medir o tempo de queda do objeto a pequenas alturas. Enquanto que para o experimento do pêndulo o tempo foi medido com maior precisão, pois se considerou dez oscilações.

6. CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que o experimento do pêndulo foi mais eficiente que o da queda livre obtendo um valor para g muito próximo do valor real, enquanto o experimento de queda livre foi menos exato apresentando um desvio mais elevado.

Estes resultados mostraram que a exatidão da medida de g depende de como se escolhe e monta-se o experimento. Se fosse tomados valores de altura mais elevada para o experimento de queda livre, provavelmente o valor do tempo medido mostrasse maior precisão e os valores de g se aproximariam do valor real.

Este trabalho mostrou que o experimento em sala de aula pode ser realizado com materiais de baixo custo e executado com facilidade, tornando a aula de ciências atrativa e lúdica. Além disso, os estudantes manipulam ferramentas computacionais e instrumentos de aplicação comum nas experiências científicas.

AGRADECIMENTOS

Aos estudantes do Curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Bom Jesus da Lapa e ao Professor de Física Moises Cruz pelo apoio na realização deste experimento.

REFERÊNCIAS

Calcada, Caio Sergio e Sampaio, Jose Luiz. Física Clássica: Cinemática - 2 grau. Editora atual, 1998

Ciência a Mão, portal do ensino de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. <http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/recursos.php?tipo=atividades>. Acessado em 05/06/2012.