

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS DEPARTAMENTO DE FÍSICA CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Prática 03: Pêndulo Simples IPS AZDOCTIPS

ALUNO: Alan de Abreu Estevão

MATRÍCULA: 385179 **TURMA:** 38

DISCIPLINA: Física Experimental para Engenharia

PROFESSOR: Aurélio Wilson

DATA: 02/05/2016 **HORÁRIO:** 14:00 – 16:00

Fortaleza, Ceará
2016

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	.3
2.	OBJETIVOS	.5
3.	MATERIAL	.6
4.	PROCEDIMENTO	.6
4.1	. Influência do comprimento	.7
4.2	. Influência da amplitude	.7
4.3	. Influência da massa	.7
4.4	. Análise gráfica período (T) em função do comprimento (L)	8
4.5	. Análise gráfica período ao quadrado (${f T}^2$) em função do comprimento (${f L}$)	8
5.	QUESTIONÁRIO	9
6.	CONCLUSÃO	11
BII	BLIOGRAFIA1	11



1. INTRODUÇÃO

O pêndulo simples é um dos principais assuntos estudados na Física. Ele consiste em um fio preso a um ponto fixo, contendo uma determinada massa, que ao ser deslocada da sua posição de repouso, oscila em torno desta, realizando movimentos periódicos. Essa periodicidade pode ser representada através do emprego de equações bem definidas que se baseiam na observação experimental destes movimentos, e por tal motivo esse instrumento é bastante utilizado em estudos de força peso e movimento oscilatório.

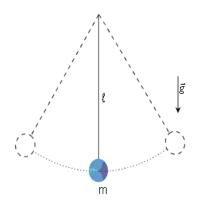


Figura 1 – Representação gráfica do pêndulo simples. Fonte: Só Física. (2016)

O primeiro a observar algumas características relacionadas ao pêndulo foi Galileu Galilei, nos seus estudos sobre os corpos suspensos. Pois, naquela época, a concepção da Física afirmava que, se considerarmos o mesmo meio, corpos com maior sa caem mais rapidamente que os corpos mais leves. Para Galileu essa diferença elacion à diference de de 181ac e d corp. A' ins a lem que u inte SS€ 158 ulos argiu, e quando as stilla uma missa na dε ao omar para cima deparou-se com os lustres suspensos que barançavam no teto. Ze percebeu que embora as amplitudes dos lustres mudassem, o tempo com que demoravam para fazer um deslocamento passando por seu eixo central era o mesmo.

Utilizando um pêndulo posteriormente, ele realizou um determinado experimento, para compreender mais a fundo suas observações e pelo fato da inexistência de relógios precisos e cronômetros naquela época, Galileu fez a contagem do tempo comparando-a com a contagem de batidas de seu próprio pulso. Ele conclui assim, experimentalmente que de fato, não havia alteração no tempo de oscilação, ou seja, no período de um pêndulo, quando consideradas amplitudes diferentes, o que realmente resultava nessa alteração no tempo era o uso de diferentes comprimentos de fios para o pêndulo.

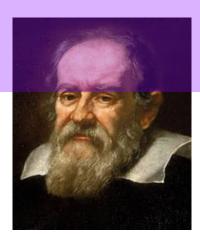


Figura 2 – Galileu Galilei, o pai da experimentação. Fonte: Mundo Educação. (2016)

Através de outros experimentos, Galileu percebeu ainda que não só a amplitude, mas também os pesos dos corpos suspensos não acarretam nenhuma alteração no período, que continua praticamente inalterado. Como o movimento do pêndulo e a queda livre são ocasionados pela gravidade, ele afirmou e comprovou, na Torre de Pisa, que duas pedras com diferentes pesos, quando lançadas do alto da torre, levariam o mesmo tempo para chegar ao solo, o que contrariava as concepções científicas daquele tempo. Esse método de comprovação através de experimentações ficou conhecido como método experimental de Galileu, considerado o pai da experimentação.

Além dessas características, outra investigação de Galileu, foi que durante as oscilações, os pêndulos, voltavam praticamente para altura em que haviam sido largados, o que hoje se entende por conservação de energia, conceito ainda não introduzido na época. Além disso, concluiu que pêndulos com menor peso paravam de oscilar mais rápido que os que possuíam pesos maiores e que o período de oscilação ao quadrado é proporcional ao comprimento do pêndulo.

A partir desse momento, com o estudo do pêndulo iniciou-se os estudos sobre o ento Ha nico Sim s. I ogo pên no ce ecc a sei atilizado i med ina cic es, u dos edir ção ardíaca i rumento conh mo ium. Os estudantes de música também passaram a empregar os pêndulos como Metrônomos. E quase no final de sua vida, quando já estava completamente cego,

Galileu fez sua última descoberta, a respeito do movimento pendular empregado nos relógios para garantir a precisão dos relógios, muito precária naquele tempo. Pois, o período do pêndulo depende apenas de seu comprimento um conceito fácil de controlar, o que acabou por florescer a criação de relógios cada vez mais precisos.

Hoje se sabe que quando considerados ângulos pequenos de deslocamento, no máximo 15°, é possível calcular o período do pêndulo, ou seja, o intervalo de tempo que ele gasta para realizar uma oscilação completa. Isso é possível através do conhecimento das forças atuantes sobre o corpo

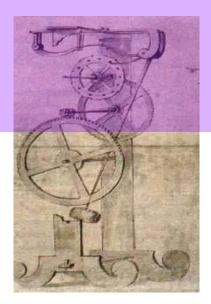


Figura 3 – Um dos relógios de pêndulo de Galileu
Fonte: Google. (2016)

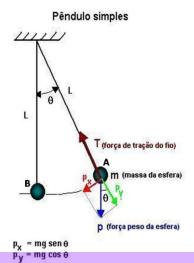


Figura 4 – Esquematização do pêndulo com relação as forças atuantes sobre a esfera.

Fonte: Cola da Web. (2016)

suspenso e sobre o pêndulo, que são apenas duas forças, a força de tração no fio (T) e a força peso (P), como se pode ver na Figura 4.

Decompondo a força peso, obtemos $mgsen\theta$ e $mgcos\theta$. A componente $mgsen\theta$ produz a força restauradora que age sobre m. Portanto $F = -mgsen\theta$. E considerando que, para ângulos relativamente pequenos temos: $sen\theta = \theta$.

De acordo com a imagem ao lado podemos ver que:

$$AB = \theta L \Rightarrow \theta = \frac{AB}{L}$$
 $F = -mg\left(\frac{AB}{L}\right)$

Como a massa (m), a aceleração da gravidade (g) e comprimento (L) são constentes, podemos representá-los por:

Substituindo o valor de k na equação do período de um movimento harmônico

simples temos que:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

2. OBJETIVOS

Os principais objetivos desta prática de Física Experimental são:

- Verificar as leis do pêndulo, conhecimento e utilização de suas equações baseadas nas observações experimentais em laboratório;
- Estudar o efeito da massa e da amplitude sobre o período, observar se há alguma relação entre essas propriedades e o pêndulo;
- Determinar a aceleração gravitacional da gravidade local, através das equações definidas e dos resultados obtidos nos experimentos;
- Analisar e representar graficamente os resultados obtidos.

3. MATERIAL

Para a prática descrita no decorrer deste relatório, utilizou-se dos seguintes materiais:

- Pedestal de suporte com transferidor;
- Massas aferidas m_1 (50g) e m_2 (100g);
- Cronômetro;
- Fita métrica:
- Fio (linha zero).

4. PROCEDIMENTO

Antes de qualquer experimento foi nos dada uma breve introdução teórica sobre o pêndulo, na qual foram descritas as principais características desse instrumento, bastante utilizado no ramo da Física. Outro tema tratado foi o movimento realizado pelo pêndulo simples, bem como as equações que o descrevem.

Após is fomo por entre en si en ara a pontação por o e equamer o estada e na haste metálicom o e equamer os, es qua é a comba, que espende

p so de massa conhecida. Além disso, um transferidor foi acoplado à haste para a medição dos ângulos, como podemos observar na Figura 5.

Com a utilização desse sistema, fita métrica e cronômetro, a tarefa seguinte foi calcular o tempo necessário para que esse pêndulo completasse 10 períodos (10T), considerando a influência de três variáveis: comprimento (Tabela 1), amplitude (Tabela 2) e massa (Tabela 3). Para garantir dados corretos, a medição do tempo contida no cronômetro foi considerada apenas até os décimos de segundo, devido ao tempo de reação humano. Também foram realizadas três medições de períodos em cada situação, e com a média aritmética entre estas, achar o tempo em segundos correspondente a um período (T). Os resultados obtidos são apresentados na tabelas e gráficos a seguir.



Figura 5 – Sistema para a representação do pêndulo e do movimento pendular.

Fonte: Do Autor. (2016)

4.1. Influência do comprimento sobre o período

Tabela 1 – Resultados experimentais para o estudo da influência do comprimento sobre o período do pêndulo simples.

L (cm)	θ (graus)	m (gramas)	10 T (s)			T (s)	$T^2(s^2)$
$L_1 = 20$	$\theta_1 = 15$	$m_1 = 50$	$10T_1 =$	$10T_1 =$	$10T_1 =$	$T_1 =$	$T_1^2 =$
$L_1 - 20$			8,8	8,8	8,9	0,88	0,77
$L_2 = 40$	$\theta_1 = 15$	$m_1 = 50$	$10T_2 =$	$10T_2 =$	$10T_2 =$	$T_2 =$	$T_2^2 =$
L ₂ – 40			12,6	12,5	12,6	1,26	1,59
$L_3 = 60$	$\theta_1 = 15$	$m_1 = 50$	$10T_3 =$	$10T_3 =$	$10T_3 =$	$T_3 =$	$T_3^2 =$
L3 – 00	01 = 13		15,5	15,5	15,5	1,55	2,40
$L_4 = 80$	80 $\theta_1 = 15$	$m_1 = 50$	$10T_4 =$	$10T_4 =$	$10T_4 =$	$T_4 =$	$T_4^2 =$
L4 - 60			18,2	18,1	18,1	1,81	3,28
$L_5 = 100$	$\theta_1 = 15$	$m_1 = 50$	$10T_5 =$	$10T_5 =$	$10T_5 =$	$T_5 =$	$T_5^2 =$
L5 - 100			19,9	19,9	19,9	1,99	3,96
L = 120	$\theta_0 = 130$ $\theta_1 = 15$ m	50	$10T_6 =$	$10T_6 =$	$10T_6 =$	$T_6 =$	$T_6^2 =$
$L_6 - 150$		$m_1 = 50$	23,1	23,0	23,0	2,30	5,29
$L_{7} = 150$	$\theta_1 = 15$	$m_1 = 50$	$10T_7 =$	$10T_7 =$	$10T_7 =$	$T_7 =$	$T_7^2 =$
L/ - 130			24,6	24,5	24,5	2,45	6,00

inii) icia (a) iniia s (a) jeric

Tabela 2 – Resultados experimentais para o estudo da influência da amplitude sobre o período do pêndulo simples.

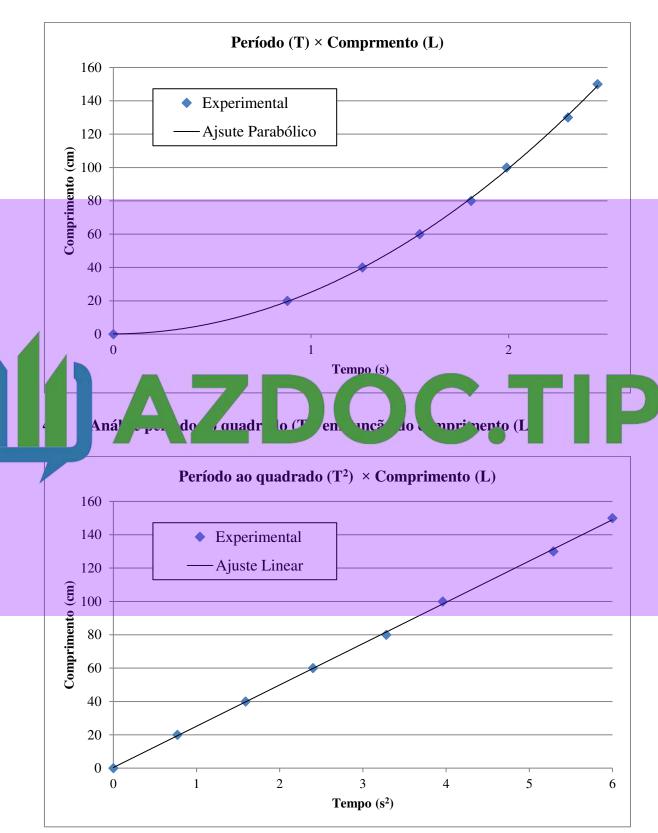
L (cm)	θ (graus)	m (gramas)		T(s)		
L = 140	$\theta_1 = 15$	$m_1 = 50$	$10T_8 =$	$10T_8 =$	$10T_8 =$	$T_8 = 2,38$
L = 140	01 = 13		23,8	23,8	23,8	
L = 140	$\theta_2 = 10$	$\theta_2 = 10$ $m_1 = 50$	$10T_9 =$	10T ₉ =	$10T_9 =$	$T_9 = 2,38$
L = 140			23,7	23,8	23,8	19 – 2,36

4.3. Influência da massa sobre o período

 $\textbf{Tabela 3} - Resultados \ experimentais \ para \ o \ estudo \ da \ influência \ da \ massa \ sobre \ o \ período \ do \ pêndulo \ simples.$

L (cm)	θ (graus)	m (gramas)	10 T (s)	T(s)	L (cm)	θ (graus)
L = 140	$\theta_2 = 10$	m. – 50	$10T_9 =$	10T ₉ =	$10T_9 =$	T ₈ = 2,38
L = 140	$\theta_2 = 10$	$m_1 = 50$	23,8	23,8	23,8	
L = 140	$\theta_2 = 10$	$m_2 = 100$	$10T_{10} =$	$10T_{10} =$	$10T_{10} =$	$T_{10} = 2,38$
L - 140			23,8	23,8	23,8	110-2,30

4.4. Análise gráfica período (T) em função do comprimento (L)



5. QUESTIONÁRIO

 1 – Dos resultados experimentais é possível concluir-se que os períodos independem das massas? Justifique

Resposta: Sim, pois o período é proporcional à raiz quadrada do comprimento do fio e não depende da massa, com foi visto experimentalmente que embora a massa se altere o período continua aproximadamente o mesmo.

2 – Dos resultados experimentais o que se pode concluir sobre os períodos quando a amplitude passa de 10º para 15º? Justifique.

Resposta: Há um aumento quase ínfimo com relação aos períodos realizados considerando essas duas amplitudes, quando o ângulo é 10° obteve-se o período igual a 2,376 (≅ 2,38). Já com o ângulo de 15° obteve 2,38. Um aumento de apenas 0,004, mostrando mais uma vez que as observações de Galileu estavam corretas, pois o período de um pêndulo depende apenas do comprimento do fio.

3 Qual a representação de que obtém que do se representa T × 1.2 Findique da perío entém uma rai quae da

para de la comparazione della co

4 – Idem para $T^2 \times L$. Explique.

Resposta: Elevando-se a equação do período ao quadrado temos que: $T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{g}\right)L$, ou seja, uma função do tipo y = kx, portanto a representação gráfica é uma reta.

5 – Determine o valor de "g" a partir do gráfico $T^2 \times L$.

Resposta:

De acordo com os resultados da Tabela 1 e como o Gráfico $T^2 \times L$ temos que: $T^2 = 6,00 \ s^2$ e $L = 150 \ cm = 1,5 \ m$, portanto:

$$g = \frac{4\pi^2}{\frac{\Delta T^2}{\Lambda L}} \Rightarrow g = \frac{4,00 \times (3,1416)^2}{\frac{6,00}{1,50}} = \frac{39,48}{0,04} = 9,87 \text{ m/s}^2$$

6 – Qual o peso de uma pessoa de massa 65,00 kg no local onde foi realizada a prática experiência?

Resposta:
$$m = 65,00 \text{ kg e } g = 9,87 \text{m/s}^2$$

Então:
$$P = m \times g \Rightarrow P = 65 \times 9,87 = 641,55 N$$

7 – Compare o valor médio de T obtido experimentalmente para L = 150 cm com o seu valor calculado pela fórmula T = $2\pi\sqrt{L/g}$ (use g = 9, 81 m/s²). Comente.

Resposta:
$$L = 150 \text{ cm} = 1,50 \text{ m}$$

Para $g = 9.81 \text{ m/s}^2 \text{ temos}$:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T = 2,00 \times 3,1416 \times \sqrt{\frac{1,50}{9,81}} \Rightarrow T = 2,46s$$

Para L = 150 cm, o resultado obtido nos experimentos foi de **2,45s** (Tabela 1), uma diferença de apenas 0,01. Isso mostra que a margem de erro do experimento foi bem pura, quase inexistente

ama- "dulo de bai o se ne" aque e passa por sue posiçe de

il io uma vez em caua segundo. Qual o periodo deste péndulo?

Lesposta: O período é de 1 segundo.

9 – Determine o comprimento do "Pêndulo que bate o segundo" utilizando o segundo gráfico, $T^2 \times L$.

Resposta: Utilizando a fórmula do T^2 e considerando período de 1 segundo e a gravidade igual a 9,87 m/s², obtida através do experimento, temos que:

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{g}\right)L \implies L = \frac{T^2g}{4\pi^2} \Rightarrow L = \frac{9,87}{39,48} = 0,25 m = 25 cm.$$

Informação que pode ser verificada corretamente no gráfico $T^2 \times L$.

10 – Discuta as transformações de energia que ocorrem durante o período do pêndulo. *Resposta:* Quando o pêndulo atinge sua altura máxima ele possui, energia potencial, quando começa seu deslocamento desta altura até completar um período completo, essa energia potencial transforma-se em energia cinética.