



INSTITUTO SUPERIOR DE TRANSPORTES E COMUNICAÇÃO

**Licenciatura em engenharia informática e telecomunicações**

**LEIT13**

**Trabalho laboratorial 2**

**Tema: Pendulo Simples**

**Discentes:**

Nilton Boane

Sergio Mendes

**Docente:**

Belarmino Matsinhe

*Maputo, Maio de 2023*

|   |   |
|---|---|
| CAPITULO.1 .....                        | 3 |
| Breve introdução teorica .....          | 3 |
| Como funciona o pêndulo simples .....   | 3 |
| Periodo do pêndulo simples (T) .....    | 4 |
| Força restauradora (F) .....            | 4 |
| Conservação de energia no pêndulo ..... | 4 |
| CAPITULO 3 .....                        | 6 |
| Conclusão.....                          | 9 |

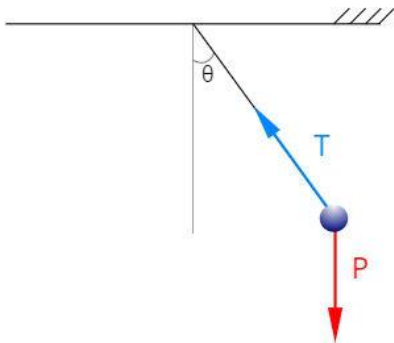
# CAPITULO.1

## Breve introdução teorica

O **pêndulo simples** é um sistema [mecânico](#) que consiste em uma massa puntiforme, ou seja, um corpo com dimensões insignificantes, presa a um fio de massa desprezível e inextensível capaz de **oscilar em torno de uma posição fixa**. Graças à sua simplicidade, esse pêndulo é bastante usado durante o estudo do [movimento harmônico simples](#).

## Como funciona o pêndulo simples

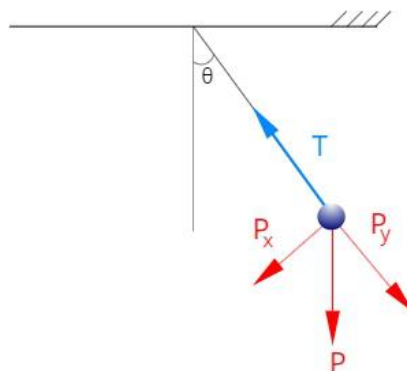
O pêndulo simples é uma aproximação em que **não existem forças dissipativas**, ou seja, forças de [atrito](#) ou de [arraste](#), atuando sobre quaisquer componentes do sistema. Nesses pêndulos, o movimento oscilatório surge em decorrência da **ação das forças peso e tração**, exercida por um fio. Observe:



A força resultante entre a tração (T) e o peso (P) é uma força centrípeta.

Como as forças **peso e tração não se cancelam** nesse contexto, já que isso só acontece na posição de equilíbrio, surge, dessa forma, uma força resultante de natureza [centrípeta](#), fazendo o pêndulo oscilar em torno de um ponto de equilíbrio..

A partir das **equações horárias** do movimento harmônico simples e das **leis de Newton**, é possível determinar um conjunto de equações exclusivas para os **pêndulos simples**, para isso, dizemos que a resultante entre a força peso e a força de tração é uma força centrípeta. Além disso, a força restauradora do movimento pendular é a **componente horizontal** do peso:



$P_x$  – componente horizontal da força peso (N)

$P_y$  – componente vertical da força peso (N)

## Período do pêndulo simples (T)

A fórmula mostrada a seguir é usada para calcular o período no pêndulo simples, ela relaciona o tempo de uma oscilação completa ao tamanho do fio e à aceleração da [gravidade](#) local, confira:

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

T – período (s)

L – comprimento do fio (m)

g – gravidade (m/s<sup>2</sup>)

A fórmula anterior nos mostra que o tempo da oscilação no pêndulo simples não depende da massa do objeto que se encontra a oscilar. Para deduzirmos essa fórmula, é necessário assumir que a oscilação ocorre apenas em **ângulos pequenos**, de modo que o seno do ângulo  $\theta$  seja muito próximo ao próprio valor de  $\theta$ , em graus.

## Força restauradora (F)

A força restauradora (F) é responsável por fazer com que o pêndulo retorne para sua posição de equilíbrio, já que a gravidade o direciona para o ponto mais baixo.

Pela posição para qual o corpo é direcionado no pêndulo, entende-se que a força restauradora é a componente horizontal da força peso. Por isso, sua fórmula é:

$$F_x = -K \cdot x$$

Onde,

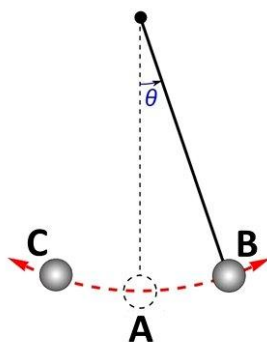
$F_x$  é a força restauradora, em newton (N).

$x$  é o deslocamento da posição de equilíbrio, em metros (m).

K é a constante de proporcionalidade.

## Conservação de energia no pêndulo

Observe a imagem abaixo. Um pêndulo simples está na sua posição de equilíbrio, representada pela letra A. Ao deslocá-lo para direita, é posicionado em B e ao soltá-lo alcança a posição C.



Na posição B, o corpo na extremidade do fio adquire energia potencial. Ao soltá-lo ocorre o movimento que vai até à posição C, fazendo com que adquira energia cinética, mas perca energia potencial ao diminuir a altura.

Quando o corpo sai da posição B e chega até a posição A, nesse ponto a energia potencial é nula, enquanto a energia cinética é máxima.

Desconsiderando a resistência do ar, pode-se admitir que o corpo nas posições B e C alcançam a mesma altura e, por isso, entende-se que o corpo possui a mesma energia do início.

Observa-se então que se trata de um sistema conservativo e a energia mecânica total do corpo permanece constante.

$$E_M = E_{M_C} + E_{M_P} = \text{cte.}$$

Sendo assim, em qualquer ponto da trajetória a energia mecânica será a mesma.

$$E_{M_B} = E_{M_A} = E_{M_C} = \text{cte.}$$

## 1.1 Objetivo

O objetivo desse experimento é avaliar e comparar grandezas provenientes da análise mecânica de um pêndulo simples. Para isso, serão analisados o período, o ângulo de lançamento, o comprimento do fio e a relação com o Movimento Harmônico Simples (MHS).

## CAPITULO 2

### 2.0 Materiais e equipamentos usados

- i. *Pêndulo simples.*
- ii. *Cronómetro.*
- iii. *Régua graduada*

- I. *Primeiro passo clica-se no botão pause.*
- II. *Segundo passo selecciona-se o cronómetro e clica-se play no mesmo.*
- III. *Terceiro passo calibra-se o pêndulo para um comprimento da corda de  $L_1 = 1,00 \text{ m}$  e massa do corpo de  $1.5\text{kg}$ .*
- IV. *Quarto passo ajusta-se o pêndulo para um ângulo de  $45^\circ$ .*
- V. *Quinto passo clica-se o botão Play.*
- VI. *Sexto passo para reduzir o erro na medição, medi-se o tempo que demora realizar 10 oscilações do pêndulo e regista-se na tabela 1.*
- VII. *Setimo passo repita o processo 4 vezes e registar os dados na tabela 1.*
- VIII. *Oitavo passo e o ultimo reinicie e repita o procedimento anterior com a diminuição progressiva do comprimento do pêndulo para valores  $L_2 = 0,80 \text{ m}$ ;  $L_3 = 0,60 \text{ m}$ ;  $L_4 = 0,40 \text{ m}$  e  $L_5 = 0,20 \text{ m}$  em cada experiência. Elaborar uma tabela para cada valor de  $L$ . Registar os dados obtidos*

## 2.1. Procedimentos experimentais

Meça o período de oscilação do pêndulo simples para 5 comprimentos diferentes. Deve garantir que:

As oscilações sejam harmónicas simples.

Os comprimentos se diferenciem em 10 ou mais centímetros entre si.

O período medido seja o mais preciso possível (determine-o n vezes).



## CAPITULO 3

### 3. Resultados (no anexo) e Equações

3.1. Para calcular o **período** em cada uma das tabelas fez-se:

$$T = \frac{t}{n}$$

Para obtenção da **média do tempo** fez-se o mesmo processo para os restantes 4 valores e no final somou-se os resultados e dividido por 5.

3.2 Para calcular a aceleração da gravidade fez-se:

$$g = 4\pi^2 L / T^2$$

3.3. Para cálculo do **desvio** fez-se:

$$\Delta G = |G - G_i|$$

3.4. Para o cálculo do erro percentual fez-se:

$$\text{Erro} = \frac{\Delta g}{g} * 100\%$$

CAPITULO 4

4.0.

Anexos

Tabela 1, 2, 3.

ISUTC INSTITUTO SUPERIOR DE TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

Tabela 1: Determinação da aceleração de gravidade:  $L = 1,00 \text{ m}$

| Nr    | t(s)  | T(s)  | g(m/s <sup>2</sup> ) | $ \bar{g} - g_i $ | Erro Relativo |
|-------|-------|-------|----------------------|-------------------|---------------|
| 1     | 20,70 | 2,07  | 9,20                 | -4,874            | 1,50 40       |
| 2     | 20,58 | 2,058 | 9,31                 | -4,694            |               |
| 3     | 20,63 | 2,063 | 9,26                 | -4,634            |               |
| 4     | 20,66 | 2,066 | 9,23                 | -4,604            |               |
| 5     | 20,63 | 2,063 | 9,26                 | -4,684            |               |
| Média |       |       | $\bar{g} = 9,26$     | $\Delta\bar{g} =$ |               |

Tabela 2: Determinação da aceleração de gravidade:  $L = 0,80 \text{ m}$

| Nr    | t(s)  | T(s)  | g(m/s <sup>2</sup> ) | $ \bar{g} - g_i $ | Erro Relativo |
|-------|-------|-------|----------------------|-------------------|---------------|
| 1     | 18,45 | 1,845 | 9,26                 | -4,632            | 1,50 40       |
| 2     | 18,44 | 1,844 | 9,27                 | -4,642            |               |
| 3     | 18,45 | 1,845 | 9,26                 | -4,632            |               |
| 4     | 18,47 | 1,847 | 9,24                 | -4,612            |               |
| 5     | 18,46 | 1,846 | 9,25                 | -4,622            |               |
| Média |       |       | $\bar{g} = 9,28$     | $\Delta\bar{g} =$ |               |

Tabela 3: Determinação da aceleração de gravidade:  $L = 0,60 \text{ m}$

| Nr    | t(s)  | T(s)  | g(m/s <sup>2</sup> ) | $ \bar{g} - g_i $ | Erro Relativo |
|-------|-------|-------|----------------------|-------------------|---------------|
| 1     | 15,99 | 1,599 | 9,25                 | -4,626            | 1,50 40       |
| 2     | 16,00 | 1,6   | 9,24                 | -4,616            |               |
| 3     | 15,97 | 1,597 | 9,27                 | -4,646            |               |
| 4     | 16,02 | 1,602 | 9,22                 | -4,596            |               |
| 5     | 15,98 | 1,598 | 9,26                 | -4,636            |               |
| Média |       |       | $\bar{g} = 9,24$     | $\Delta\bar{g} =$ |               |

Guia de Trabalho Laboratorial (online): Pêndulo Simples

ISUTC 2023

Tabela 4: Determinação da aceleração de gravidade:  $L = 0,40 \text{ m}$

| Nr    | $t(s)$ | $T(s)$ | $g(m/s^2)$        | $ \bar{g} - g_i $ | Erro Relativo |
|-------|--------|--------|-------------------|-------------------|---------------|
| 1     | 13,05  | 4,305  | 9,26              | -3,786            |               |
| 2     | 13,04  | 4,304  | 9,27              | -3,796            |               |
| 3     | 13,06  | 4,306  | 9,27              | -6,596            |               |
| 4     | 13,06  | 4,306  | 9,27              | -6,596            |               |
| 5     | 13,06  | 4,306  | 9,27              | -6,596            |               |
| Média |        |        | $\bar{g} = 9,274$ | $\Delta\bar{g} =$ |               |

Tabela 5: Determinação da aceleração de gravidade:  $L = 0,20 \text{ m}$

| Nr    | $t(s)$ | $T(s)$ | $g(m/s^2)$        | $ \bar{g} - g_i $ | Erro Relativo |
|-------|--------|--------|-------------------|-------------------|---------------|
| 1     | 0,30   | 0,93   | 9,11              | -4,598            |               |
| 2     | 0,26   | 0,926  | 9,19              | -4,678            |               |
| 3     | 0,28   | 0,928  | 9,15              | -4,638            |               |
| 4     | 0,25   | 0,925  | 8,52              | -4,008            |               |
| 5     | 0,28   | 0,928  | 9,15              | -4,638            |               |
| Média |        |        | $\bar{g} = 9,512$ | $\Delta\bar{g} =$ |               |

*Aplicativo*  
27.04.2023



## **Tabela 4, 5.**

### *Conclusão*

Em suma, a experiência com o pêndulo simples revelou-se extremamente esclarecedora e enriquecedora. Durante o desenvolvimento deste relatório, exploramos os fundamentos teóricos e as características intrínsecas desse sistema físico. Por meio da análise das equações do movimento e do estudo das suas propriedades, pudemos compreender a relação entre o comprimento do pêndulo, a amplitude do movimento, o período .

Ao realizar experimentos práticos, observamos que o período de oscilação do pêndulo não depende da massa pendurada, mas apenas do comprimento do fio e da aceleração da gravidade. Essa descoberta corroborou os princípios estabelecidos pela teoria e nos permitiu comprovar sua validade

Por fim, a experiência do pêndulo simples revelou-se valiosa não apenas do ponto de vista acadêmico, mas também pela sua relevância prática. A compreensão das propriedades desse sistema físico encontra aplicação em diversas áreas, como a engenharia, a física, a arquitetura e até mesmo em tecnologias como relógios e instrumentos de medição precisos.

Em resumo, a experiência com o pêndulo simples permitiu-nos aprofundar nossos conhecimentos teóricos e práticos sobre o movimento oscilatório e suas características. Essa compreensão é essencial para o avanço do conhecimento científico e para a aplicação desses princípios em diversos campos.

## Referência bibliográfica

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/pendulo-simples.htm>

<https://www.todamateria.com.br/pendulo-simples/>

<https://www.infoescola.com/fisica/pendulo-simples/>