Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Engenharia da Computação

Prof. Hélio Saito
Disciplina: LCD **Turma: ET21**

Movimento Uniformemente Variado (M.U.V.)

Nomes:
Carlos Gabriel Baratieri

Éric Borges da Costa

Gabriel Rodrigues Pereira de Jesus

Lucas Fares Correa Auad Pereira

Cornélio Procópio

2025

1. Objetivo

Os objetivos foram determinar experimentalmente as leis da Cinemática, aprender a linearizar um gráfico e determinar, por meio da análise gráfica, a aceleração.

2. Materiais e Métodos

Foram utilizados um trilho de ar, um carrinho deslizante, sensores fotoelétricos, um gerador de fluxo de ar, uma régua, um eletroímã e um cronômetro digital.

Figura 1: Calculadora

Figura 2: Régua

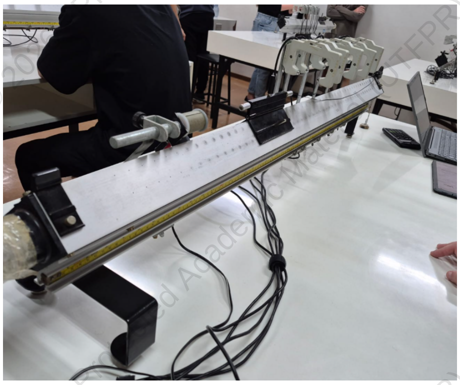

Figura 3: Trilho de ar

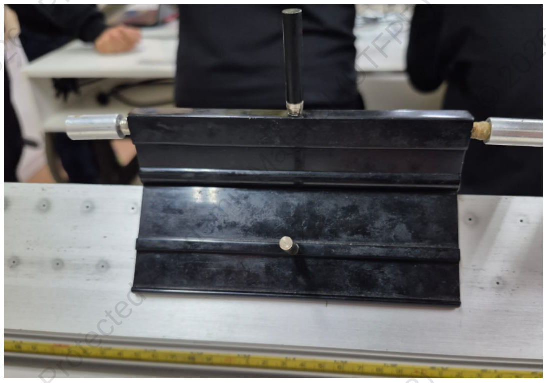

Figura 4: Carrinho deslizante

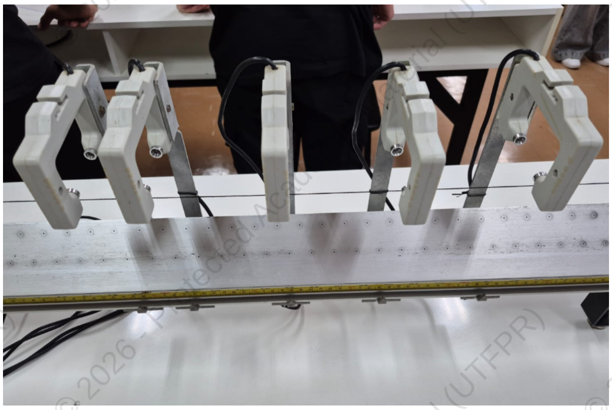

Figura 5: Sensores Fotoelétricos

Figura 6: Gerador de Fluxo de ar

Figura 7: Eletroímã

Figura 8: Cronômetro Digital

3. Fundamentos Teóricos

Dentre os tipos de movimentos encontrados na natureza, alguns apresentaram as seguintes características: ocorreram ao longo de uma linha reta, ou seja, com trajetória retilínea, e tiveram a velocidade variando linearmente com o tempo, resultando em aceleração constante. Esse tipo de movimento foi denominado *Movimento Retilíneo Uniformemente Variado* (MRUV). Exemplos incluíram um corpo em queda livre, o deslizamento em uma superfície inclinada ou o arrasto por uma força constante em uma superfície plana horizontal. Tal movimento pôde ser reproduzido em laboratório, sendo suas variáveis observadas por meio de dispositivos relativamente simples. Nesta experiência, determinou-se a aceleração de um corpo a partir do tempo necessário para percorrer uma dada distância, partindo do repouso.

4. Procedimentos Experimentais e Obtenção de Dados

Comparando a montagem do equipamento para MU com a montagem do equipamento para MUV, observou-se que a diferença ocorreu no momento em que o eletroímã foi desligado, liberando o carrinho e acionando o cronômetro. O primeiro sensor foi posicionado na posição $x_1 = 0,1500\,\text{m}$ e conectado ao terminal S_1 do cronômetro. Os demais sensores foram posicionados em $x_2 = 0,2000\,\text{m}$, $x_3 = 0,3000\,\text{m}$, $x_4 = 0,4000\,\text{m}$ e $x_5 = 0,5000\,\text{m}$, sendo conectados aos terminais S_2, S_3, S_4 e S_5 do cronômetro. O carrinho foi ligado ao fio leve que foi tracionado pela força peso de uma massa aproximada de 35,2 g, colocada no porta-peso. O barbante apresentou comprimento suficiente para que o porta-peso não tocasse o chão ao final do deslocamento estudado. O carrinho foi fixado ao eletroímã e a tensão aplicada a este foi ajustada para que o carrinho não permanecesse demasiadamente preso. O eletroímã foi desligado, liberando o carrinho, e os intervalos de tempo foram anotados na tabela, conforme indicados no cronômetro. O procedimento descrito foi repetido até a obtenção de um conjunto de 10 medidas. Registraram-se, então, os valores de tempo fornecidos por cada contador na tabela apresentada a seguir.

POSIÇÃO (m)	$X_0 = 0,0000$	$X_1 = 0,1500$	$X_2 = 0,2000$	$X_3 = 0,3000$	$X_4 = 0,4000$	$X_5 = 0,5000$
$\pm 0,0005\,\text{m}$	$t_0\,(s)\ \pm 0,0001s$	$t_1\,(s)\ \pm 0,0001s$	$t_2\,(s)\ \pm 0,0001s$	$t_3\,(s)\ \pm 0,0001s$	$t_4\,(s)\ \pm 0,0001s$	$t_5\,(s)\ \pm 0,0001s$
1	0,0000	0,5270	0,6105	0,7494	0,8615	0,9655
2	0,0000	0,5295	0,6131	0,7523	0,8646	0,9687
3	0,0000	0,5251	0,6085	0,7474	0,8596	0,9635
4	0,0000	0,5265	0,6103	0,7496	0,8622	0,9663
5	0,0000	0,5247	0,6084	0,7474	0,8598	0,9636
6	0,0000	0,5250	0,6080	0,7466	0,8585	0,9621
7	0,0000	0,5288	0,6120	0,7506	0,8627	0,9664
8	0,0000	0,5273	0,6104	0,7490	0,8609	0,9646
9	0,0000	0,5259	0,6093	0,7479	0,8600	0,9636
10	0,0000	0,5248	0,6081	0,7467	0,8589	0,9624
$t_{\text{médio}}$	0,00000	0,52646	0,60986	0,74869	0,86087	0,96467
$t^2\ (s^2)$	0,000000000	0,277160131	0,371929219	0,560536716	0,741097156	0,930588208

5. Desenvolvimento e Análise dos Dados

Foi registrado o instante inicial, a posição inicial e a velocidade inicial do carrinho, sendo que a velocidade inicial foi considerada nula. Dessa forma, anotou-se:

$$t_0 = (0,0000\ \pm\ 0,0001)\,\mathrm{s}, \quad x_0 = (0,0000\ \pm\ 0,0005)\,\mathrm{m}, \quad v_0 = \text{nula}$$

Em seguida, foi construído no Excel um gráfico da posição $X(t)$ em função do tempo t, e foi realizado o ajuste da equação correspondente. Para isso, foi utilizada a seguinte tabela de dados:

t (s) ± 0,0001	**X (m) ± 0,0005**
0,0000	0,0000
0,5265	0,1500
0,6099	0,2000
0,7487	0,3000
0,8609	0,4000
0,9647	0,5000

Tabela 1: Dados de $X(t)$ em função do tempo t

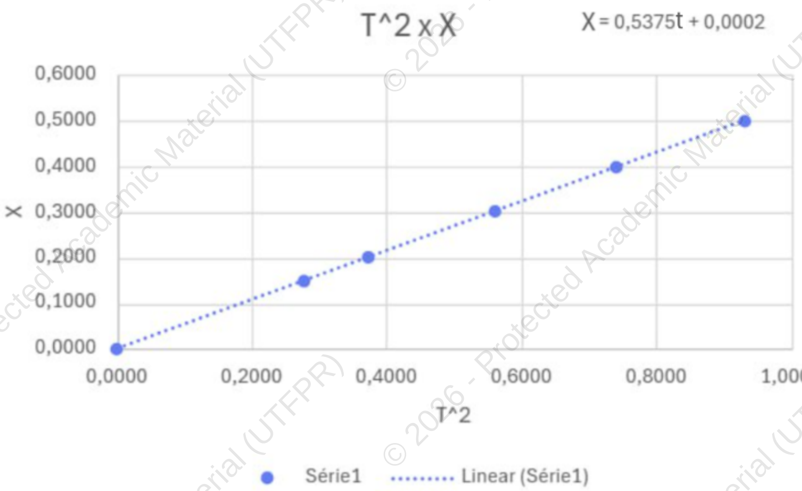

Figura 9: Gráfico 1 - Excel: Função Afim

Dedução da Equação 1:

$$x = \cancelto{0}{x_0} + \cancelto{0}{v_0 t} + \frac{at^2}{2} \rightarrow x = \frac{at^2}{2}$$

$$(2) \cdot x = \frac{at^2}{\cancel{2}} \cdot \cancel{(2)}$$

$$\left(\frac{1}{t^2}\right) \cdot 2x = a\cancel{t^2} \cdot \left(\frac{1}{\cancel{t^2}}\right)$$

$$a = 2 \cdot \cancelto{0,5375}{\frac{x}{t^2}}$$

$$a = 2 \cdot 0,5375$$

A aceleração foi determinada através da equação obtida a partir do gráfico. Posteriormente, foi construído no Excel o gráfico da posição $X(t)$ em função do quadrado do tempo t^2, e foi utilizada a tabela a seguir:

$\mathbf{t^2}$ ($\mathbf{s^2}$)	**X (m)**
0,0000	0,0000
0,2772	0,1500
0,3719	0,2000
0,5605	0,3000
0,7411	0,4000
0,9306	0,5000

Tabela 2: Dados de $X(t)$ em função do quadrado do tempo t^2

$X(t)$ em função do quadrado do tempo t^2

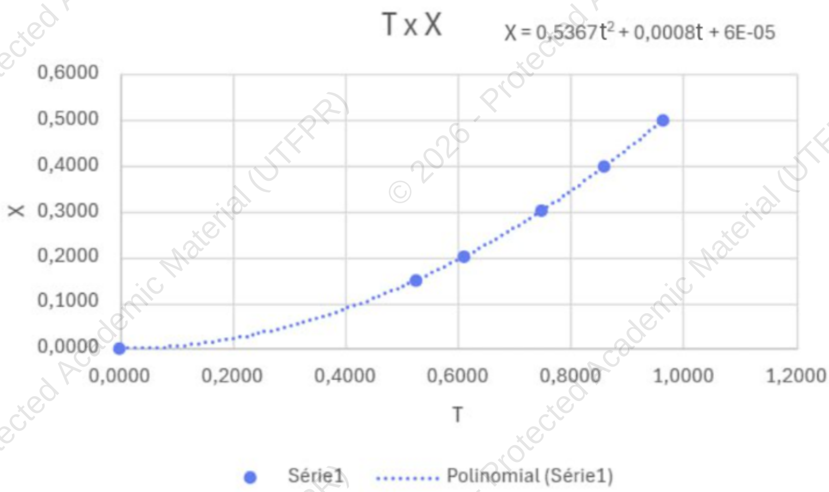

Figura 10: Gráfico 2 - Excel: Função Polinomial

Dedução da Equação 2:

$$x = \cancelto{0}{x_0} + \cancelto{0}{v_0 t} + \frac{at^2}{2} \rightarrow x = \frac{at^2}{2}$$

$$(2) \cdot x = \frac{at^2}{\cancel{2}} \cdot \cancel{(2)}$$

$$\left(\frac{1}{t^2}\right) \cdot 2x = a\cancel{t^2} \cdot \left(\frac{1}{\cancel{t^2}}\right)$$

$$a = 2 \cdot \cancelto{0,5367}{\frac{x}{t^2}}$$

$$a = 2 \cdot 0,5367$$

$$a = 1,0734 \ \ \mathrm{m/s^2}$$

Foi determinada novamente a aceleração a partir da equação ajustada ao gráfico. Em seguida, foi construído no Excel um gráfico de $\log x$ em função de $\log t$, utilizando a tabela de dados apresentada a seguir:

log t	**log x**
-0,2786	-0,8239
-0,2147	-0,6990
-0,1257	-0,5229
-0,0650	-0,3979
-0,0156	-0,3010

Tabela 3: Dados de $\log x$ em função de $\log t$

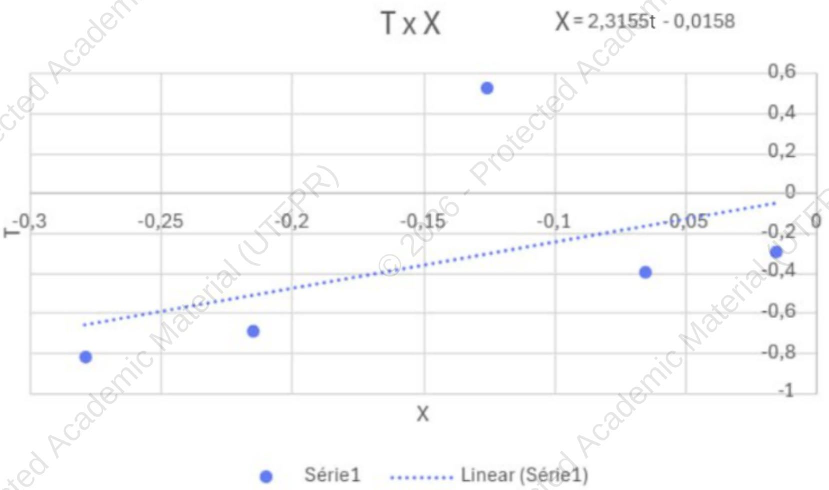

Figura 11: Gráfico 3 - Excel: Função Logaritma

$$x = \cancelto{0}{x_0} + \cancelto{0}{v_0 t} + \frac{at^2}{2} \rightarrow x = \frac{at^2}{2}$$

Dedução da Equação 3:

$$\begin{aligned}
\log(x) &= \log(\frac{a}{2}.t^2) \quad (1)\\
\log(x) &= \log\frac{a}{2} + \log(t^2) \quad (2)\\
\log(x) &= \log(\frac{a}{2}) + 2\log(t)\\
-2\log(t) + \log(x) &= \log(\frac{a}{2}) + 2\log(t) - 2\log(t)\\
\log(x) - 2\log(t) &= \log_{10}(\frac{a}{2}) \quad (3)\\
\frac{a}{2} &= 10^{-0,0158}\\
a &= 2 \cdot 10^{-0,0158}\\
a &= 1,92855 \quad \text{m/s}^2
\end{aligned}$$

Propriedades usadas:

- (1) $\log(ab) = \log(a) + \log(b)$
- (2) $\log(a^b) = b\log(a)$
- (3) $\log_b(a) = c \iff a = (b^c)$

6. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O coeficiente angular da reta é a potência da equação.

7. BIBLIOGRAFIA

JURAITIS, K. R.; DOMICIANO, J. B. **Introdução ao Laboratório de Física Experimental**: métodos de obtenção, registro e análise de dados experimentais. EDUEL, 2005.

VUOLO, J. H. Fundamentos da Teoria de Erros. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1992.