5. Construção de Gráficos em Papel Milimetrado

Esta atividade tem como objetivo a determinação de leis e grandezas físicas, a partir de dados experimentais.

Introdução Teórica

É inegável a importância dos gráficos no desenvolvimento de qualquer Ciência. Podemos definir um gráfico como um dos instrumentos inventados pelo homem para "enxergar" onde nossos olhos às vezes não podem alcançar.

Quando um médico examina o eletrocardiograma do paciente, ele está vendo o comportamento do coração. Qualquer anomalia será imediatamente percebida.

Podemos concluir que quem conhece gráficos "enxerga" um pouco mais do que os outros. Podemos construir gráficos para qualquer sistema de coordenadas. Existem, entre outros, gráficos em coordenadas cartesianas, polares, esféricas, cilíndricas, etc.

Construção do gráfico

Um experimentador mediu a velocidade de um corpo em função do tempo e construiu a tabela

v(m/s)	t(s)
1,08	0,033
1,50	0,067
1,64	0,100
1,96	0,133
2,34	0,167
2,66	0,200
3,11	0,233
3,48	0,267
3,66	0,300
3,84	0,333
4,27	0,367

Como escolher os eixos

Podemos notar que **v** foi medida em função de **t**, logo:

v = f(t)

onde: **v** é a variável dependente e **t** é a variável independente.
De uma forma mais geral, escrevemos:
$y = f(x)$, onde $y \equiv v$ e $x \equiv t$.
Definimos, portanto,**v** (m/s) no eixo dos y e **t** (s) no eixo dos x.

Posição do Papel

Observe que seu papel não é quadrado. Provavelmente terá dimensões de 25 cm x 30 cm. É a tabela de dados experimentais que definirá se o papel vai ficar deitado ou em pé.

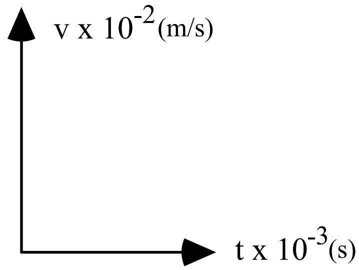
Devemos eliminar as vírgulas. Assim, trabalharemos com números inteiros, o que facilitará nossa tarefa. Para isso usaremos potências de 10. Veja a nova tabela, abaixo.

v(m/s) x 10^{-2}	t(s) x 10^{-3}
108	33
150	67
164	100
196	133
234	167
266	200
311	233
348	267
366	300
384	333
427	367

Vejamos qual foi a variação de **v** e de **t**:
$\Delta v = (427 - 108) \times 10^{-2}$ m/s --> $\Delta v = 319 \times 10^{-2}$ m/s
$\Delta t = (367 - 33) \times 10^{-3}$ s --> $\Delta t = 334 \times 10^{-3}$ s.

Observe, no entanto, que a experiência não começou quando t = 0, e sim quando t = 0,033s. De qualquer modo podemos reconstruir a tabela desde o início. A condição necessária (mas não suficiente) é que tenhamos nos nossos eixos os pontos:
t = 0 e v = 0, logo:
$\Delta v = (427 - 0) \times 10^{-2}$ m/s = 427×10^{-2} m/s
$\Delta t = (367 - 0) \times 10^{-3}$s = 367×10^{-3}s.

A maior variação foi da velocidade: logo, os valores de **v** serão distribuídos na parte maior do papel, e t na parte menor.



E o papel ficará em pé.

Como fazer a escala

Vamos pensar primeiro na escala para **v**.

A variação de **v** foi 427 m/s. Então, temos que distribuir 427 m/s em 30 cm (a potência de 10 já está indicada no eixo **v**).

Ora, basta então fazer uma regra de três simples:

427 m/s -------------------- 30 cm

x m/s ----------------------- 1 cm

logo: 1cm = 14, 23 m/s.

O bom senso nos proíbe usar uma escala tão fracionária como esta. Então, se fizermos 1cm = 14, 23 m/s, todos esses pontos serão marcados, porém com enorme dificuldade. Se fizermos 1cm = 15 m/s (que é a escala inteira imediatamente superior), teremos uma simplificação imensa, embora um pouco mais de papel seja desperdiçado.

Façamos, agora, a escala para os valores de t. Ora, $\Delta t = (367 - 0) \times 10^{-3}$s = 367×10^{-3}s. Esqueça, por enquanto, a potência de 10.

Temos, então, que distribuir 367 s em 25 cm; logo:

367 s ------------------------- 25 cm

x s ---------------------------- 1 cm

logo: 1 cm = 14, 68 s.

Ou seja, se fizermos 1 cm = 14, 68 s, o valor 367 coincidirá com o fim do papel.

Você usaria esta escala? Comece a usar seu bom senso, e determine sua própria escala. Na hora de marcar os valores de t, lembre que todos estão multiplicados por 10^{-3} e indicados no final do eixo, como mostra a figura acima.

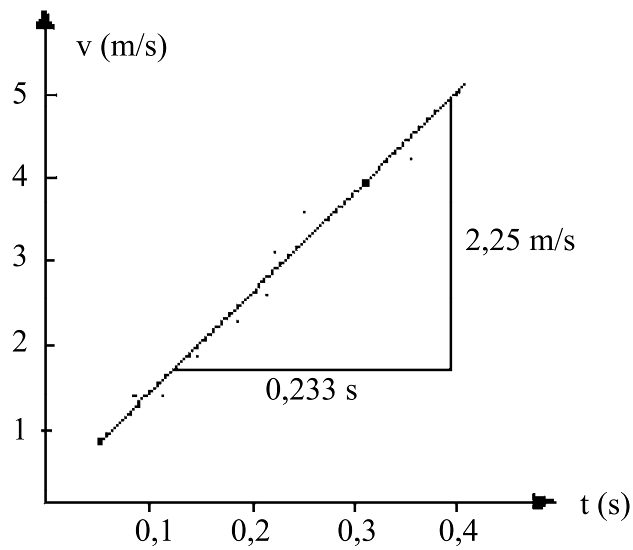
Uma vez determinadas as escalas em ambos os eixos, faça a correspondência destes pontos.

Agora faça o gráfico!

Interpretação e análise do gráfico

Como você bem pode observar, os pontos não deram exatamente uma reta, porém isto é perfeitamente explicável, simplesmente porque nenhuma medida é exata, ou seja, sempre somos passíveis de erro.

No entanto, esta distribuição de pontos nos sugere muito mais uma reta do que qualquer outra curva.



Trace sua reta procurando passar pelo maior número possível de pontos e deixando, mais ou menos, o mesmo número de pontos acima e abaixo da reta.

A equação da reta é: $y = ax + b$, onde:

y --> variável dependente;

x --> variável independente;

a --> inclinação da reta;

b --> ponto onde a reta corta o eixo y.

Podemos, então, rescrever esta equação da seguinte forma: $v = at + v_o$, onde v_o representa a velocidade quando $t = 0$. Este valor foi encontrado, prolongando-se a reta até cortar o eixo de **v**. A isso chama-se *extrapolação*.

A extrapolação só pode ser feita quando o gráfico nos dá uma reta.

Outra importante informação é a taxa de variação da velocidade, ou a aceleração. Ela informa como é que a velocidade varia no tempo. A aceleração é definida como:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}.$$

O procedimento para o cálculo de **a** é análogo ao do cálculo da tangente, fazendo-se a razão entre o cateto oposto e o cateto adjacente, tomados porém os seus valores nas escalas, assim como suas unidades.

Para o nosso exemplo, a = $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2{,}25\frac{m}{s}}{0{,}233s}$

a = 9,65 $\frac{m}{s^2}$.

Será que este valor pode lhe sugerir que tipo de movimento estava estudando nosso experimentador?

Exercício

Agora que você já sabe como fazer, construa o gráfico tomando os valores da tabela abaixo.

t (s)	2,0	3,2	4,5	5,3	6,0
s (m)	11,2	13,0	18,2	21,6	26,0

Qual a equação que relaciona **s** e **t** ?