

## Roteiro do Experimento “Trilho de Ar” – Parte I

### A) Introdução ao experimento

Propomos fazer esta análise usando ferramentas computacionais, que lhe ajudarão também no relatório do experimento. Mostraremos como determinar a velocidade  $v$  do carrinho em função do tempo  $t$  a partir dos quadros da filmagem do carrinho movendo-se no trilho. Repare que no canto superior direito de cada quadro há um número em destaque, que corresponde ao instante em que o mesmo foi captado, medido em segundos a partir do início da filmagem. Repare também na fita métrica na parte inferior dos quadros, cujos números correspondem à distância em centímetros ao início da mesma e onde os traços menores estão espaçados de 1 mm em 1 mm.

Antes de ler o roteiro abaixo, pense como você faria para construir uma tabela com pares de valores  $[t, v(t)]$  a partir desse conjunto de quadros.

Provavelmente, o procedimento sugerido abaixo é mais complicado que o que você pensou. Leia todo o roteiro antes de iniciar e, se você quiser saber o porquê desta maneira ser adequada, leia a guia auxiliar “[Calculando numericamente a derivada de uma função](#)”.

### B) Procedimento de análise

**B1.** Abra a página com os quadros da situação que você deve analisar. Nesta página há aproximadamente quinze fotos, as quais podem ser associadas a números inteiros  $1, 2, \dots, i, \dots, 14, 15$ . Em cada um dos quadros, você pode ler o valor do instante  $t$  e a posição  $x$  do carrinho. Como o carrinho é um corpo rígido em translação, podemos a priori escolher qualquer ponto dele para demarcar sua posição, porém, a melhor escolha é a quina dianteira, uma vez que a descontinuidade entre as cores preta do carrinho e cinza do trilho nos fornece uma linha bem demarcada para a leitura da fita métrica. Então, chamando de  $t_i$  o valor do relógio no quadro de número  $i$  e de  $x(t_i)$  a posição do carrinho neste mesmo quadro, faça as leituras para todos os quadros e construa uma tabela de duas colunas,  $[t_i, x(t_i)]$  em uma planilha.

**B2.** Por conta do truque que vamos usar para determinar a velocidade com melhor precisão, precisamos calcular o instante médio do intervalo de tempo  $[t_{i-1}; t_{i+1}]$  usado para estimar a derivada da posição, ou seja, para cada  $i$  calculamos o instante médio a partir da fórmula:

$$t'_i = \frac{t_{i-1} + t_{i+1}}{2}$$

**B3.** Calcule a velocidade no instante médio  $t'_i$  como sendo a velocidade média no intervalo de tempo  $[t_{i-1}; t_{i+1}]$ , ou seja:

$$v(t'_i) = \frac{x(t_{i+1}) - x(t_{i-1})}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

Atenção! A notação  $x(t_{i+1})$  na fórmula significa apenas a posição da quina dianteira no instante de tempo  $t_{i+1}$ , e não o produto da posição pelo instante de tempo!

**B4.** Faça os cálculos na planilha para todos os  $i$  possíveis (não será possível estimar a velocidade nem no primeiro nem no último quadro) e com os valores obtidos faça um gráfico da evolução temporal da velocidade,  $t'_i \times v(t'_i)$ .

### **C) Procedimento de elaboração da síntese**

Nesta etapa de análise do experimento, você deve determinar e interpretar o gráfico de velocidade em função do tempo do carrinho a partir do conjunto de quadros que lhe foi designado.

Você deve entregar apenas uma síntese dos resultados experimentais; o relatório propriamente dito será feito em grupo, contendo uma análise dos seus resultados juntamente com os resultados obtidos por mais outros colegas.

A síntese desta primeira parte deve conter as seções relacionadas abaixo:

C1. *Identificação*: inclua nome, turma e a identificação do conjunto de dados (situação) que analisou.

C2. *Dados Obtidos*: apresente uma tabela dos dados de posição do carrinho em função do tempo [ $t_i, x(t_i)$ ] obtidos e o gráfico correspondente,  $t_i \times x(t_i)$ . Verifique se expressou os valores das grandezas em unidades apropriadas e com o número adequado de algarismos significativos.

C3. *Análise dos Dados*: apresente a tabela de velocidade do carrinho em função do instante médio [ $t'_i, v(t'_i)$ ] deduzida dos dados experimentais, bem como o gráfico correspondente,  $t'_i \times v(t'_i)$ . Verifique também se expressou os valores das grandezas em unidades apropriadas e com o número adequado de algarismos significativos.

C4. *Discussão e Conclusão*: discuta se o movimento do carrinho é acelerado, uniforme ou retardado e justifique sua escolha. Procure concluir se a força resultante no carrinho é nula ou não.