## **MECÂNICA**

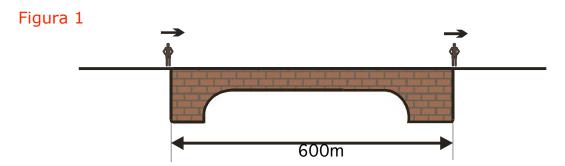
### 1- INTRODUÇÃO

Na Mecânica, estudaremos os movimentos dos corpos e, para melhor compreensão, dividiremos a mecânica em três partes: **Cinemática**, **Dinâmica e Estática**.

Nesta aula, estudaremos a **Cinemática escalar**, utilizando conceitos geométricos vinculados ao tempo para descrevermos os movimentos através de funções matemáticas. No estudo da Cinemática não nos preocuparemos com as causas nem com as leis da natureza que explicam estes movimentos, pois esta preocupação ficará por conta da Dinâmica, o que estudaremos futuramente.

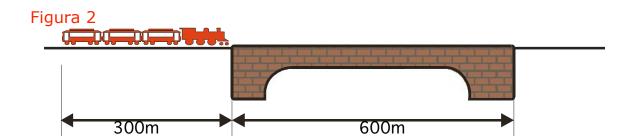
#### 2- PONTO MATERIAL (PARTÍCULA) E CORPO EXTENSO.

Imagine uma pessoa caminhando e atravessando uma ponte de extensão 600 metros. O tamanho desta pessoa comparado ao tamanho da ponte é insignificante e então pode ser desprezado no equacionamento deste movimento. Logo, esta pessoa é considerada uma partícula ou um ponto material. (fig.1)



PONTO MATERIAL É TODO CORPO CUJAS DIMENSÕES NÃO ALTERAM O ESTUDO DE QUALQUER FENÔMENO DE QUE ELE PARTICIPE.

Imagine agora que por esta ponte passe uma estrada férrea e que uma composição de 300 metros de extensão vá atravessá-la. Para o equacionamento deste novo movimento, não poderemos desprezar o tamanho da composição. Logo, esta composição é considerada um corpo extenso. (fig.2)



CORPO EXTENSO É TODO CORPO CUJAS DIMENSÕES ALTERAM O ESTUDO DE QUALQUER FENÔMENO DE QUE ELE PARTICIPE.

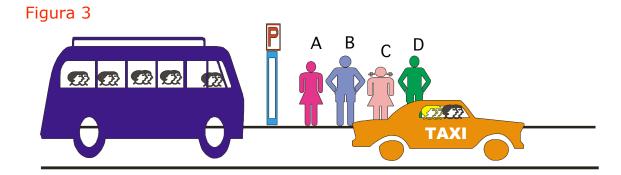
#### **3- REFERENCIAL, MOVIMENTO E REPOUSO.**

Definimos como **REFERENCIAL OU SISTEMA DE REFERÊNCIA** um corpo, ou parte dele, em relação ao qual identificamos se um móvel está em movimento ou em repouso.

Considere uma pessoa em seu carro, trafegando em uma rua calma. Ao passar por um grupo de estudantes parados em um ponto de ônibus, começa uma discussão entre eles.

Um dos estudantes afirma: "O motorista daquele carro está em movimento". Um outro colega se opõe à afirmação: "Não é o motorista que está em movimento e sim o seu carro". Um terceiro colega tenta aliviar a discussão explicando: "Se considerarmos o ponto de ônibus como referencial, tanto o motorista como o carro estão em movimento, mas se o referencial considerado for o volante do carro, ambos estão em repouso".

Um corpo está em **MOVIMENTO**, quando a distância entre ele e o referencial adotado se altera; e, está em **REPOUSO**, quando a distância entre ele e o referencial adotado permanece constante. (Fig.3)



MOVIMENTO E REPOUSO SÃO CONCEITOS RELATIVOS E DEPENDEM SEMPRE DO REFERENCIAL ADOTADO.

#### 4- TRAJETÓRIA

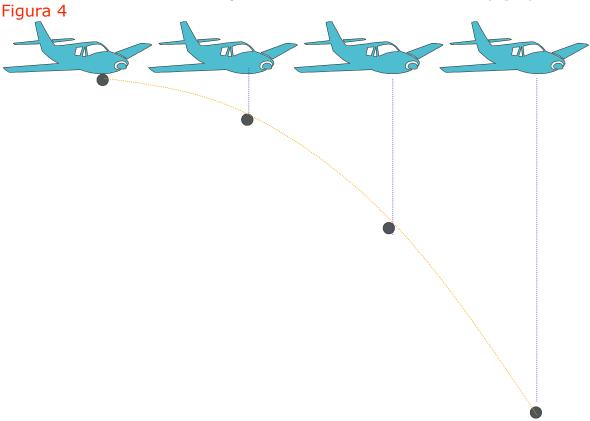
## A TRAJETÓRIA É A UNIÃO DE TODAS AS POSIÇÕES QUE UM CORPO OCUPA AO SE DESLOCAR.

Considere um carro passando por uma estrada coberta com uma fina camada de neve. As marcas dos pneus do carro determinam sua trajetória para aquele deslocamento.

#### A TRAJETÓRIA DEPENDE DE UM REFERENCIAL

Um exemplo clássico que nos permite afirmar que realmente a trajetória depende de

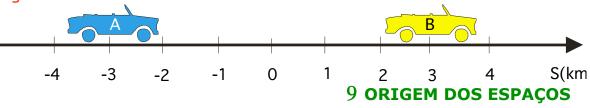
um referencial é o de um avião que, em pleno vôo, abandona um corpo. Ao abandonar o corpo, um observador que se encontra lateralmente ao movimento verá uma trajetória com formato parabólico. Um outro observador, que se situa frontalmente ao movimento, verá uma trajetória retilínea. Então, para dois observadores (referenciais) diferentes, teremos duas trajetórias de formatos diferentes. (fig.4)



5-POSIÇÃO OU ESPAÇO (S) ESCALAR DE UM CORPO NUMA TRAJETÓRIA.

A **posição** de um corpo está vinculada a um ponto da trajetória que nomearemos "ORIGEM DOS ESPAÇOS" e que será o nosso referencial na determinação das posições (espaços). Na figura abaixo, os carros A e B estão a uma mesma distância da "ORIGEM" (MARCO ZERO), porém o A está à esquerda e o B à direita da origem. Note que, para definir a posição de um corpo na trajetória, o sinal positivo (+) e o sinal negativo (-) são muito importantes para identificar o lado em que se encontra o corpo em relação à "ORIGEM". (fig.5)

Figura 5



ESPAÇO É A MEDIDA ALGÉBRICA DESDE A ORIGEM ATÉ O CORPO ESTUDADO. O ESPAÇO PODE SER POSITIVO (CORPO A) OU NEGATIVO (CORPO B). O ESPAÇO SERÁ NULO (S=0) QUANDO O CORPO ESTUDADO ESTIVER NA ORIGEM DOS ESPAÇOS.

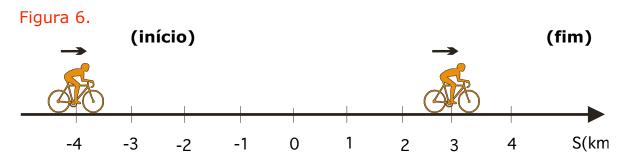
#### 6- ESPAÇO INICIAL (So) E DESLOCAMENTO ESCALAR ( $\Delta$ S)

**Espaço inicial** é a posição ocupada pelo corpo quando este inicia o seu movimento.

# TODO MOVIMENTO SE INICIA NA "ORIGEM DOS TEMPOS" ( t =0

Por exemplo, na figura anterior, se o tempo fosse "ZERO", os espaços iniciais dos carros A e B seriam: SoA = -3km e SoB = +3km

**Deslocamento escalar** é a diferença entre as posições ocupadas pelo corpo entre o início e o fim do movimento. (fig.6)



Logo:  $\Delta S = 3 - (-4) = 7km$ 

### 7- VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA (Vm)

A velocidade escalar média de um corpo é o quociente entre seu deslocamento e o tempo que ele gastou para se deslocar.

 $\Delta S = S_f - S_o$  (deslocamento escalar)

 $\Delta t = t_f - t_o$  (intervalo de tempo)

$$Vm = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{Sf - So}{tf - to}$$

## 8- VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA (V)

A velocidade escalar instantânea é o valor limite para o qual tende a velocidade escalar média quando o  $\Delta t$  tende a zero.

$$V = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

**OBS:** O limite (lim) é calculado pela função matemática denominada derivada.

$$V = \frac{ds}{dt}$$
  $\Rightarrow$  isto é a representação da derivação e lê-se:

A velocidade é a derivada do espaço relativa ao tempo.

#### Cálculo da derivada:

Vamos considerar a seguinte equação:

$$X = a.Y^4 + b.Y^3 + c.Y^2 + d.Y + e$$

 $\underline{X}$  é a nossa grandeza,  $\underline{Y}$  é a nossa variável e  $\underline{a},\underline{b},\underline{c},\underline{d}$  e  $\underline{e}$  são os nossos parâmetros

Regra prática 1- o expoente da variável multiplica o parâmetro.

Regra prática 2- subtrai uma unidade do expoente da variável.

Regra prática 3- a derivada de uma constante é zero.

#### Exemplo:

$$X = a.Y^4 + b.Y^3 + c.Y^2 + d.Y + e$$

$$\frac{dX}{dY} = 4.a.Y^{4-1} + 3.b.Y^{3-1} + 2.c.Y^{2-1} + 1.d.Y^{1-1} + 0$$

$$\frac{dX}{dY} = 4.a.Y^3 + 3.b.Y^2 + 2.c.Y^1 + 1.d.Y^0$$

$$\frac{dX}{dY} = 4.a.Y^3 + 3.b.Y^2 + 2.c.Y + d$$

#### **Unidades:**

#### S.I. (Sistema Internacional de Unidades)

 $unid(\Delta S) = m (metro)$ 

 $unid(\Delta t) = s (segundo)$ 

unid(Vm) = m/s (metro/segundo)

#### **C.G.S.**

 $unid(\Delta S) = cm (centímetro)$ 

 $unid(\Delta t) = s (segundo)$ 

unid(Vm) = cm/s (centímetro/segundo)

#### No Brasil usamos:

 $unid(\Delta S) = km (quilômetro)$ 

 $unid(\Delta t) = h (hora)$ 

unid(Vm) = km/h (quilômetro/hora)

## **Relações importantes:**

1km = 1.000m

$$1m = 100 \text{ cm}$$
 $1h = 60 \text{ minutos} = 3.600 \text{s}$ 

$$\frac{1\text{km}}{1\text{h}} = \frac{1.000\text{m}}{3.600\text{s}} \Rightarrow \frac{1\text{km}}{1\text{h}} = \frac{1\text{m}}{3,6\text{s}}$$

Para transformar  $\underline{km/h}$  em  $\underline{m/s}$ , basta dividir por 3,6; e para transformar  $\underline{m/s}$  para  $\underline{km/h}$ , basta multiplicar por 3,6.

### 9- ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA (γm)

A aceleração escalar média de um corpo é o quociente entre sua variação de velocidade e a variação de tempo.

$$\alpha \mathbf{m} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{Vf - Vo}{tf - to}$$

#### **Unidades:**

#### **S.I.** (Sistema Internacional de Unidades)

unid(V) = m/s (metro/segundo)

 $unid(\Delta t) = s (segundo)$ 

unid( $\alpha m$ ) = m/s $\square$  (metro/segundo ao quadrado)

#### C.G.S.

unid(V) = cm/s (centímetro/segundo)

 $unid(\Delta t) = s (segundo)$ 

unid( $\alpha m$ ) = cm/s $\square$  (centímetro/segundo ao quadrado)

#### No Brasil usamos:

unid(V) = km (quilômetro/hora)

 $unid(\Delta t) = h (hora)$ 

unid( $\alpha$ m) = km/h $\square$  (quilômetro/hora ao quadrado)

## **10-** ACELERAÇÃO ESCALAR INSTANTÂNEA (γ)

A aceleração escalar instantânea é o valor limite para o qual tende a aceleração escalar média quando o  $\Delta t$  tende a zero.

$$\alpha = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

 $\alpha = \frac{dv}{dt}$   $\Rightarrow$  isto é a representação da derivação e lê-se:

A aceleração é a derivada da velocidade relativa ao tempo. Unidades:

#### **S.I.** (Sistema Internacional de Unidades)

unid(V) = m/s (metro/segundo)

 $unid(\Delta t) = s (segundo)$ 

 $unid(\alpha) = m/s \square$  (metro/segundo ao quadrado)

#### <u>C.G.S.</u>

unid(V) = cm/s (centímetro/segundo)

 $unid(\Delta t) = s (segundo)$ 

 $unid(\alpha) = cm/s\square$  (centímetro/segundo ao quadrado)

#### No Brasil, usamos:

unid(V) = km (quilômetro/hora)

 $unid(\Delta t) = h (hora)$ 

unid( $\alpha$ ) = km/h $\square$  (quilômetro/hora ao quadrado)

## 11- CLASSIFICAÇÃO DE MOVIMENTOS

Classificaremos os movimentos de um corpo, levando em consideração o grau da sua função horária, o sentido do movimento em relação à trajetória e se o módulo de sua velocidade está alterando.

- 1º- se a função horária for de 1º grau, o movimento será denominado UNIFORME, porém se a função horária for de 2º grau, o movimento será UNIFORMEMENTE VARIADO.
- **2º-** se o móvel percorre a trajetória em seu sentido positivo, isto é, **posições progredindo**, o movimento será **PROGRESSIVO**. Contudo, se o móvel percorre a trajetória no sentido oposto ao positivo, isto é, **posições retrocedendo**, o movimento será **RETRÓGRADO**.
- 3º- se o módulo da velocidade está aumentando, isto é, o ponteiro do velocímetro está subindo, o movimento é ACELERADO e, neste caso, a velocidade e a aceleração têm sinais iguais. Contudo, se o módulo da velocidade está diminuindo, isto é, o ponteiro do velocímetro está descendo, o movimento é RETARDADO e neste caso, a velocidade e a aceleração têm sinais opostos. Porém, se o módulo da velocidade mantém-se constante, o movimento será UNIFORME.