

# Mecânica: Cinemática

Prof. Carlos Ruberto Fragoso Jr.

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

**1. Cinemática:** É a parte da mecânica que estuda os movimentos dos corpos ou partículas sem se levar em conta o que os causou.

## 2. Ponto Material (partícula):

São corpos de dimensões desprezíveis comparadas com outras dimensões dentro do fenômeno observado.

Um automóvel é um ponto material em relação a rodovia BR 101.



# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

## 3. Corpo Extenso

São corpos cujas dimensões não podem ser desprezadas comparadas com outras dimensões dentro do fenômeno observado.

Por exemplo:

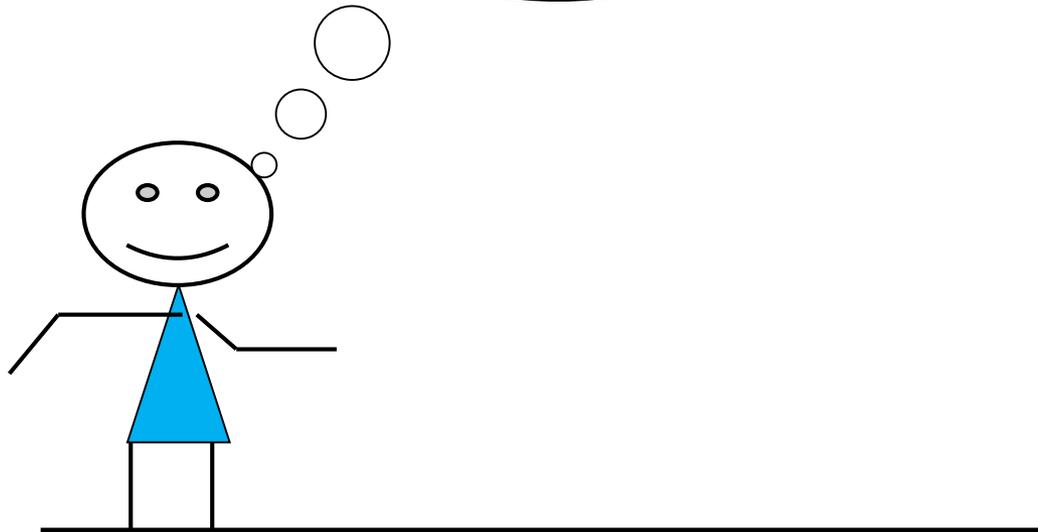
um automóvel em relação a uma garagem.



# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

**Atenção!!** Observe que ser ponto material ou corpo extenso depende do referencial de observação

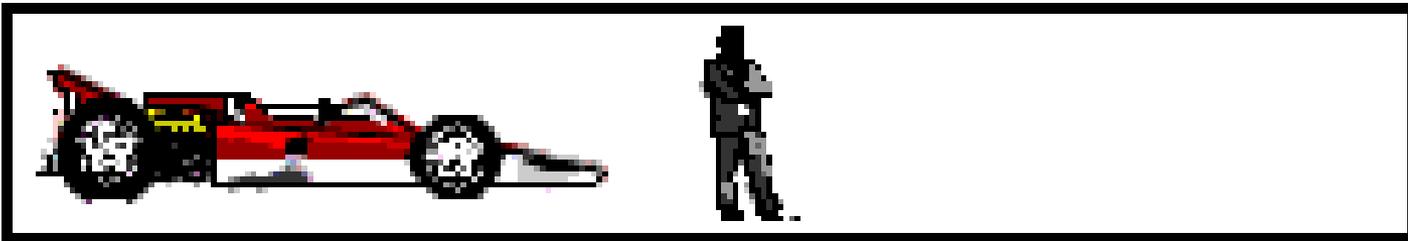


# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

## 4. Movimento, repouso e referencial

Diremos que um objeto está em movimento em relação a certo referencial quando o objeto sofre um deslocamento em relação ao mesmo referencial, isto é, quando há uma variação da posição do objeto em função do tempo decorrido.

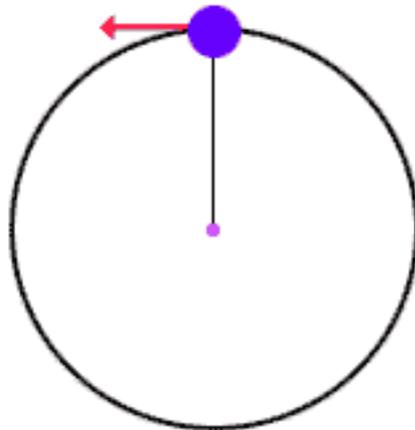


# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

## 4. Movimento, repouso e referencial

É possível haver movimento em relação a certo referencial sem que o objeto se aproxime ou se afaste do mesmo. É o caso de um objeto em movimento circular, quando o referencial adotado é o centro da trajetória. Sua posição (vetor) varia com o tempo, mas a distância do objeto em relação ao centro da trajetória não varia.



# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

## 5. Trajetória

É o conjunto dos pontos ocupados pelo objeto no correr de seu movimento.

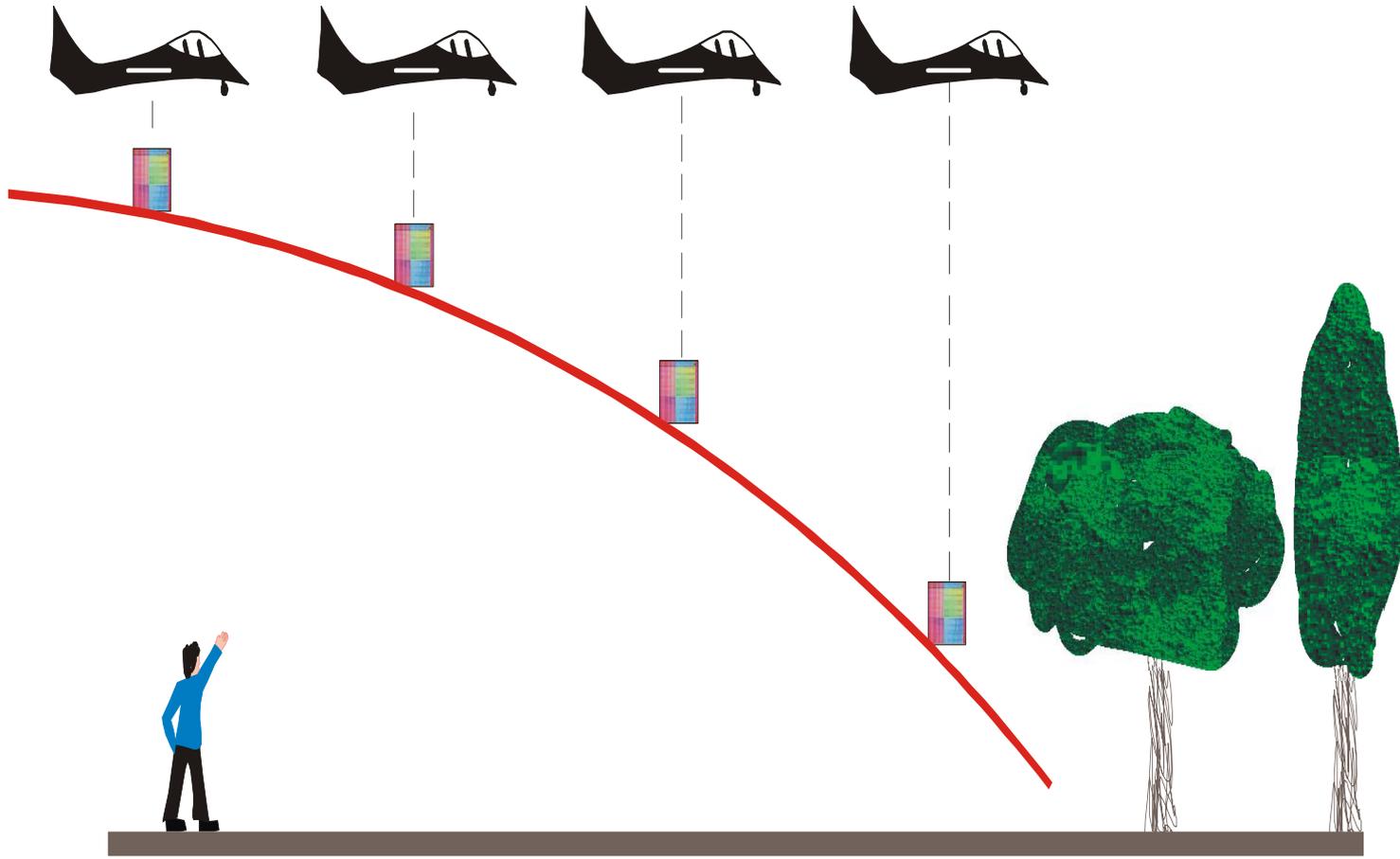
Com relação à trajetória você deve saber que:

**a)** A trajetória determina uma das características do movimento. Poderemos ter movimentos retilíneos, circulares, parabólicos etc., em função da trajetória seguida pelo objeto.

**b)** A trajetória depende do referencial adotado. No caso de um corpo solto de um avião que se move horizontalmente com velocidade constante, para um observador fixo ao solo, a trajetória é parabólica, ao passo que para o piloto a trajetória é considerada uma reta.

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

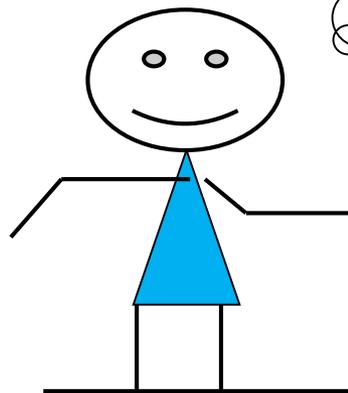
---



# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

**Atenção!!** Observe que: quem estiver dentro do avião verá o objeto cair em linha reta e, quem estiver na Terra verá um arco de parábola.



# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---



## Exemplo 1

---

Em um ônibus que se desloca com velocidade constante em relação a uma rodovia reta que atravessa uma floresta, um passageiro faz a seguinte afirmação: "As árvores estão se deslocando para trás".

Essa afirmação \_\_\_\_\_ pois, considerando-se \_\_\_\_\_ como referencial, é (são) \_\_\_\_\_ que se movimenta(m).

Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas da frase.

- a) correta – a estrada – as arvores
- b) correta – as arvores – a estrada
- ~~c) correta – o ônibus – as arvores~~
- d) incorreta – a estrada – as arvores
- e) incorreta – o ônibus – as arvores

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

## 6 - Distância percorrida

Em nosso estudo de cinemática chamaremos distância percorrida pelo objeto à medida associada à trajetória realmente descrita por ele.

O hodômetro colocado junto ao velocímetro do carro mede o caminho percorrido por ele. A indicação do hodômetro não depende do tipo de trajetória e nem de sua orientação. Por esse motivo consideramos a grandeza distância percorrida como a grandeza escalar, a qual indica uma medida associada à trajetória realmente seguida.

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

## 7. Deslocamento

Definimos *deslocamento* de um objeto em relação a certo referencial como sendo a variação do vetor posição em relação a esse mesmo referencial.



**AO** é o vetor posição inicial, **OB** o final de **AB** o vetor deslocamento desse móvel.

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA



# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

## 8. Velocidade vetorial média

Chamamos *vetor* velocidade média ( $V_m$ ) à razão entre o deslocamento ( $\Delta x$ ) do móvel e o tempo decorrido ( $\Delta t$ ) nesse deslocamento.

$$V_m = \frac{\Delta X}{\Delta t}$$

## 9. Rapidez (Velocidade escalar média)

Chamamos rapidez (velocidade *escalar* média) ( $V_m$ ) à razão entre o caminho percorrido ( $d$ ) e o tempo gasto ( $\Delta t$ ) para percorrê-lo.

$$V_m = \frac{d}{\Delta t}$$

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

A velocidade média no Sistema Internacional de Unidades (S.I.) é medida em: **m/s**

**Lembre-se que:**

- Para transformarmos **km/h** em **m/s** basta dividirmos o número por **3,6**;
- Para transformarmos **m/s** em **km/h** basta multiplicarmos o número por **3,6**.

## Exemplo 2

---

Um dos fatos mais significativos nas corridas de automóveis é a tomada de tempos, isto é, a medida do intervalo de tempo gasto para dar uma volta completa no circuito. O melhor tempo obtido no circuito de Suzuka, no Japão, pertenceu ao austríaco Gerard Berger, piloto da equipe McLaren, que percorreu os 5874 m da pista em cerca de 1 min 42s. Com base nesses dados, responda:

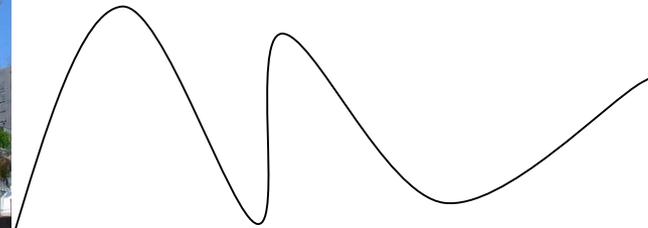
- a) Quanto vale o deslocamento do automóvel de Gerard Berger no intervalo de tempo correspondente a uma volta completa no circuito?
- b) Qual a velocidade média desenvolvida pelo carro do piloto austríaco, em sua melhor volta no circuito?
- c) Qual a velocidade escalar média desenvolvida pelo carro do piloto austríaco, em sua melhor volta no circuito?

## Exemplo 3

A distância entre o marco zero de Recife e o marco zero de Olinda é de 7 km. Supondo que um ciclista gaste 1h e 20 min pedalando entre as duas cidades, qual a sua velocidade escalar média neste percurso, levando em conta que ele parou 10 min para descansar?



RECIFE



$d=7 \text{ km}$



OLINDA

## Exemplo 3

---

- **Resolução:**

Velocidade média é uma grandeza física, o tempo que o ciclista ficou parado faz parte do evento logo deve ser incluído

$$d = 7 \text{ km}$$

$$\Delta t = 1 \text{ h e } 20 \text{ min} + 10 \text{ min} = 1 \text{ h e } 30 \text{ min} = 1,5 \text{ h}$$

$$V_m = \frac{d}{\Delta t}$$

$$V_m = \frac{7}{1,5} = 4,66 \text{ km/h}$$

## Exemplo 4

---

Durante um rallye, os motoristas deverão ir de uma cidade A a outra B e retornar a A. Contará maior número de pontos aquele que o fizer no menor tempo, dentro das seguintes alternativas:

1º ) fizer o percurso de ida com velocidade média de 120 km/h e o percurso de volta com velocidade média de 80 km/h

ou

2º ) fizer o percurso de ida e volta com velocidade média de 100 km/h.

Os motoristas

- a) poderão escolher qualquer das duas alternativas, pois a velocidade média é a mesma.
- b) deverão escolher a primeira alternativa.
- c) deverão escolher a segunda alternativa.
- d) Não é possível escolher a melhor alternativa sem conhecer a distância entre as cidades A e B.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores.

## Solução

$$\text{A} \xrightarrow{d_i = d_v = X} \text{B}$$

$$v_m = \frac{d}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{d}{v_m} \Rightarrow \Delta t_i = \frac{X}{120} \Rightarrow \Delta t_v = \frac{X}{80}$$

$$\Delta t = \Delta t_i + \Delta t_v = \frac{X}{120} + \frac{X}{80} = \frac{2X + 3X}{240} = \frac{5X}{240}$$

$$v_m = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2X}{\frac{5X}{240}} = \frac{480X}{5X} = 96 \text{ km/h}$$

## Exemplo 5

---

A distância do Sol até a Terra é de 150 milhões de quilômetros. Se a velocidade da luz for tida como 300 000 km/s, quanto tempo demora para a luz solar atingir a Terra?

**Solução:**

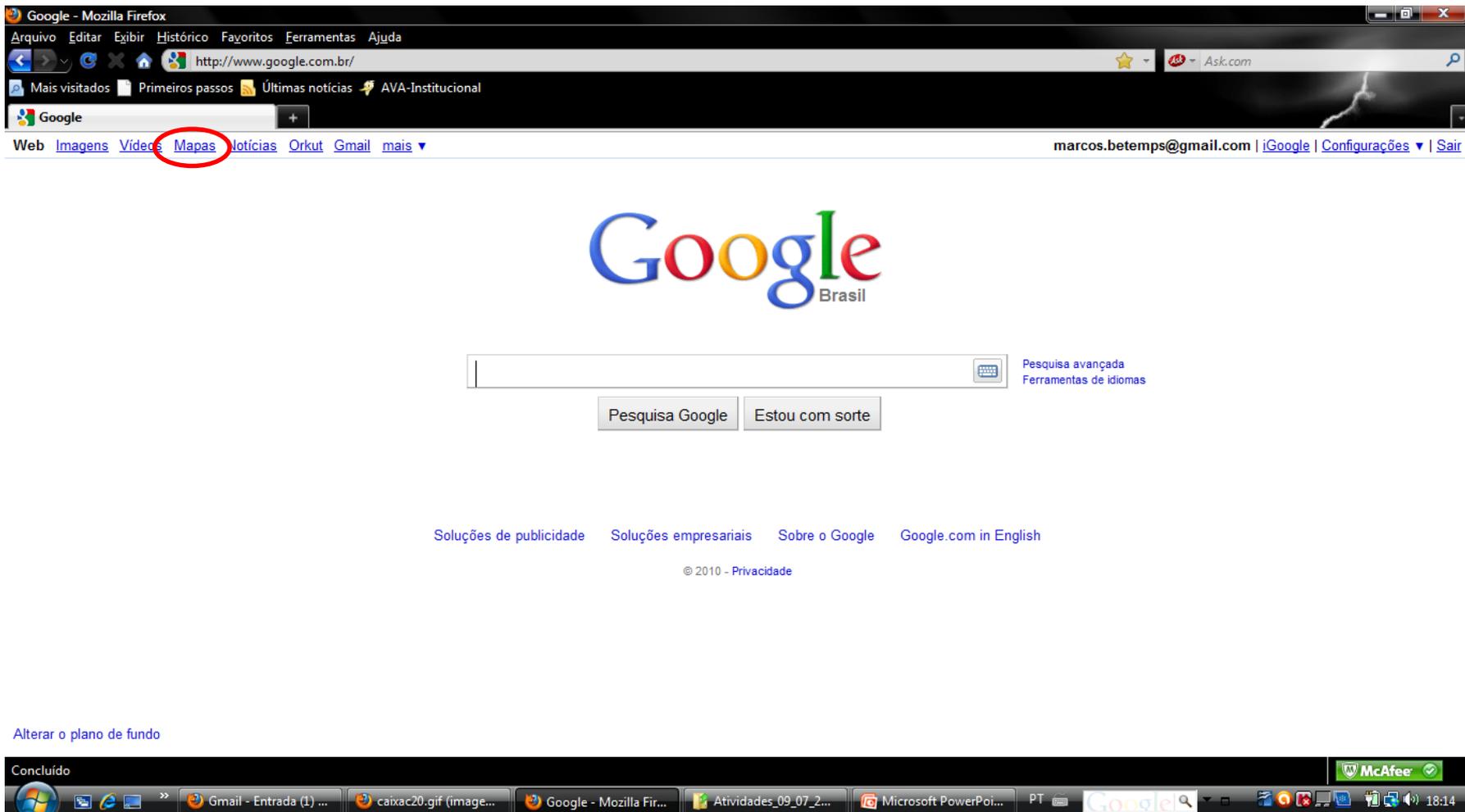
$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad \text{então} \quad \Delta t = \frac{d}{v}$$

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{150000000}{300000} = 500s$$

500s equivalem a 8 min 20 s.

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

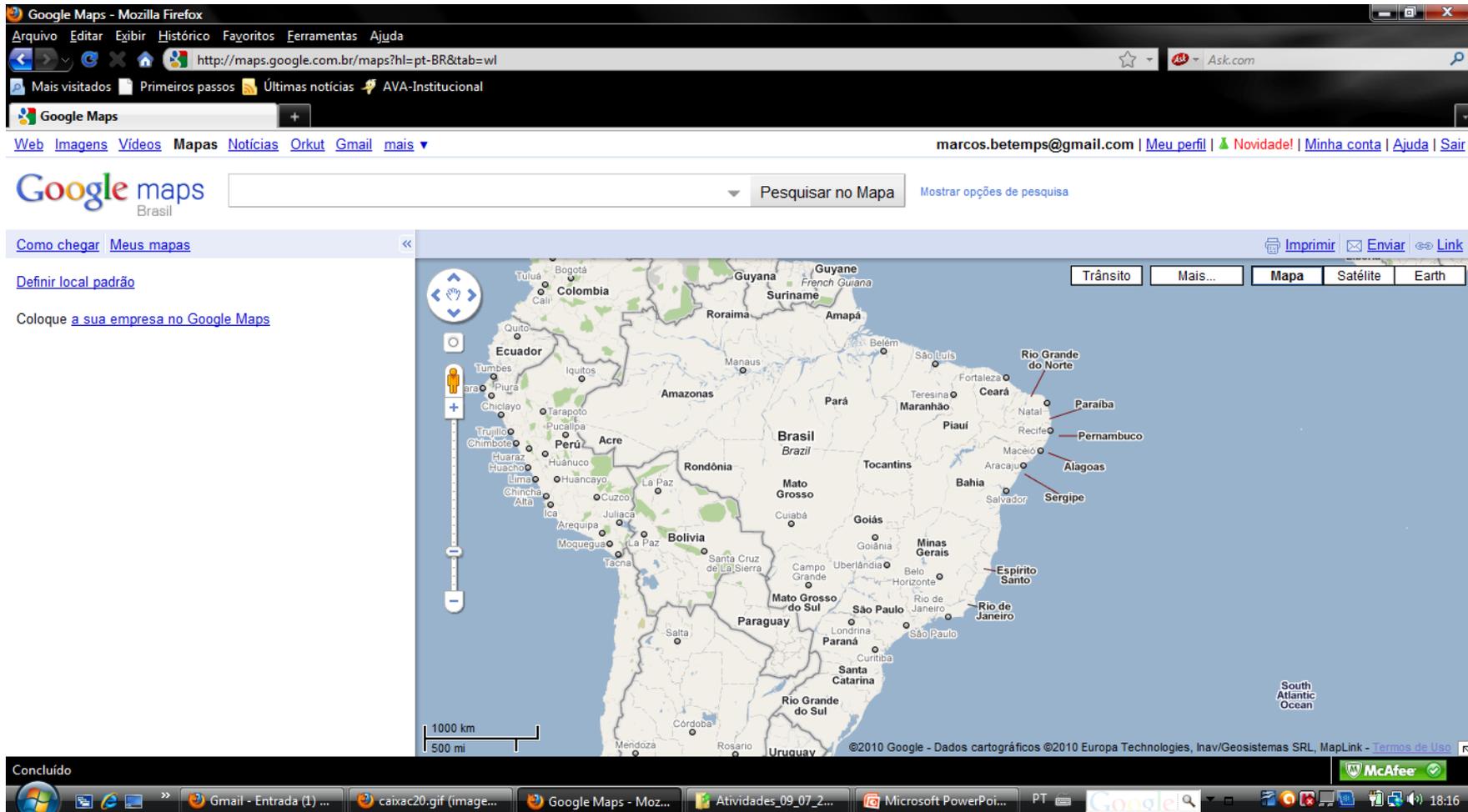
- O Google nos fornece uma ferramenta muito poderosa para tratar de questões de cinemática. <http://www.google.com.br>



The image shows a screenshot of a Mozilla Firefox browser window displaying the Google Brazil homepage. The browser's address bar shows the URL <http://www.google.com.br/>. The search bar is empty, and the Google logo is prominently displayed in the center. The navigation menu at the top includes links for Web, Imagens, Vídeos, Mapas (circled in red), Notícias, Orkut, Gmail, and mais. The footer contains links for Soluções de publicidade, Soluções empresariais, Sobre o Google, and Google.com in English, along with a copyright notice for 2010 and a link to Privacidade. The Windows taskbar at the bottom shows several open applications, including Gmail, a GIF viewer, the Firefox browser, and Microsoft PowerPoint.

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

## ➤ O que vamos encontrar?

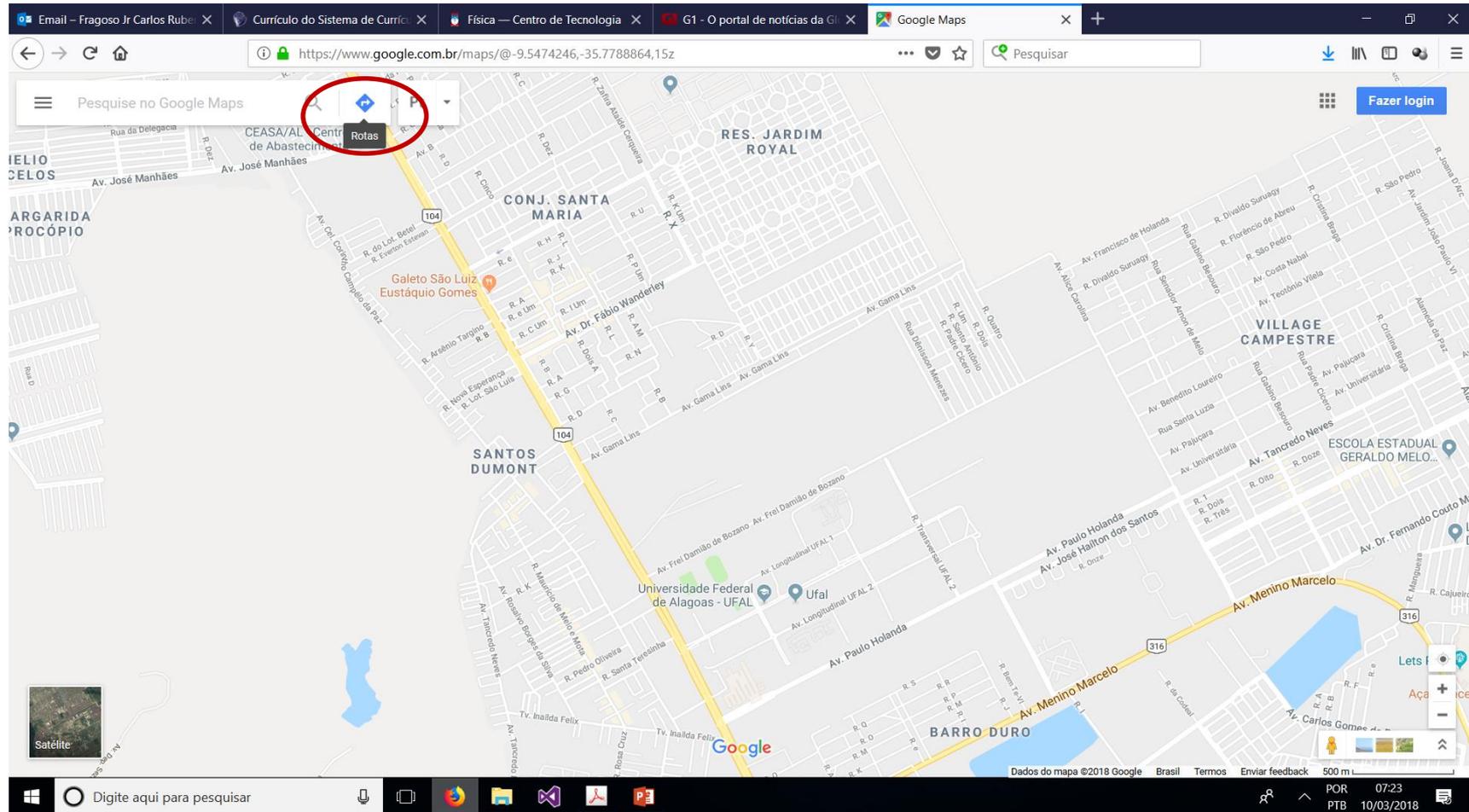


The image is a screenshot of a Mozilla Firefox browser window displaying Google Maps. The browser's address bar shows the URL <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>. The Google Maps interface is in Portuguese. The search bar contains the text "Pesquisar no Mapa". The map shows South America, with Brazil highlighted in a light green color. Major cities and states are labeled, including São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, and various states like Amazonas, Pará, and Bahia. The browser's taskbar at the bottom shows several open applications: Gmail, a GIF viewer, Google Maps, a document titled "Atividades\_09\_07\_2...", and Microsoft PowerPoint. The system clock in the bottom right corner indicates the time is 18:16.

## ➤ Damos um clique duplo sobre a região desejada

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

## Consigo Achar minha Cidade?



Mecânica

Clico em Rotas

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

## Escolho partida e Destino

The screenshot displays a Google Maps interface on a Windows desktop. The browser window shows the URL <https://www.google.com.br/maps/dir/Núcleo+de+Análise+e+Pesquisa+em+Ressonância+Magnética>. The map shows a blue route starting from Rio Largo, AL, 57100-000 and ending at the Núcleo de Análise e Pesquisa em Resonância Magnética. The route is 9.4 km long and takes 16 minutes via BR-104. The map includes labels for various locations such as BOSQUE DOS PALMARES, MARIO MAFRA, CONJ. HELIO VASCONCELOS MARGARIDA PROCÓPIO, CONJ. SANTA MARIA, RES. JARDIM ROYAL, CIDADE UNIVERSITÁRIA, BARRO DURO, and Açaí Cond. The Windows taskbar at the bottom shows the search bar with the text "Digite aqui para pesquisar" and the system tray with the date and time "POR 07:24 PTB 10/03/2018".

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

Qual a Velocidade Média utilizada pelo Google no referido trajeto?

- **Distância de 9,4 km**
- **Tempo gasto 16 min**



<i>60 min</i>	→	<i>1 hora</i>
<i>16 min</i>	→	<i>x</i>

$$x = \frac{16 \text{ min} \cdot 1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$x = 0,267 \text{ hora}$$

- **Tempo gasto 0,267 horas**

- **Velocidade média utilizada pelo Google**

$$v_m = \frac{9,4 \text{ km}}{0,267 \text{ hora}} = 35,25 \text{ km/h}$$

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

## Segunda Atividade Proposta

De ..... para UFAL	Distância	Tempo Gasto a 60 km/h	Tempo Gasto a 80 km/h	Tempo Gasto a 100 km/h	Tempo Ganho por violar a lei
Satuba	17 km				
Rio Largo	7,3 km				
Murici	39,2 km				

# I- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

---

## 10. Aceleração de um móvel

A velocidade de um móvel, normalmente, é variável. Esta ideia nos permite estabelecer uma nova grandeza física associada à variação da velocidade e ao tempo decorrido nessa variação. Essa grandeza é a aceleração.

Aceleração de um movimento é a razão entre a variação da velocidade e o intervalo de tempo decorrido.

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

## Exemplo 6

---

Qual a aceleração média de um movimento uniforme variado, de acordo com a tabela de valores abaixo:

m/s	24	20	16	12
s	0	2	4	6

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12 - 24}{6 - 0} = \frac{-12}{6} = -2 \text{ m/s}^2$$

## Exemplo 7

---

O maquinista de um trem aciona os freios da composição reduzindo sua velocidade de 40 km/h para 30 km/h em 1 minuto. Qual a desaceleração do trem?

### **Solução**

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{40 \frac{km}{h} - 30 \frac{km}{h}}{1 \text{ min}} = \frac{10 \frac{km}{h}}{\frac{1}{60} h} = 600 \frac{km}{h^2}$$

## II- Movimento Retilíneo Uniforme

---

O movimento de um corpo é chamado retilíneo uniforme quando a sua trajetória for uma reta e ele efetuar deslocamentos iguais em intervalos de tempos iguais. Isso significa que a sua velocidade é constante e diferente de zero.



## II- Movimento Retilíneo Uniforme

---

### Características:

- $V_{CTE} \neq 0$
- $\vec{a} = 0$  ( $\vec{a}_c = 0$  e  $\vec{a}_t = 0$ )
- deslocamentos iguais em tempos iguais.

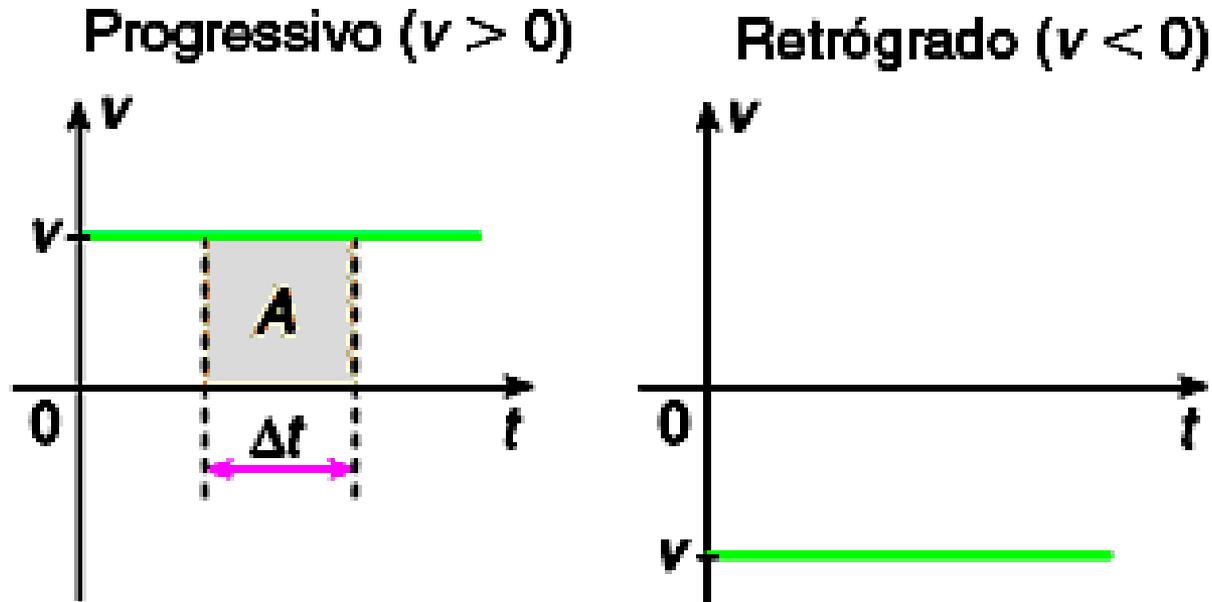
Velocidade:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Função Horária:

$$x = x_0 + V.t$$

## II- Movimento Retilíneo Uniforme

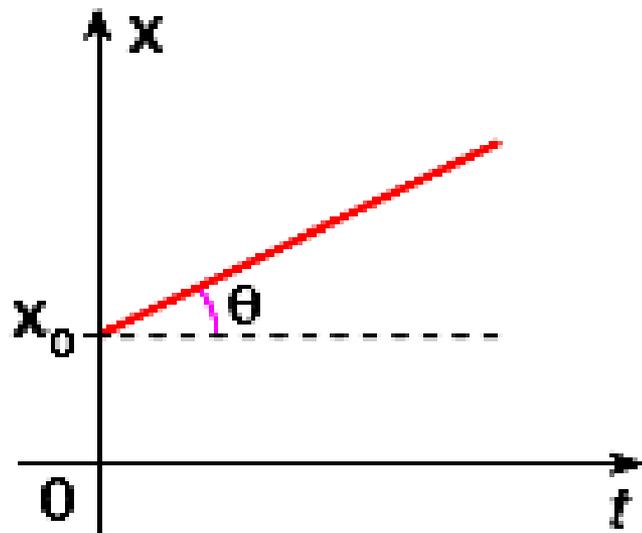


$$\text{Área} = v \cdot \Delta t$$

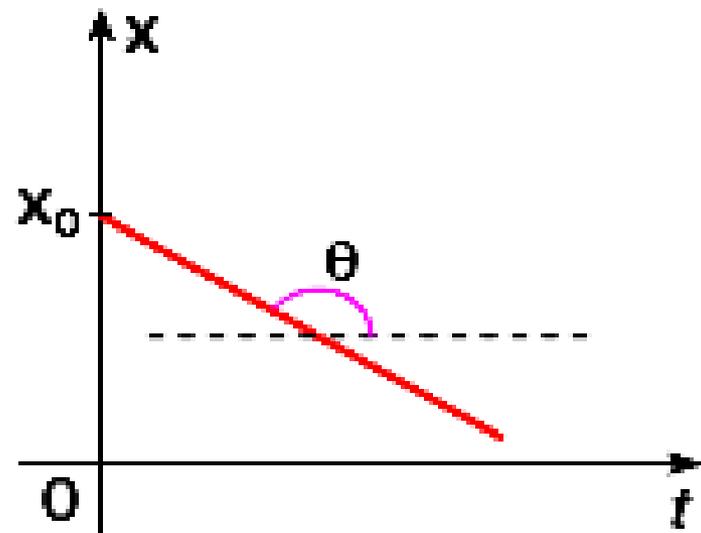
## II- Movimento Retilíneo Uniforme

---

Progressivo ( $v > 0$ )

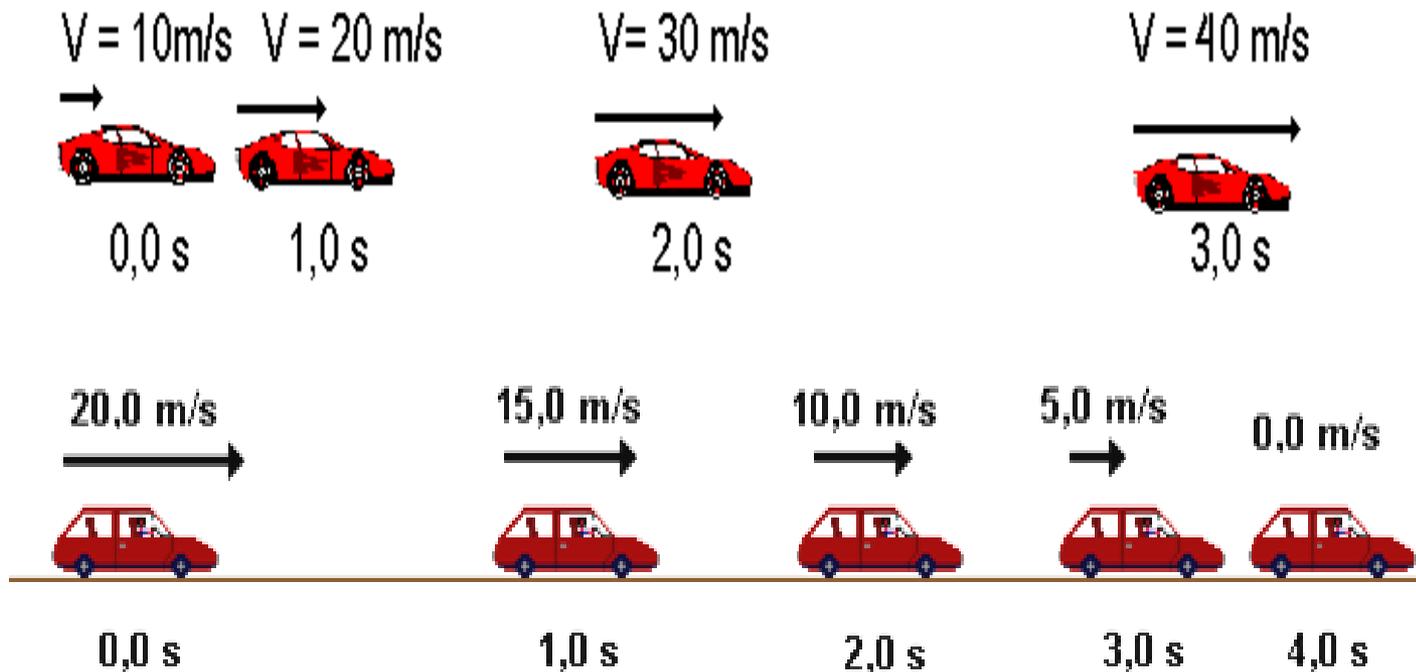


Retrógrado ( $v < 0$ )



### III- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

O movimento de um móvel é chamado retilíneo uniformemente variado quando a sua trajetória é uma reta e o módulo da velocidade sofre variações iguais em tempos iguais. Isso significa que a aceleração é constante e diferente de zero.

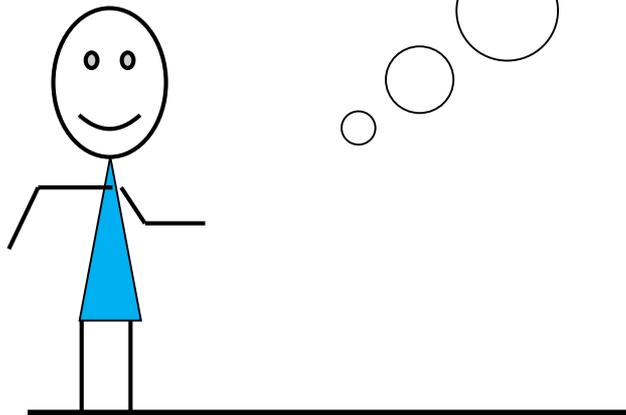


### III- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

---

**Atenção! Acelerado: o Módulo da velocidade aumenta no decorrer do tempo.**

**Retardado: o Módulo da velocidade diminui no decorrer do tempo.**



### III- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

---

#### Características:

➤ O módulo da velocidade sofre variações iguais em tempos iguais.

➤  $\vec{a} = CTE \neq 0$  ( $\vec{a}_{cp} = 0$  e  $\vec{a}_t \neq 0$ )

➤ Função Horária da Velocidade:

$$\mathbf{V = V_0 + at}$$

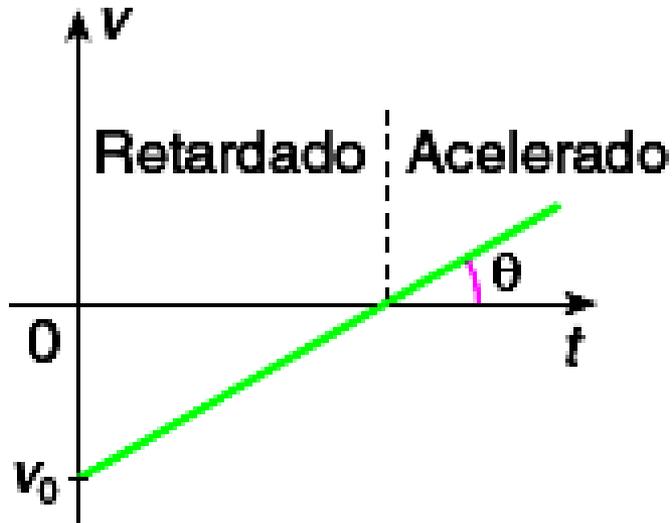
➤ Função Horária do Movimento:

$$\mathbf{x = x_0 + V_0t + \frac{at^2}{2}}$$

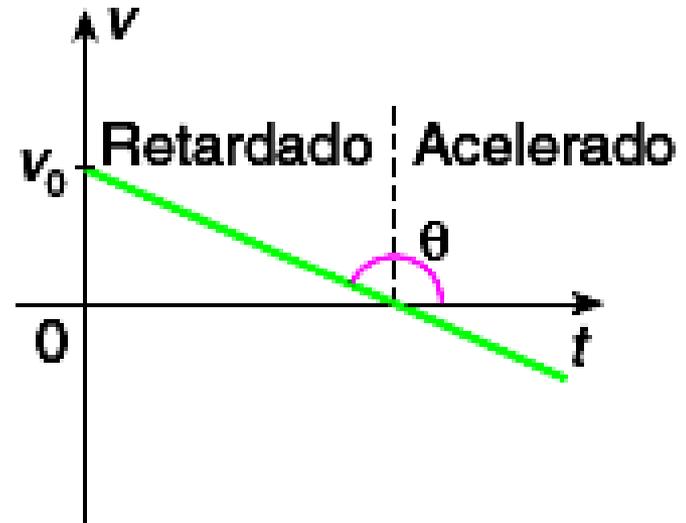
➤ Equação de Torricelli:

$$\mathbf{V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X}$$

### III- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

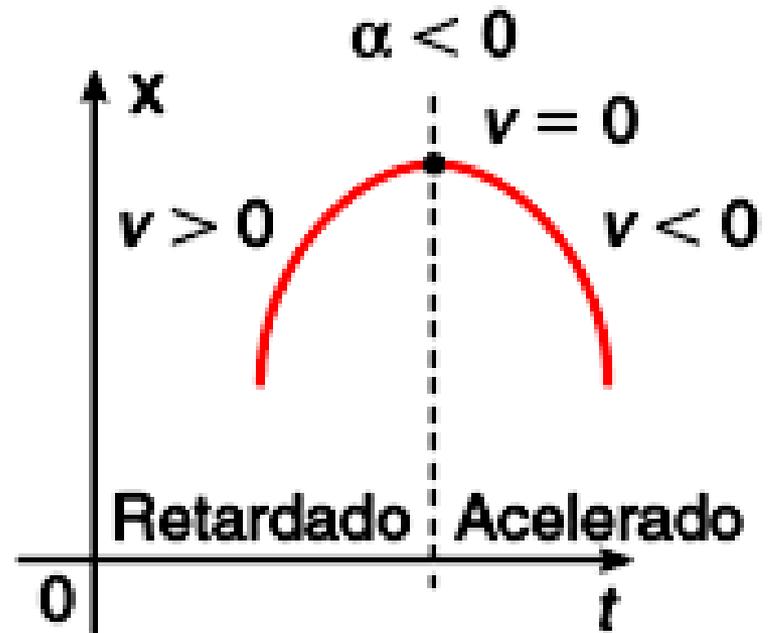
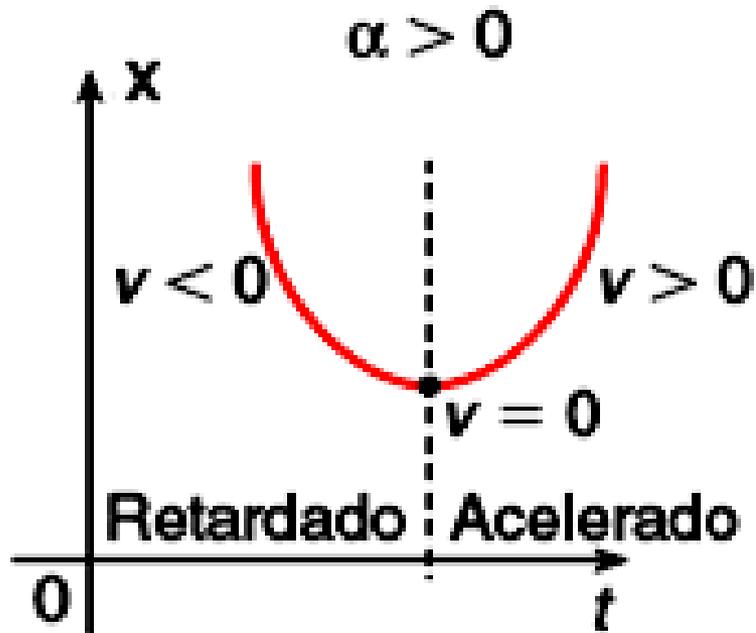


$$\text{tg}\theta = \text{aceleração}$$



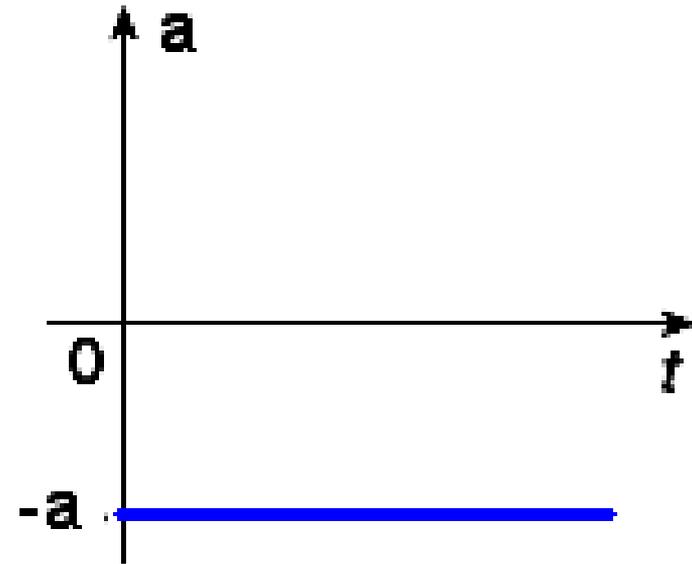
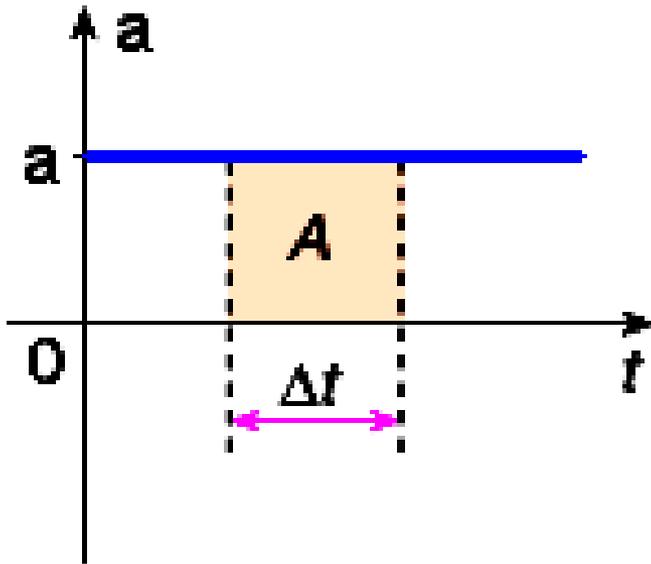
$$\text{Área}^N = d$$

### III- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado



### III- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

---



## Exemplo 8

---

Uma partícula desloca-se em Movimento Retilíneo Uniformemente Variado de acordo com a seguinte equação horária das posições:  $X = 32 - 15.t + 4.t^2$ , em unidades do **S.I.**. Determine:

- A posição inicial.
- A velocidade inicial.
- A aceleração.

## Exemplo 8

---

### Resolução

a) 
$$X = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$X_0 = 32\text{m}$$

$$X = 32 - 15 \cdot t + 4 \cdot t^2$$

b) 
$$X = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$X = 32 - 15 \cdot t + 4 \cdot t^2$$

$$V_0 = -15\text{m/s}$$

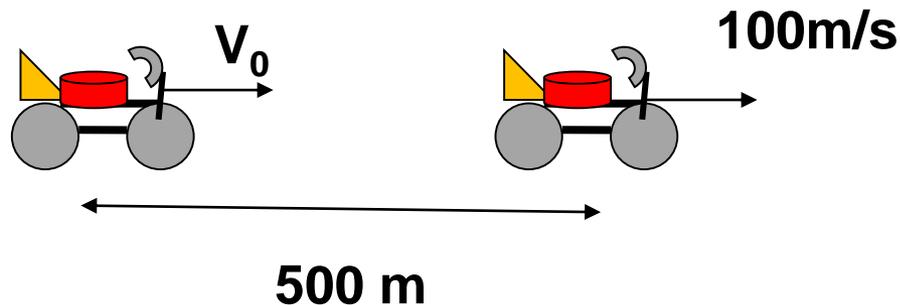
c) 
$$X = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$a = 8 \text{ m/s}^2$$

## Exemplo 9

---

Uma motocicleta pode manter uma aceleração constante de  **$10 \text{ m/s}^2$** . A velocidade inicial de um motociclista que deseja percorrer uma distância de  **$500 \text{ m}$** , em linha reta, chegando ao final com uma velocidade de  **$100 \text{ m/s}$** , é de:



## Exemplo 9

---

### Resolução

$$V^2 = V_0^2 + 2.a.\Delta X$$

COMO  $V = 100 \text{ m/s}$  ,  $\Delta X = 500 \text{ m}$  e  $a = 10 \text{ m/s}^2$

Temos:

$$100^2 = V_0^2 + 2.10.500$$

$$10000 = V_0^2 + 10000$$

$$V_0 = 0$$