

# **Física I**

## **Semana 02 - Aula 1**

### **Movimento Retilíneo**

**Prof. Henrique Antonio Mendonça Faria**

# Mecânica

- Estudo das relações entre movimento, massa e força.
- **Cinemática:** parte da mecânica que trata do movimento.
- **Dinâmica:** relação entre o movimento e suas causas.

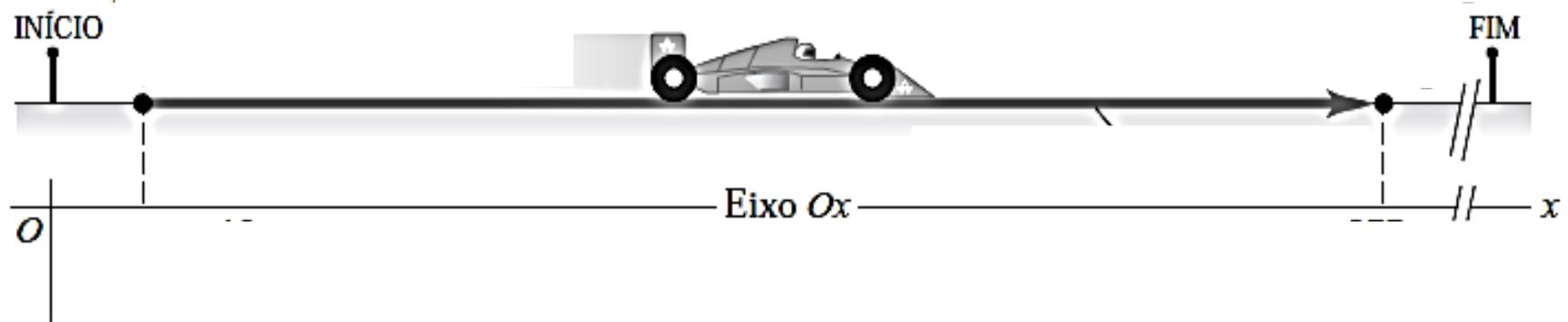
# Movimento retilíneo

- Movimento de uma partícula se deslocando ao longo de uma linha reta.
- Introduziremos as grandezas físicas vetoriais de *velocidade e aceleração*.
- Desenvolveremos equações para descrever o movimento no caso especial em que a aceleração permanece constante.

# Deslocamento, e velocidade média

- **Sistema de coordenadas** : eixo  $Ox$  ao longo do trecho retilíneo.
- **Origem**: situada no início da linha reta.

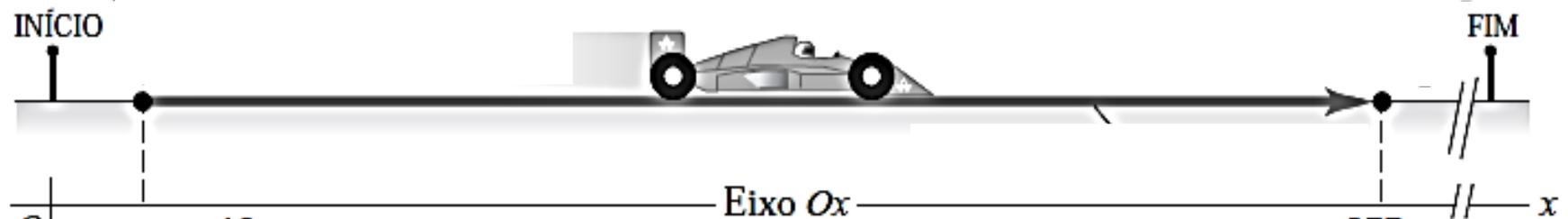
# Exemplo: carro em um trecho retilíneo



**Figura 2.1** Posição de um carro de corrida em dois instantes de sua trajetória.

**Fonte:** Sears e Zemansky

# Exemplo: carro em um trecho retilíneo

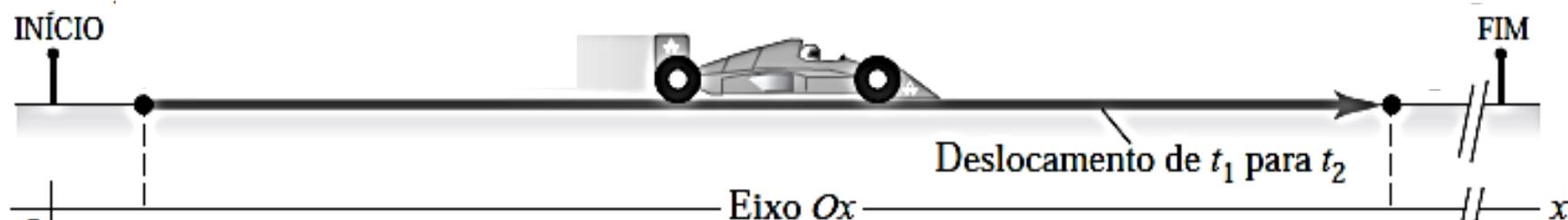


$x$  é positivo à direita do ponto de origem ( $O$ ), e negativo à esquerda dele.

**Figura 2.1** Posição de um carro de corrida em dois instantes de sua trajetória.

**Fonte:** Sears e Zemansky

# Exemplo: carro em um trecho retilíneo

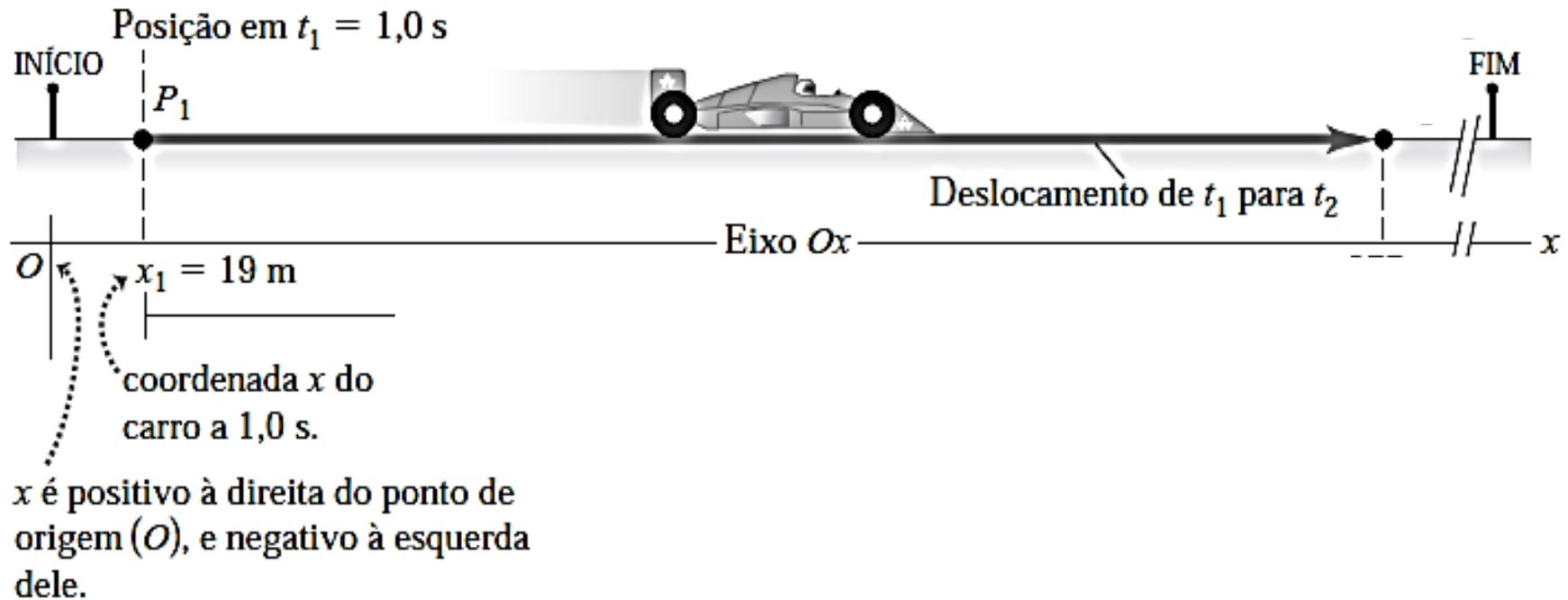


$x$  é positivo à direita do ponto de origem ( $O$ ), e negativo à esquerda dele.

**Figura 2.1** Posição de um carro de corrida em dois instantes de sua trajetória.

**Fonte:** Sears e Zemansky

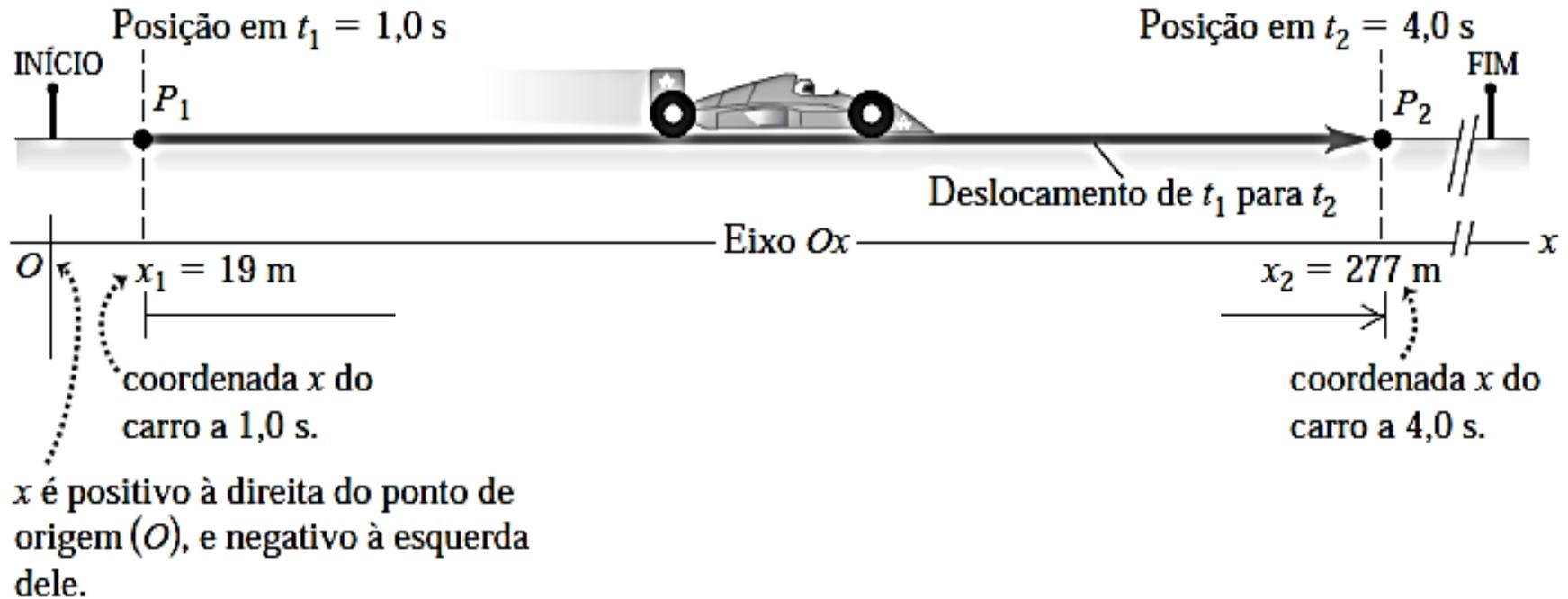
# Exemplo: carro em um trecho retilíneo



**Figura 2.1** Posição de um carro de corrida em dois instantes de sua trajetória.

**Fonte:** Sears e Zemansky

# Exemplo: carro em um trecho retilíneo



**Figura 2.1** Posição de um carro de corrida em dois instantes de sua trajetória.

**Fonte:** Sears e Zemansky

# Exemplo: carro em um trecho retilíneo

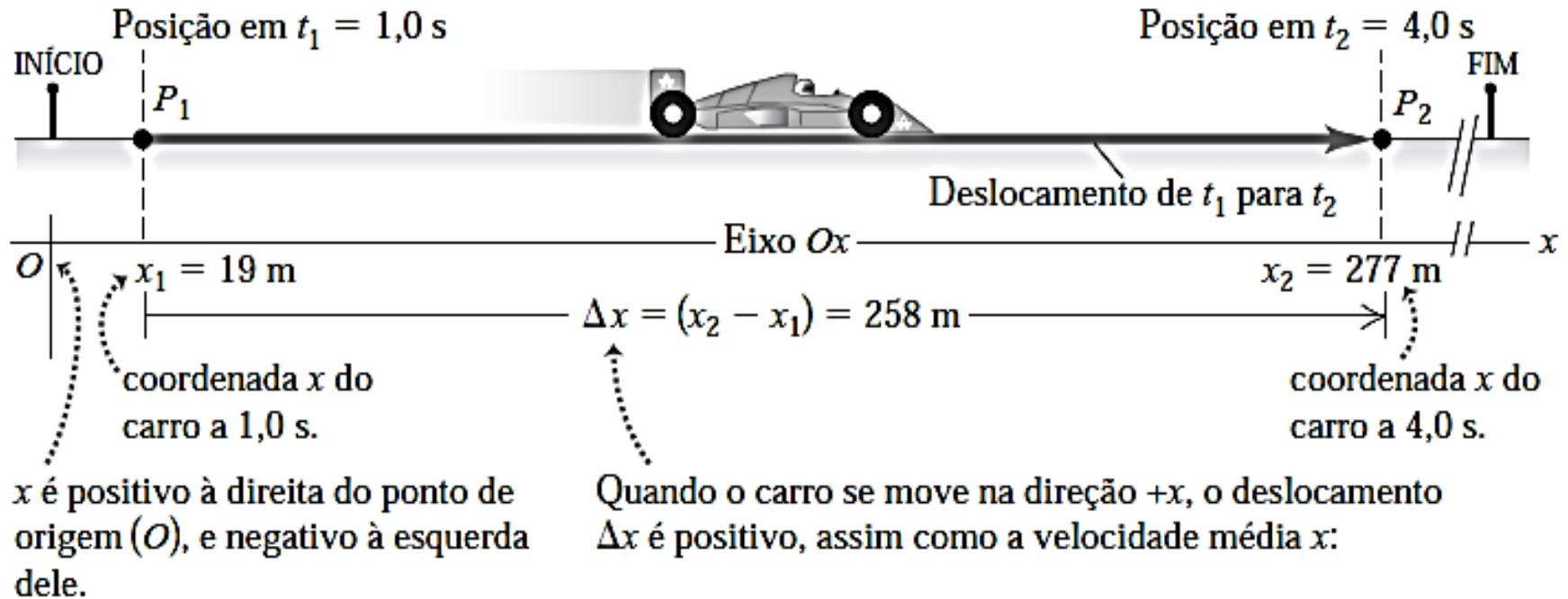


Figura 2.1 Posição de um carro de corrida em dois instantes de sua trajetória.

Fonte: Sears e Zemansky

# Exemplo: carro em um trecho retilíneo

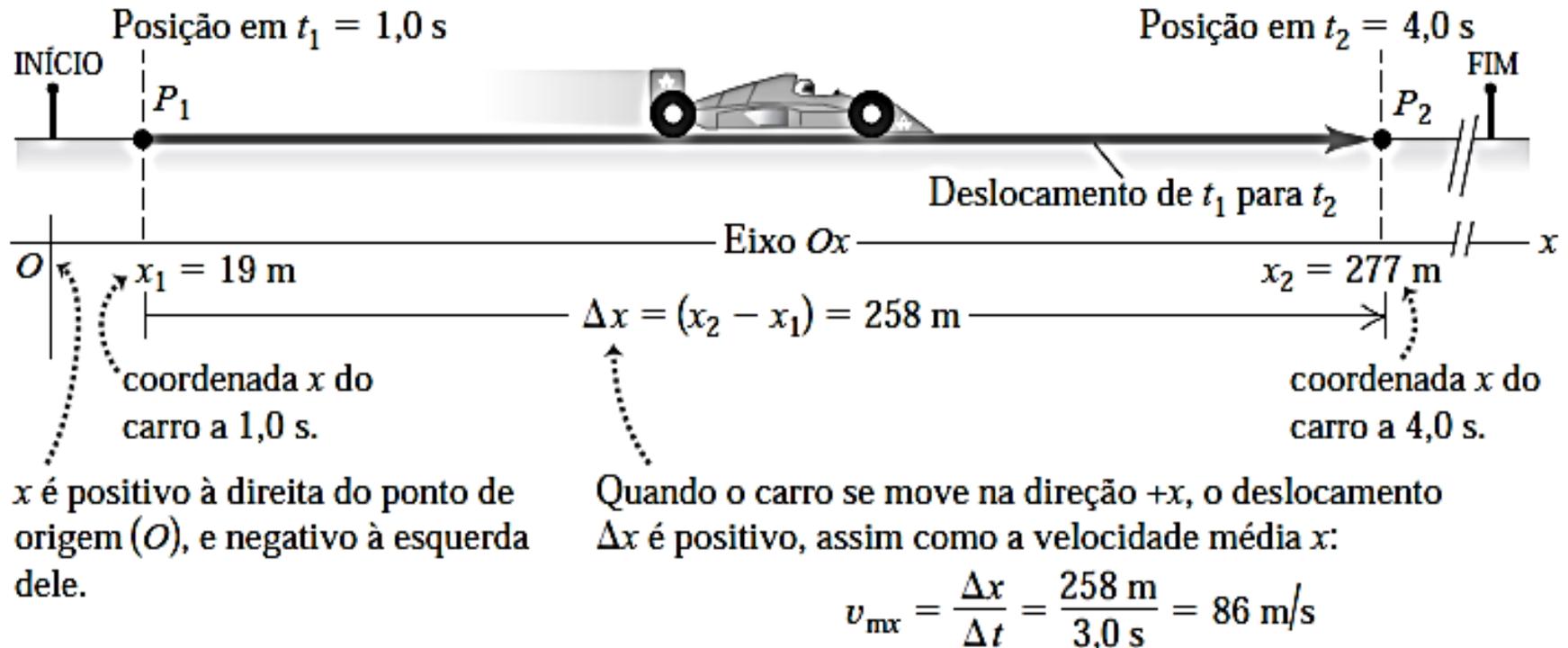
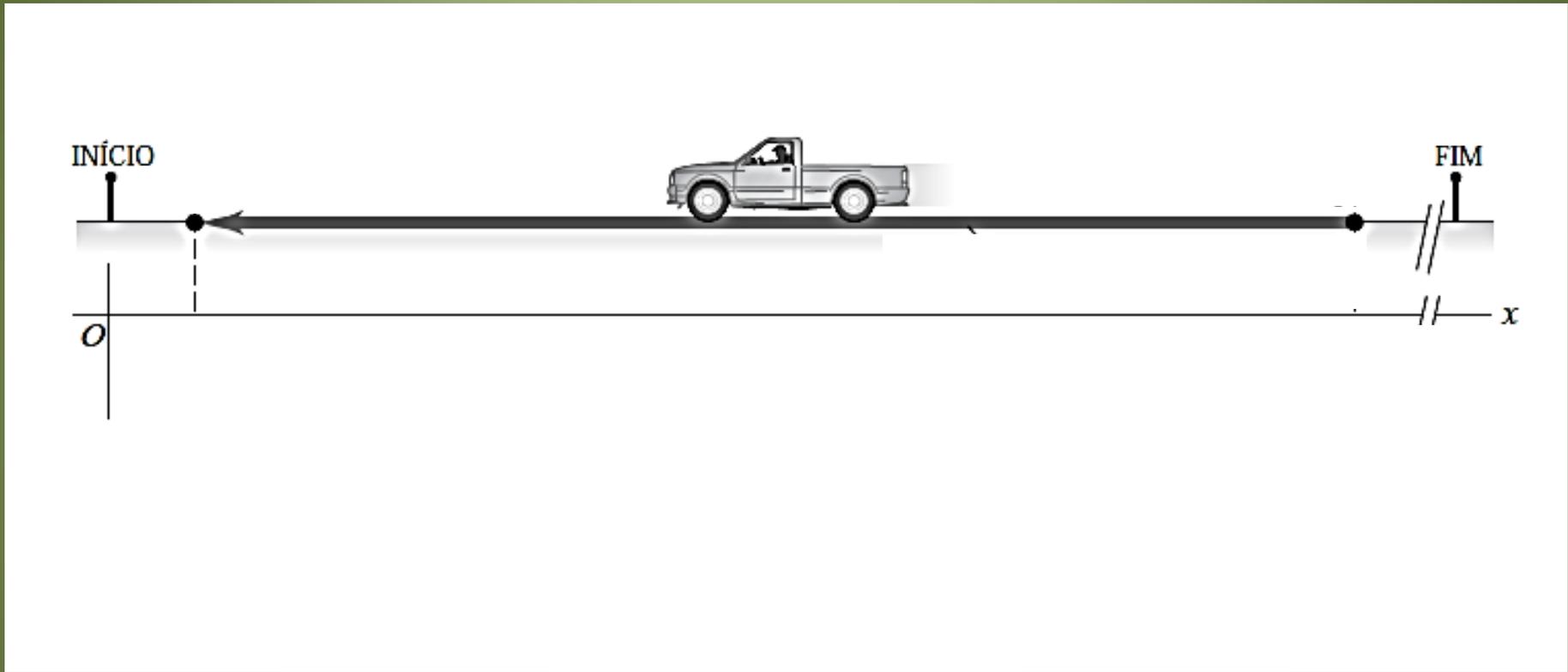


Figura 2.1 Posição de um carro de corrida em dois instantes de sua trajetória.

Fonte: Sears e Zemansky

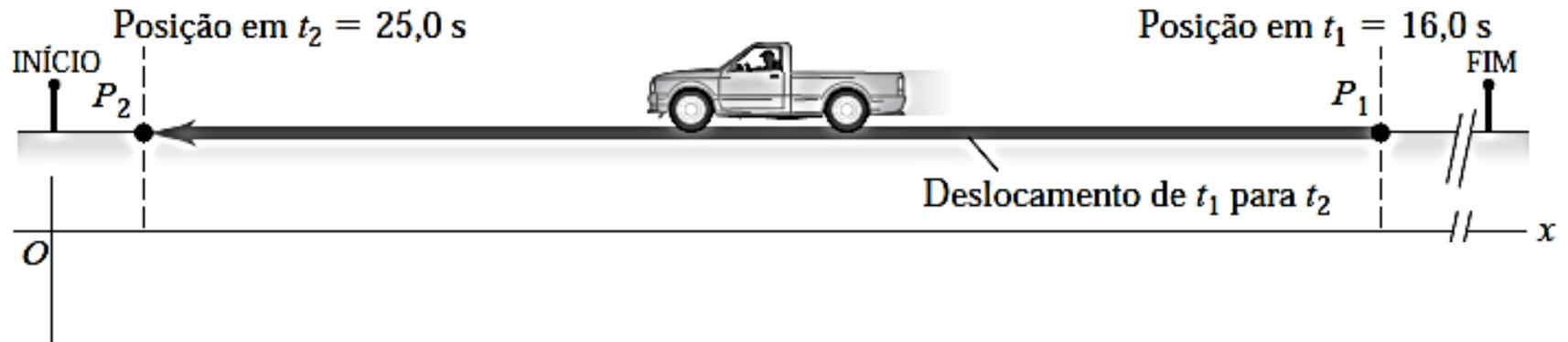
# Exemplo: caminhonete trecho retilíneo



**Figura 2.2** Posições de uma caminhonete em dois instantes durante seu movimento. Os pontos  $P1$  e  $P2$  referem-se agora ao deslocamento da caminhonete, de modo que eles são diferentes dos pontos da Figura 2.1.

**Fonte:** Sears e Zemansky

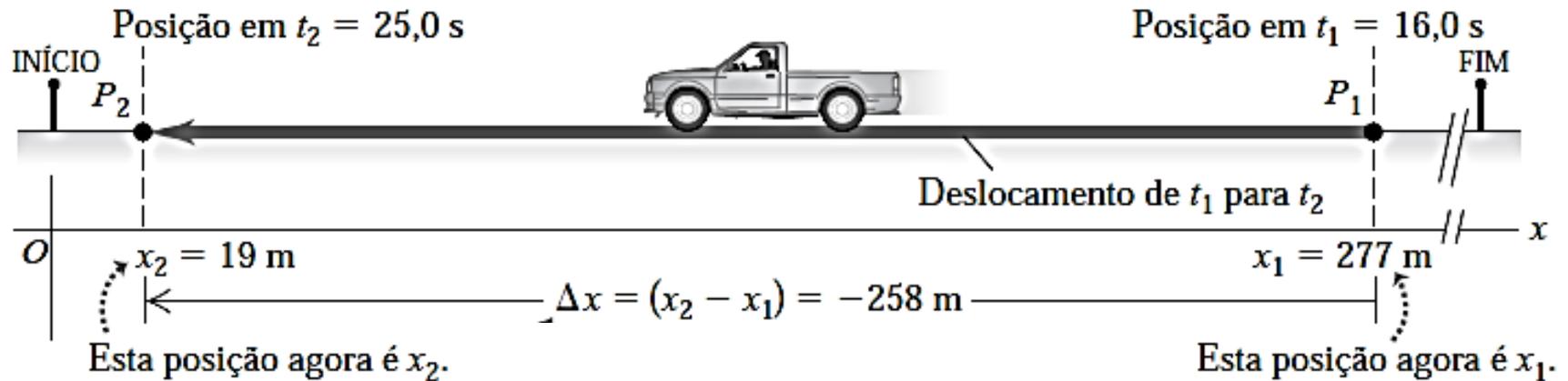
# Exemplo: caminhonete trecho retilíneo



**Figura 2.2** Posições de uma caminhonete em dois instantes durante seu movimento. Os pontos  $P_1$  e  $P_2$  referem-se agora ao deslocamento da caminhonete, de modo que eles são diferentes dos pontos da Figura 2.1.

**Fonte:** Sears e Zemansky

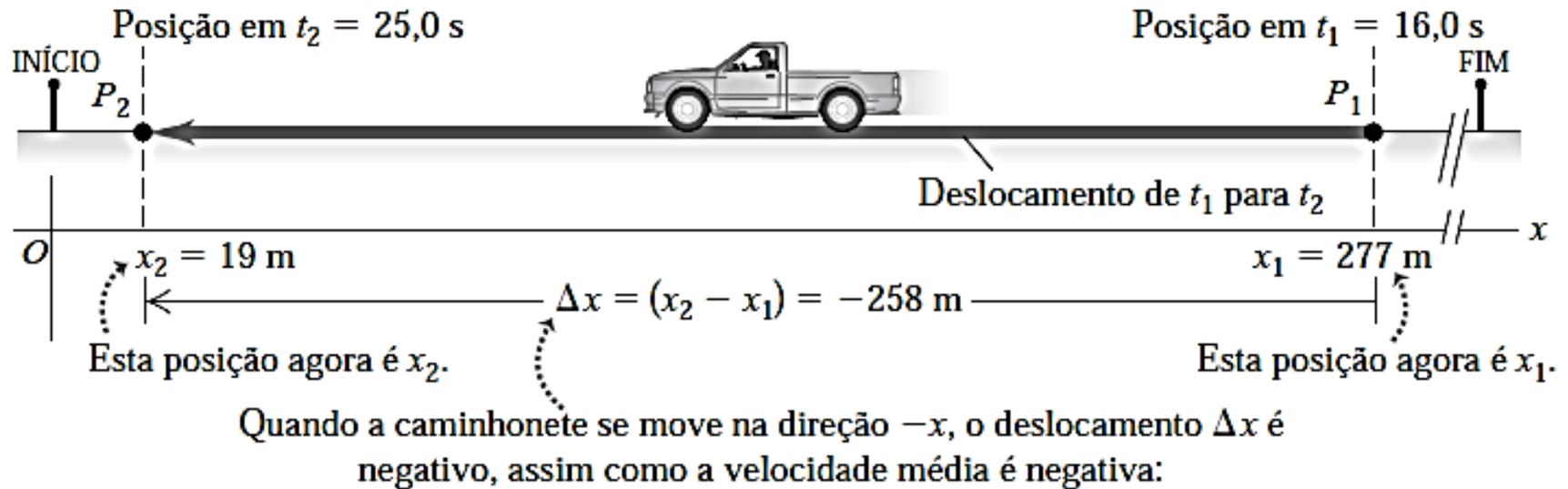
# Exemplo: caminhonete trecho retilíneo



**Figura 2.2** Posições de uma caminhonete em dois instantes durante seu movimento. Os pontos  $P_1$  e  $P_2$  referem-se agora ao deslocamento da caminhonete, de modo que eles são diferentes dos pontos da Figura 2.1.

**Fonte:** Sears e Zemansky

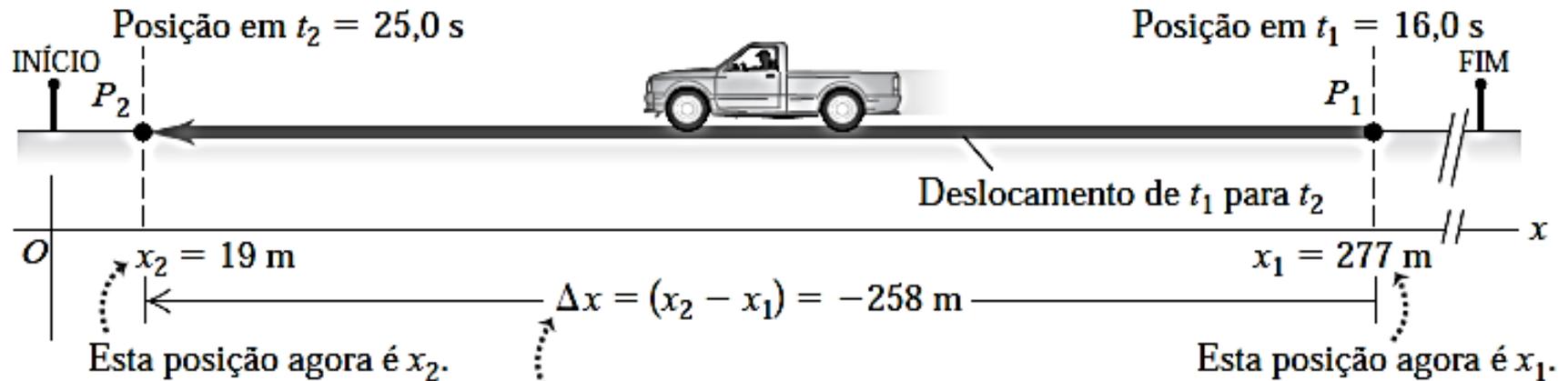
# Exemplo: caminhonete trecho retilíneo



**Figura 2.2** Posições de uma caminhonete em dois instantes durante seu movimento. Os pontos  $P_1$  e  $P_2$  referem-se agora ao deslocamento da caminhonete, de modo que eles são diferentes dos pontos da Figura 2.1.

**Fonte:** Sears e Zemansky

# Exemplo: caminhonete trecho retilíneo



Quando a caminhonete se move na direção  $-x$ , o deslocamento  $\Delta x$  é negativo, assim como a velocidade média é negativa:

$$v_{\text{mx}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-258 \text{ m}}{9,0 \text{ s}} = -29 \text{ m/s}$$

**Figura 2.2** Posições de uma caminhonete em dois instantes durante seu movimento. Os pontos  $P_1$  e  $P_2$  referem-se agora ao deslocamento da caminhonete, de modo que eles são diferentes dos pontos da Figura 2.1.

**Fonte:** Sears e Zemansky

# Movimento retilíneo

- Deve-se escolher o sentido do eixo ao resolver os problemas.
- Uma vez feita essa escolha, é *necessário* considerar esse sentido ao interpretar os sinais de  $v_{mx}$  e de outras grandezas que descrevem o movimento!

# Gráfico da posição em função do tempo

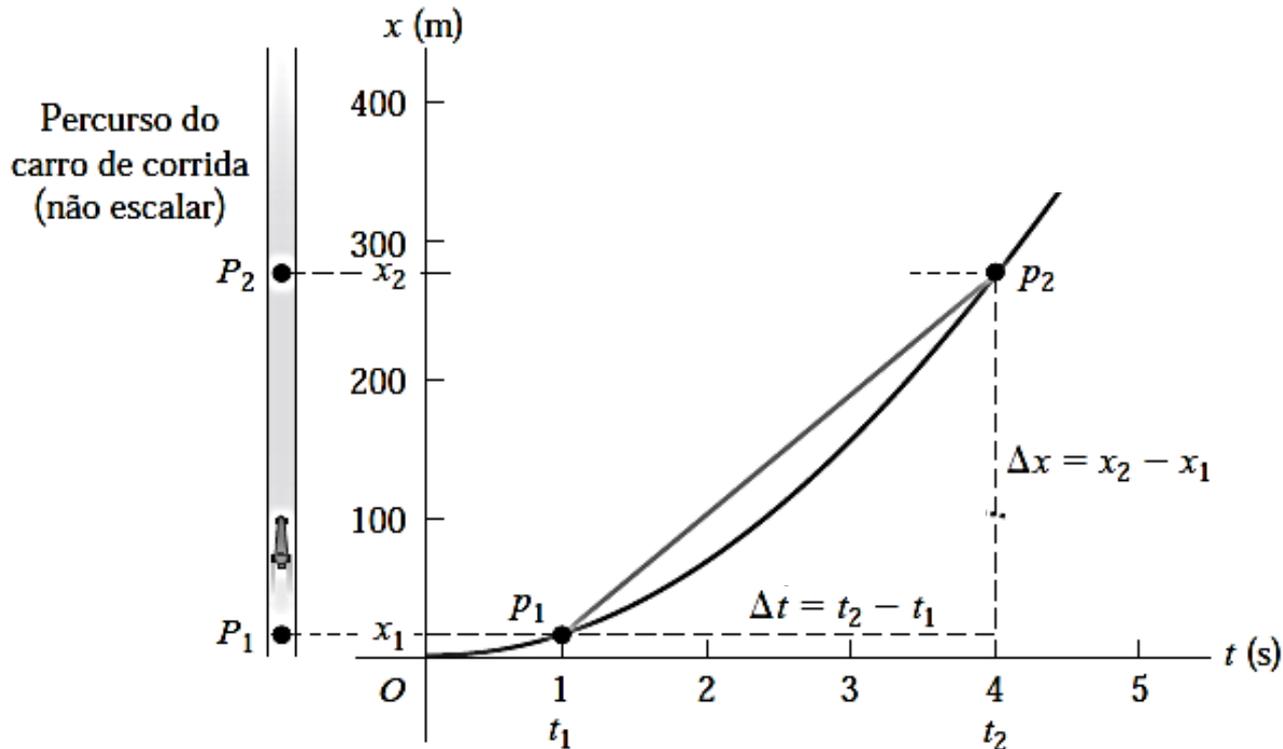


Figura 2.3 Posição de um carro de corrida em função do tempo.

Fonte: Sears e Zemansky

# Gráfico da posição em função do tempo

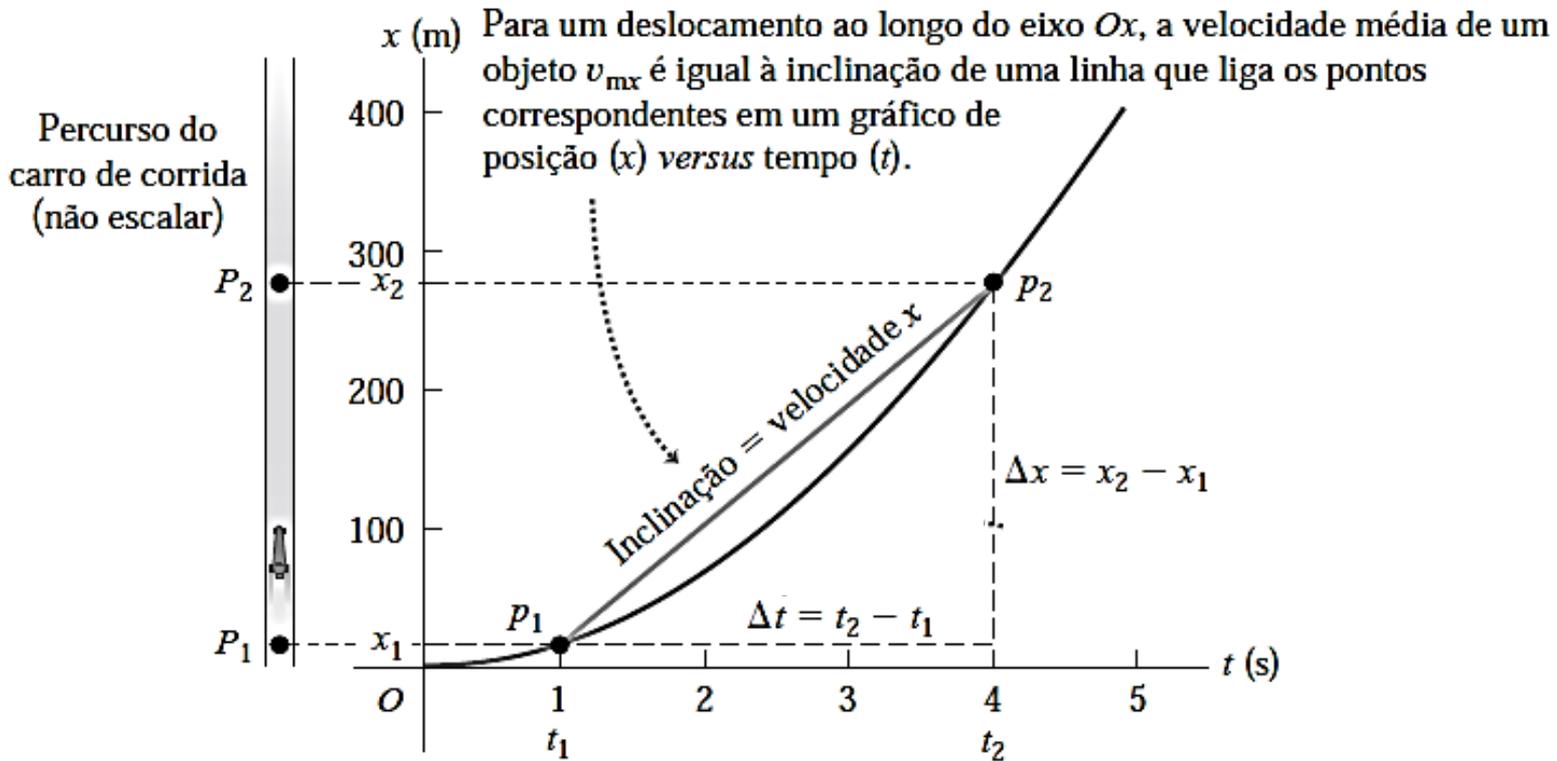


Figura 2.3 Posição de um carro de corrida em função do tempo.

Fonte: Sears e Zemansky

# Gráfico da posição em função do tempo

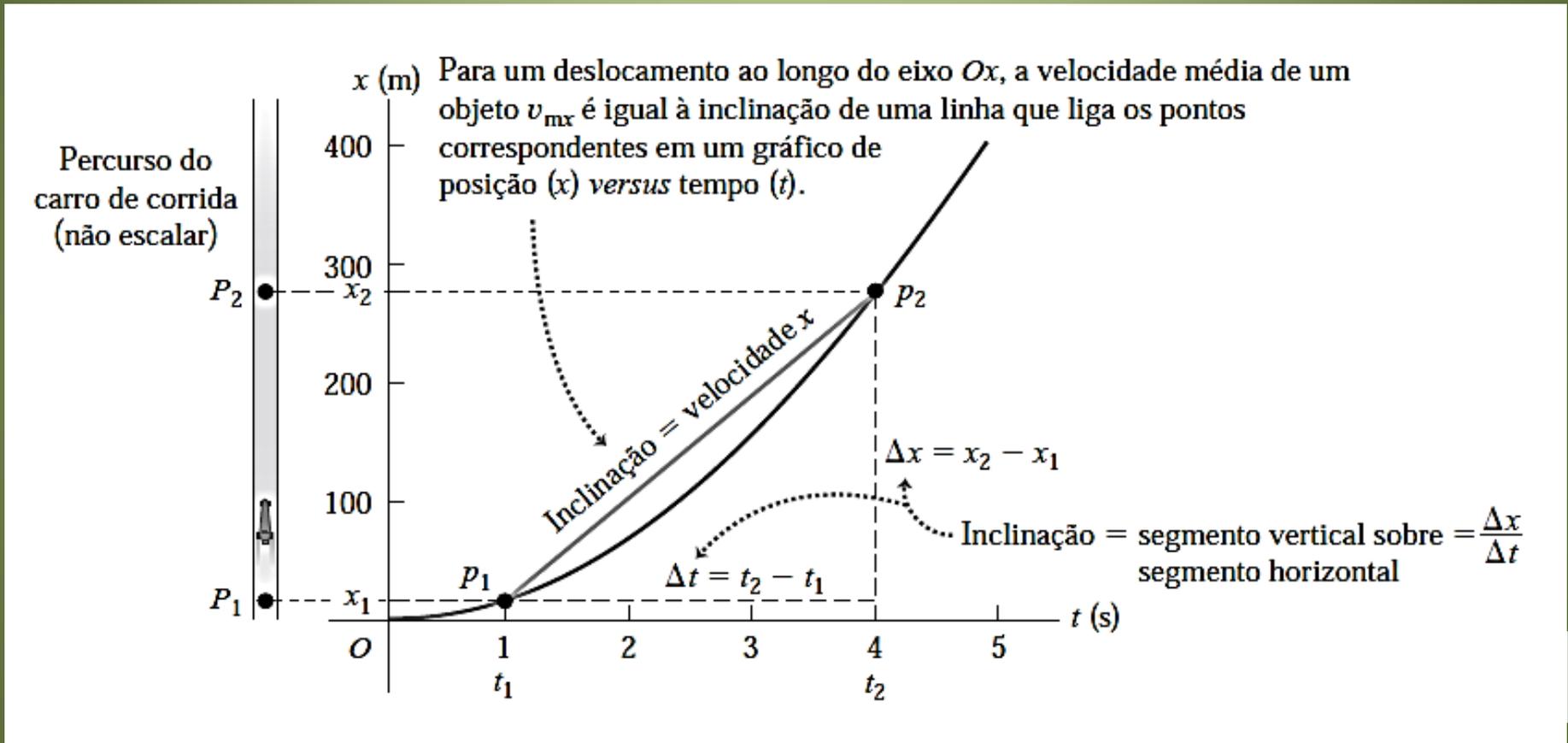


Figura 2.3 Posição de um carro de corrida em função do tempo.

Fonte: Sears e Zemansky

# Gráfico da posição em função do tempo

**Tabela 2.1** Ordens de grandeza de algumas velocidades

O rastejar de uma cobra	$10^{-3}$ m/s
Uma caminhada rápida	2 m/s
Homem mais veloz	11 m/s
Leopardo correndo	35 m/s
Carro mais veloz	341 m/s
Movimento aleatório de moléculas do ar	500 m/s
Avião mais veloz	1000 m/s
Satélite de comunicação em órbita	3000 m/s
Elétron na órbita de um átomo de hidrogênio	$2 \times 10^6$ m/s
A luz deslocando-se no vácuo	$3 \times 10^8$ m/s

**Fonte:** Sears e Zemansky

# Gráfico da posição em função do tempo

**Tabela 2.1** Ordens de grandeza de algumas velocidades

O rastejar de uma cobra	$10^{-3}$ m/s
Uma caminhada rápida	2 m/s
Homem mais veloz	11 m/s
Leopardo correndo	35 m/s
Carro mais veloz	341 m/s
Movimento aleatório de moléculas do ar	500 m/s
Avião mais veloz	1000 m/s
Satélite de comunicação em órbita	3000 m/s
Elétron na órbita de um átomo de hidrogênio	$2 \times 10^6$ m/s
A luz deslocando-se no vácuo	$3 \times 10^8$ m/s

Fonte: Sears e Zemansky

# Velocidade instantânea

- A **velocidade média** de uma partícula durante um intervalo de tempo não pode nos informar nem o módulo, nem o sentido do movimento em cada instante do intervalo de tempo.

# Velocidade instantânea

- A **velocidade média** de uma partícula durante um intervalo de tempo não pode nos informar nem o módulo, nem o sentido do movimento em cada instante do intervalo de tempo.
- Há necessidade em se definir a **velocidade instantânea** em um instante ou em um ponto específico ao longo da trajetória.

# Qual é a duração de um instante?

- Em física, um instante não possui nenhuma duração.
- Ele se refere a um único valor definido para o tempo.

# Cálculo da velocidade instantânea

No exemplo do carro em movimento retilíneo

➤ Fazemos o ponto  $P_1$  se aproximar do ponto  $P_2$ .

# Cálculo da velocidade instantânea

No exemplo do carro em movimento retilíneo

- Fazemos o ponto  $P_1$  se aproximar do ponto  $P_2$ .
- Calculamos a velocidade média nos deslocamentos e nos intervalos de tempo cada vez menores.

# Cálculo da velocidade instantânea

No exemplo do carro em movimento retilíneo

- Fazemos o ponto  $P_1$  se aproximar do ponto  $P_2$ .
- Calculamos a velocidade média nos deslocamentos e nos intervalos de tempo cada vez menores.
- Tanto  $\Delta x$  quanto  $\Delta t$  tornam-se muito pequenos, mas a razão entre eles não necessariamente será pequena.

# Cálculo da velocidade instantânea

No exemplo do carro em movimento retilíneo

- Fazemos o ponto  $P_1$  se aproximar do ponto  $P_2$ .
- Calculamos a velocidade média nos deslocamentos e nos intervalos de tempo cada vez menores.
- Tanto  $\Delta x$  quanto  $\Delta t$  tornam-se muito pequenos, mas a razão entre eles não necessariamente será pequena.

***A velocidade instantânea é o limite da velocidade média quando o intervalo de tempo tende a zero; ela é igual à taxa de variação da posição com o tempo.***

# Cálculo da velocidade instantânea

$$v_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

(velocidade instantânea, movimento retilíneo).

*A velocidade instantânea, assim como a velocidade média, é uma grandeza vetorial.*

# Velocidades

- Os termos ‘vetor velocidade’, ‘velocidade’ e ‘velocidade escalar’ são usados quase como sinônimos na linguagem cotidiana, mas na física estes termos possuem definições completamente diferentes.

# Velocidades

- Os termos ‘vetor velocidade’, ‘velocidade’ e ‘velocidade escalar’ são usados quase como sinônimos na linguagem cotidiana, mas na física estes termos possuem definições completamente diferentes.
- **Velocidade escalar ( $v$ ):** distância percorrida dividida pelo tempo.

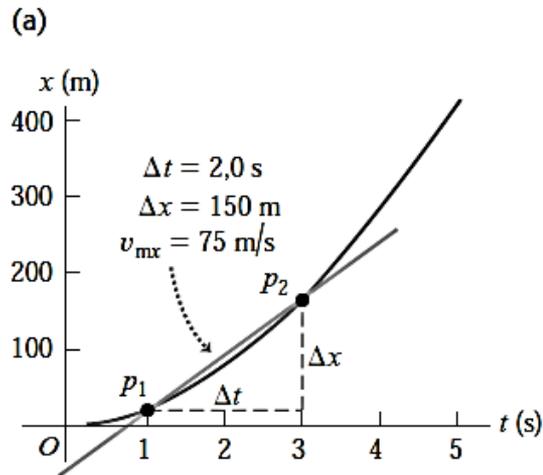
# Velocidades

- Os termos ‘vetor velocidade’, ‘velocidade’ e ‘velocidade escalar’ são usados quase como sinônimos na linguagem cotidiana, mas na física estes termos possuem definições completamente diferentes.
- **Velocidade escalar ( $v$ ):** distância percorrida dividida pelo tempo.
- **Velocidade média ( $v_{xm}$ ):** deslocamento dividido pelo intervalo de tempo.

# Velocidades

- Os termos ‘vetor velocidade’, ‘velocidade’ e ‘velocidade escalar’ são usados quase como sinônimos na linguagem cotidiana, mas na física estes termos possuem definições completamente diferentes.
- **Velocidade escalar ( $v$ ):** distância percorrida dividida pelo tempo.
- **Velocidade média ( $v_{xm}$ ):** deslocamento dividido pelo intervalo de tempo.
- **Velocidade instantânea ( $v_x$ ):** velocidade média quando intervalo de tempo tende a zero.

# Cálculo da velocidade usando gráfico

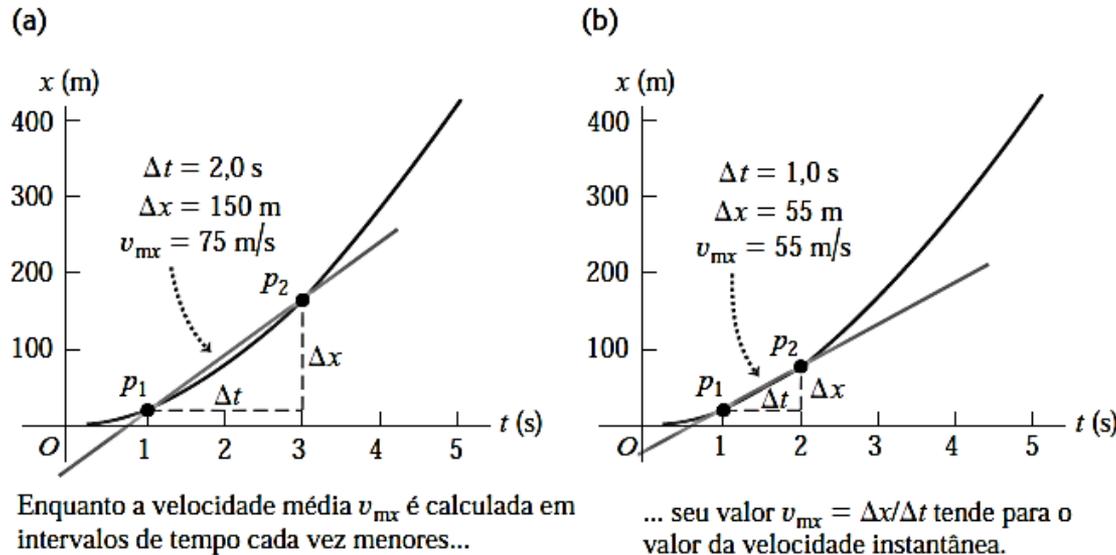


Enquanto a velocidade média  $v_{mx}$  é calculada em intervalos de tempo cada vez menores...

**Figura 2.7 (a) e (b), velocidade média;** (c) velocidade instantânea: achamos a inclinação da tangente para a curva  $xt$ , dividindo qualquer intervalo vertical (em unidades de distância) ao longo da tangente pelo intervalo horizontal correspondente (em unidades de tempo).

**Fonte:** Sears e Zemansky

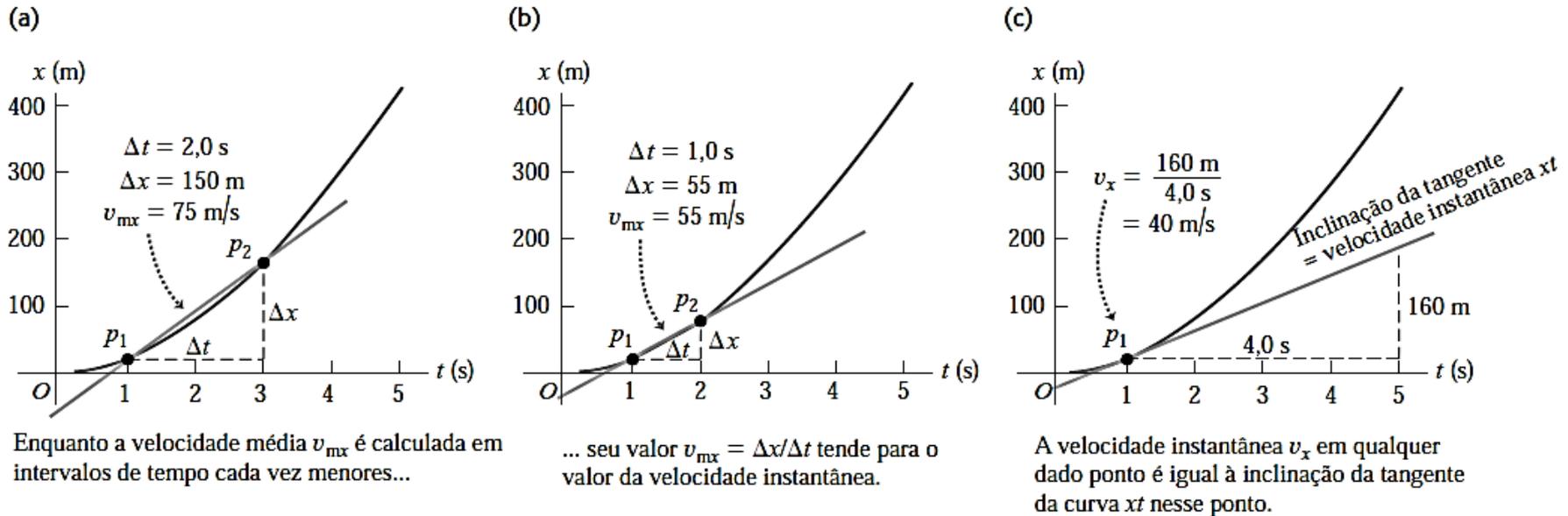
# Cálculo da velocidade usando gráfico



**Figura 2.7 (a) e (b), velocidade média;** (c) velocidade instantânea: achamos a inclinação da tangente para a curva  $xt$ , dividindo qualquer intervalo vertical (em unidades de distância) ao longo da tangente pelo intervalo horizontal correspondente (em unidades de tempo).

**Fonte:** Sears e Zemansky

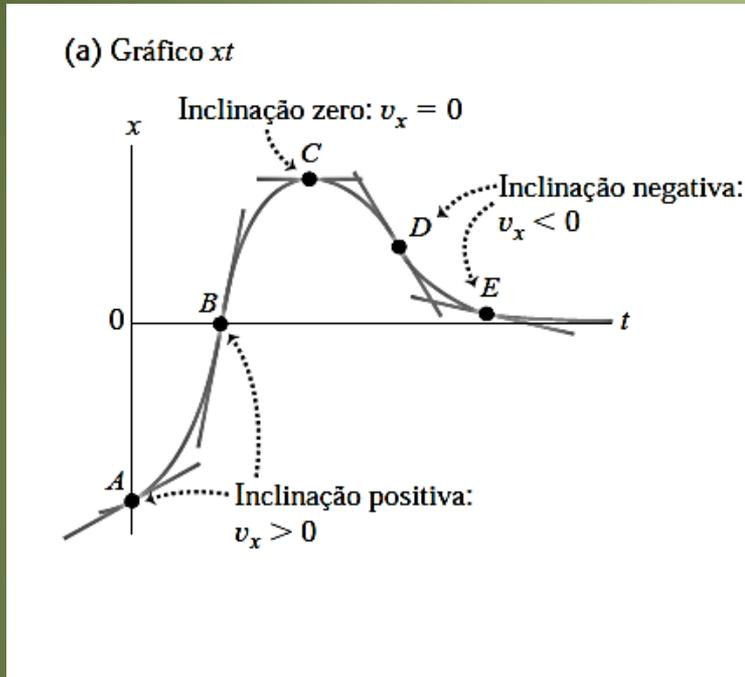
# Cálculo da velocidade usando gráfico



**Figura 2.7** (a) e (b), velocidade média; (c) **velocidade instantânea**: achamos a inclinação da tangente para a curva  $xt$ , dividindo qualquer intervalo vertical (em unidades de distância) ao longo da tangente pelo intervalo horizontal correspondente (em unidades de tempo).

**Fonte:** Sears e Zemansky

# Cálculo da velocidade usando gráfico

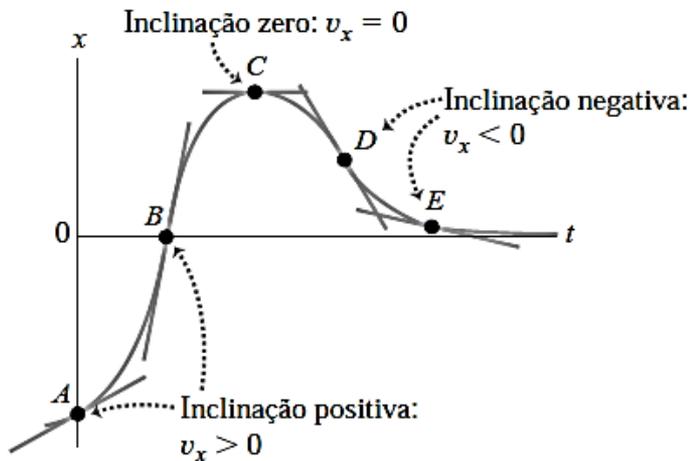


**Figura 2.8 (a)** Gráfico  $xt$  do movimento de uma certa partícula. A inclinação da tangente da curva em qualquer ponto fornece a velocidade nesse ponto.

**Fonte:** Sears e Zemansky

# Cálculo da velocidade usando gráfico

(a) Gráfico  $xt$



(b) Movimento da partícula

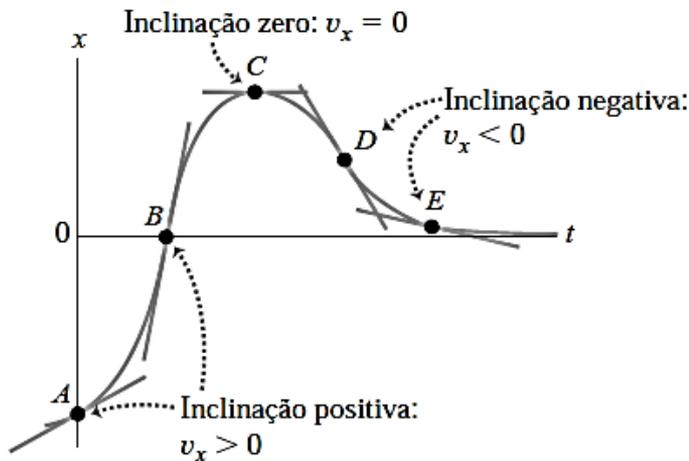
**Figura 2.8** (a) Gráfico  $xt$  do movimento de uma certa partícula. A inclinação da tangente da curva em qualquer ponto fornece a velocidade nesse ponto.

(b) Diagrama do movimento mostrando a posição e a velocidade da partícula em cada um dos cinco instantes indicados no gráfico  $xt$ .

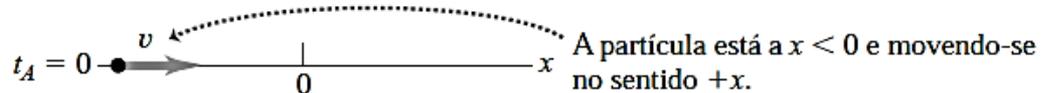
**Fonte:** Sears e Zemansky

# Cálculo da velocidade usando gráfico

(a) Gráfico  $xt$



(b) Movimento da partícula



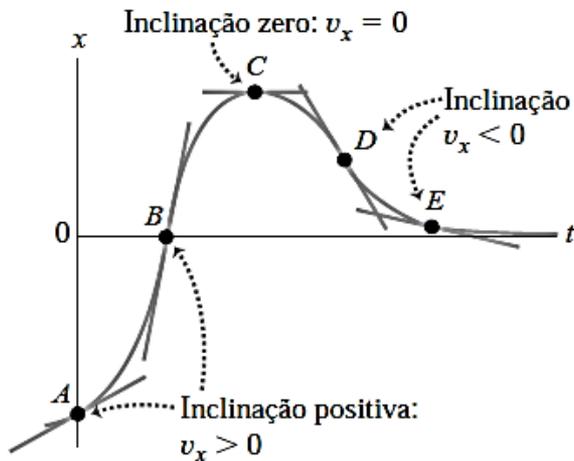
**Figura 2.8** (a) Gráfico  $xt$  do movimento de uma certa partícula. A inclinação da tangente da curva em qualquer ponto fornece a velocidade nesse ponto.

(b) Diagrama do movimento mostrando a posição e a velocidade da partícula em cada um dos cinco instantes indicados no gráfico  $xt$ .

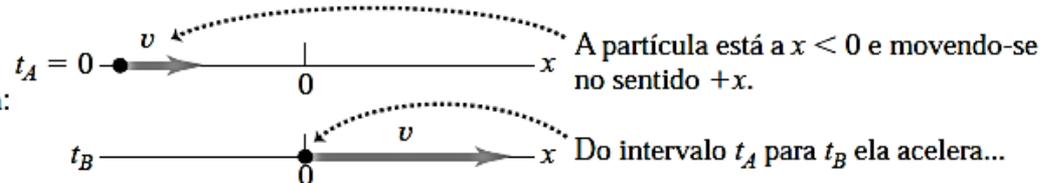
**Fonte:** Sears e Zemansky

# Cálculo da velocidade usando gráfico

(a) Gráfico  $xt$



(b) Movimento da partícula



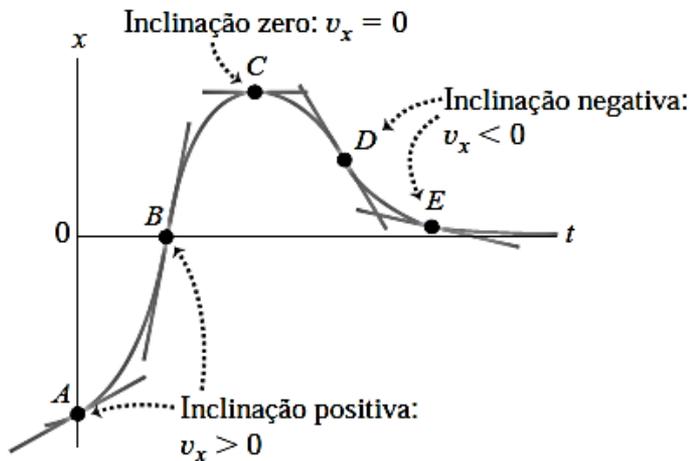
**Figura 2.8** (a) Gráfico  $xt$  do movimento de uma certa partícula. A inclinação da tangente da curva em qualquer ponto fornece a velocidade nesse ponto.

(b) Diagrama do movimento mostrando a posição e a velocidade da partícula em cada um dos cinco instantes indicados no gráfico  $xt$ .

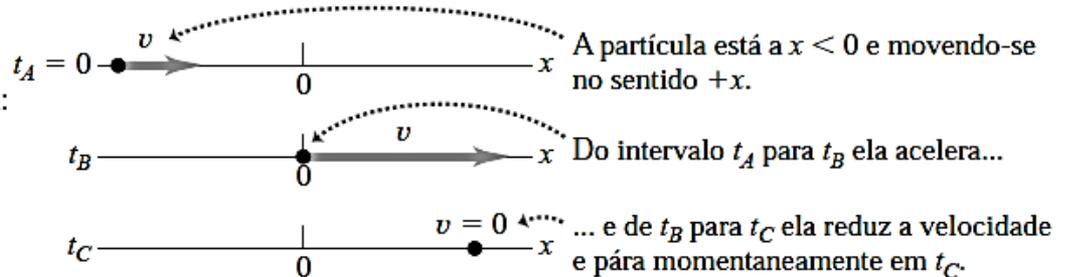
**Fonte:** Sears e Zemansky

# Cálculo da velocidade usando gráfico

(a) Gráfico  $xt$



(b) Movimento da partícula



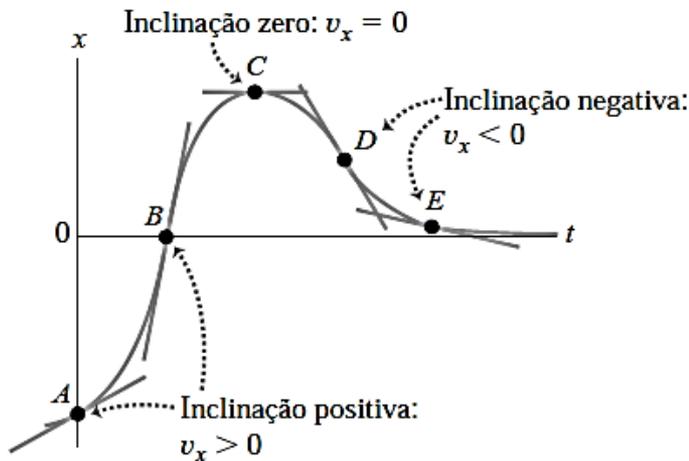
**Figura 2.8** (a) Gráfico  $xt$  do movimento de uma certa partícula. A inclinação da tangente da curva em qualquer ponto fornece a velocidade nesse ponto.

(b) Diagrama do movimento mostrando a posição e a velocidade da partícula em cada um dos cinco instantes indicados no gráfico  $xt$ .

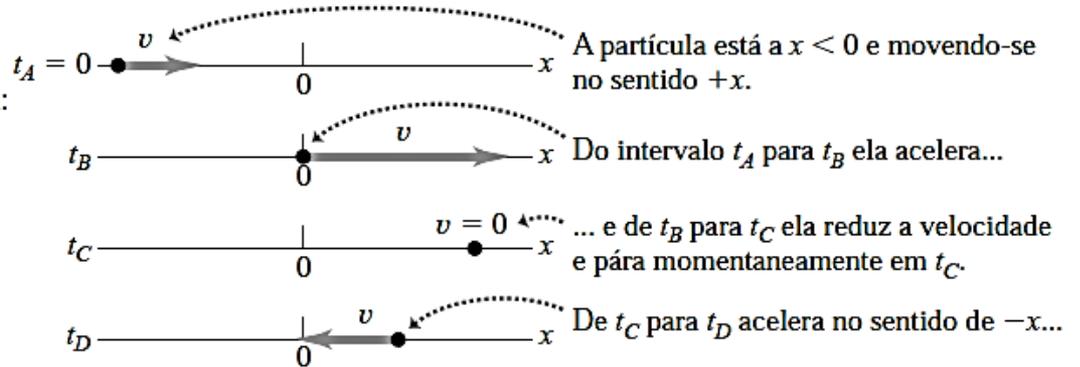
**Fonte:** Sears e Zemansky

# Cálculo da velocidade usando gráfico

(a) Gráfico  $xt$



(b) Movimento da partícula



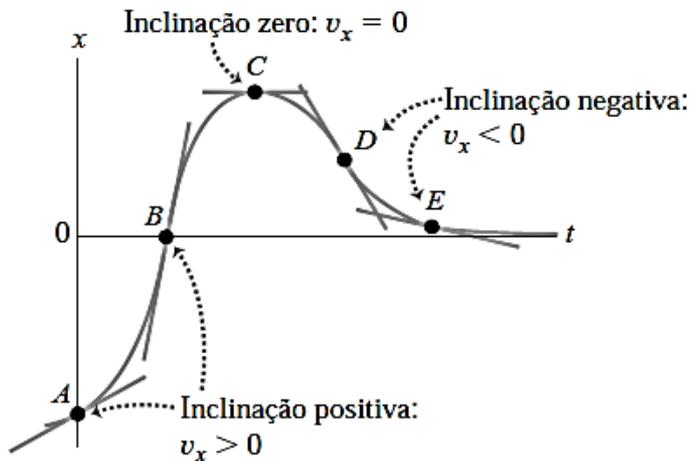
**Figura 2.8** (a) Gráfico  $xt$  do movimento de uma certa partícula. A inclinação da tangente da curva em qualquer ponto fornece a velocidade nesse ponto.

(b) Diagrama do movimento mostrando a posição e a velocidade da partícula em cada um dos cinco instantes indicados no gráfico  $xt$ .

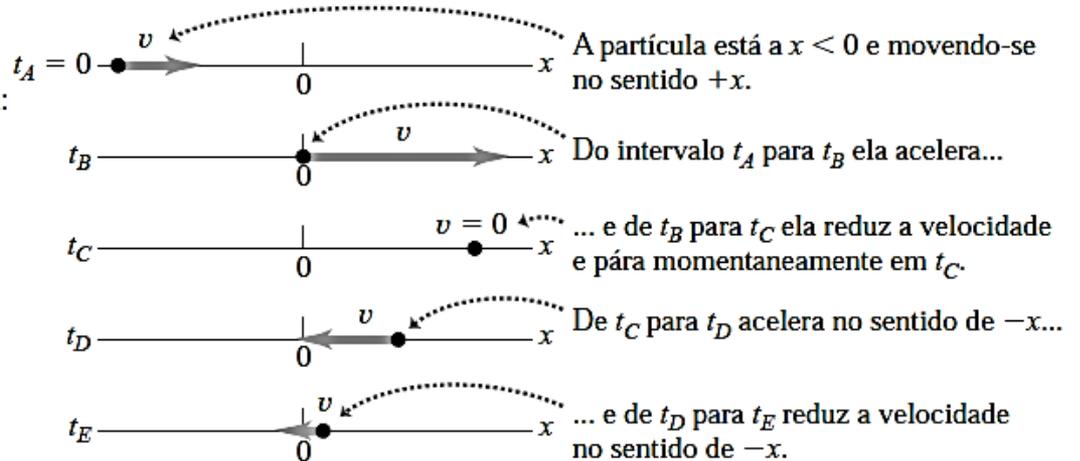
**Fonte:** Sears e Zemansky

# Cálculo da velocidade usando gráfico

(a) Gráfico  $xt$



(b) Movimento da partícula



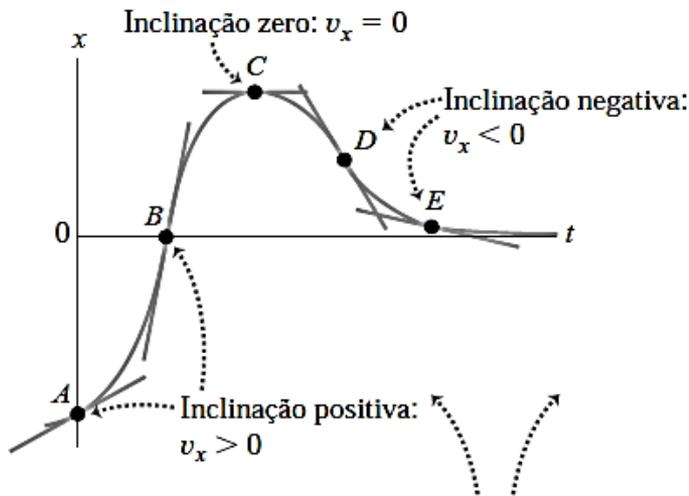
**Figura 2.8** (a) Gráfico  $xt$  do movimento de uma certa partícula. A inclinação da tangente da curva em qualquer ponto fornece a velocidade nesse ponto.

(b) Diagrama do movimento mostrando a posição e a velocidade da partícula em cada um dos cinco instantes indicados no gráfico  $xt$ .

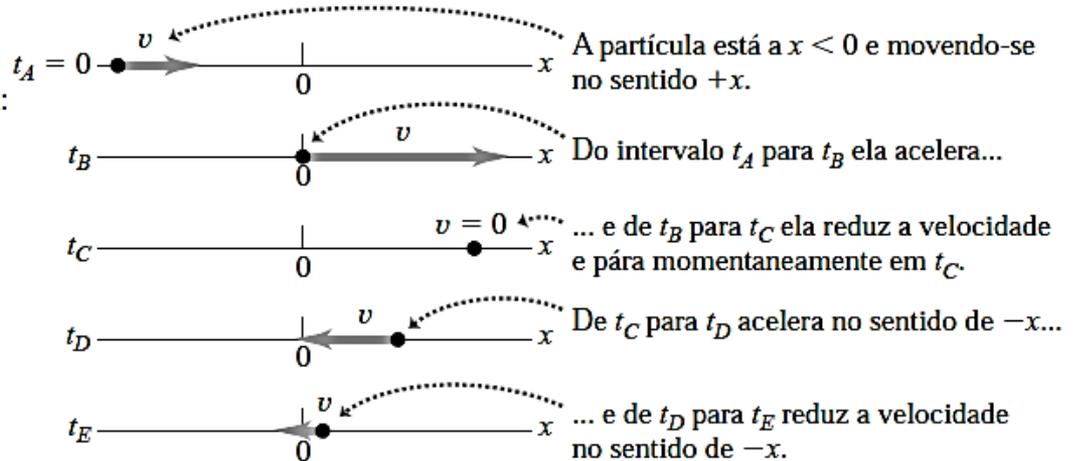
**Fonte:** Sears e Zemansky

# Cálculo da velocidade usando gráfico

(a) Gráfico  $xt$



(b) Movimento da partícula



Quanto maior a inclinação (positiva ou negativa) do gráfico  $xt$  de um objeto, maior a velocidade desse objeto no sentido positivo ou negativo de  $x$ .

**Figura 2.8** (a) Gráfico  $xt$  do movimento de uma certa partícula. A inclinação da tangente da curva em qualquer ponto fornece a velocidade nesse ponto. (b) Diagrama do movimento mostrando a posição e a velocidade da partícula em cada um dos cinco instantes indicados no gráfico  $xt$ .

**Fonte:** Sears e Zemansky

# Tarefas para depois desta aula:

- Reler o capítulo 2 do livro texto.
- Resolver os exemplos.
- Realizar a lista de exercícios.

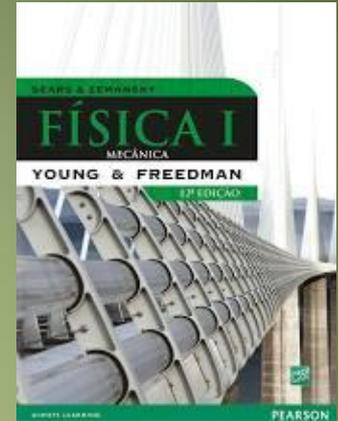
# Próxima aula teórica:

- Aceleração instantânea e aceleração média.

# Referências

1. H.D. YOUNG, R.A. FREEDMAN, Sears e Zemansky, Física I – Mecânica, Addison Wesley Ed, São Paulo, 12a Edição, 2008. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/270>



2. M. ALONSO e, E.J. FINN, Física: Um Curso Universitário. v.1, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1999. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/158847>



# Contatos



[profhenriquefaria.com](http://profhenriquefaria.com)



henrique.faria@unesp.br