



#### Referencial

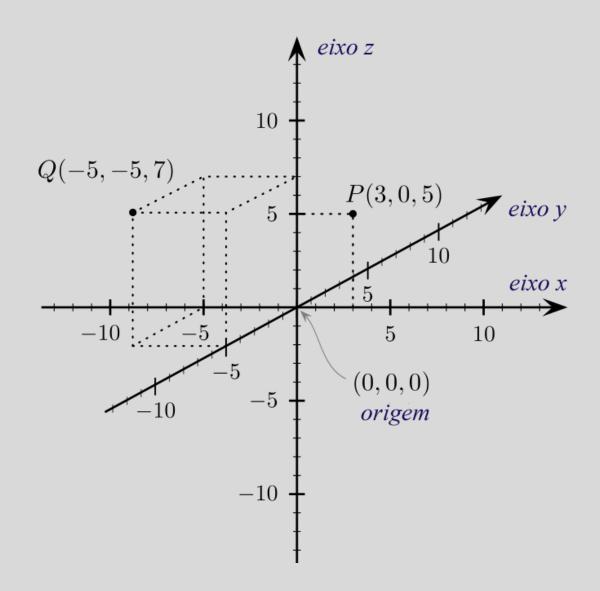
A posição de um corpo só pode ser conhecida a partir de um **referencial**.

O referencial é o sistema de coordenadas, que, para ser definido, necessita ter:

**Origem** – ponto a partir do qual se efetuam as medições;

**Escala** – necessária para medir as distâncias.

A posição de um corpo é o conjunto das coordenadas num determinado referencial.



[Imagem: pt.wikibooks.com, adaptada]

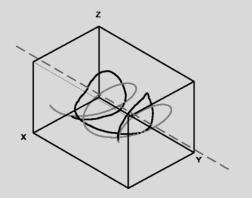
#### **Coordenadas cartesianas**

Inventadas por Descartes (1596-1650).

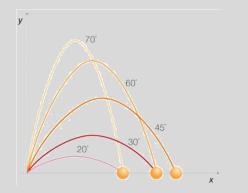
Funcionam para situações em que é desprezível a curvatura da Terra.

Usam eixos xx, yy e zz ortogonais (90° entre si) e ortonormados (mesma escala nos três eixos).

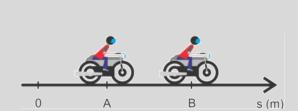
Podem ser simplificadas para apenas dois ou um eixo.



Tridimensional (3 eixos)



Bidimensional (2 eixos)



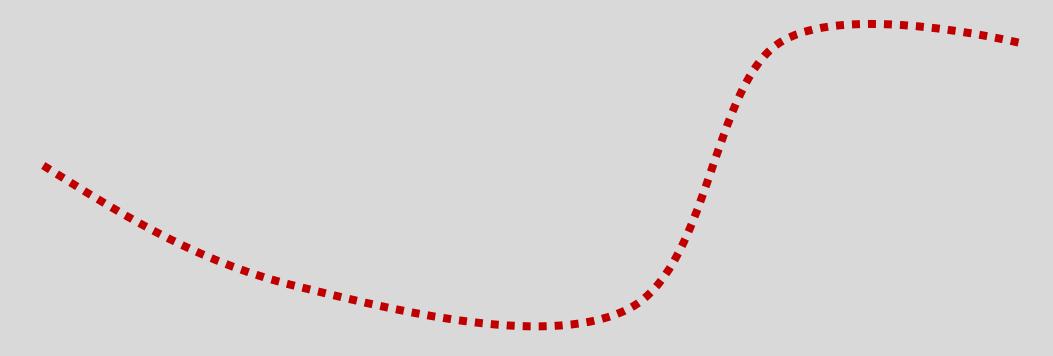
Unidimensional (1 eixo)



René Descartes (1596-1650).

## **Trajetória**

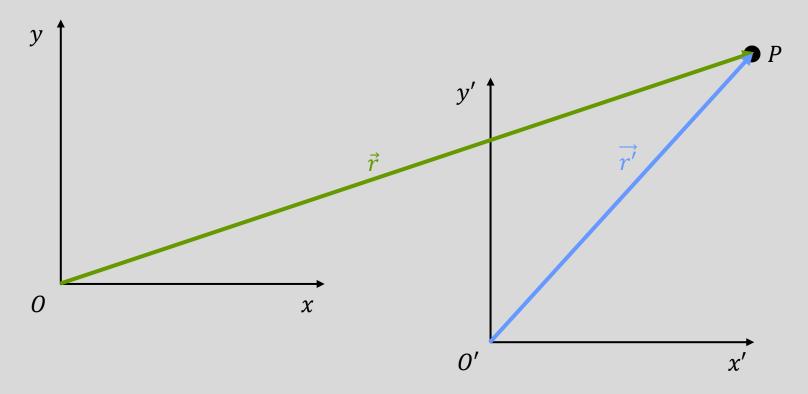
É o conjunto de **todas as posições ocupadas** por corpo, relativamente a um determinado referencial, **ao longo do tempo**.



A trajetória pode ser **retilínea** ou **curvilínea**.

A posição de um corpo num determinado instante fica definida por um **vetor posição**,  $\vec{r}$ .

Vetor: origem na origem do referencial → posição do corpo



Um corpo pode ter, no mesmo instante, posições diferentes,  $\vec{r}$  e  $\vec{r'}$ , em diferentes referenciais,  $\vec{0}$  e  $\vec{0}$ .

## Situação A

A trajetória é **retilínea** (basta um eixo);

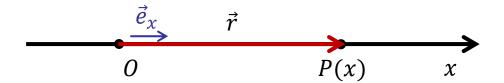
Faz-se coincidir o eixo Ox com essa trajetória;

É definido um **vetor unitário**,  $\vec{e}_x$ , para o eixo Ox;

O vetor posição,  $\vec{r}$ , que descreve a posição P(x) será:

$$\vec{r} = x \vec{e}_x$$

Exemplo:  $\vec{r} = 3 \vec{e}_x$ 



## Situação B

A trajetória é uma **curva plana** (necessários dois eixos);

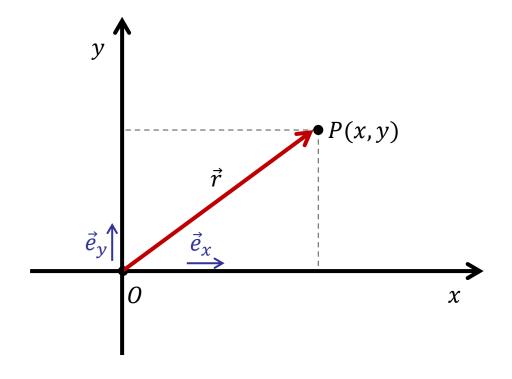
Faz-se coincidir o plano Oxy com o plano onde a partícula se move;

São definidos os **vetores unitários**  $\vec{e}_x$  e  $\vec{e}_y$ ;

O vetor posição para o ponto P(x, y) será:

$$\vec{r} = x \, \vec{e}_x + y \, \vec{e}_y$$

Exemplo:  $\vec{r} = 3 \vec{e}_x + 2 \vec{e}_y$ 



# Situação C

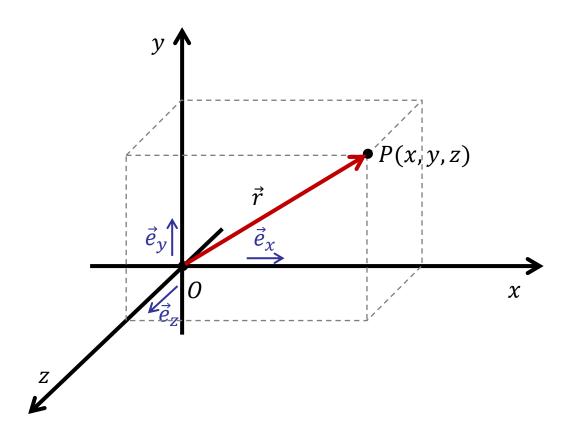
A trajetória é uma curva no espaço a três dimensões (serão necessários três eixos);

. .

O vetor posição será:

$$\vec{r} = x \, \vec{e}_x + y \, \vec{e}_y + z \, \vec{e}_z$$

Exemplo:  $\vec{r} = 2 \vec{e}_x + 4 \vec{e}_y + 5 \vec{e}_z$ 



Em cada instante, o **módulo do vetor posição**, r, ou  $|\vec{r}|$ , é calculado pela expressão:

$$r = |\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Este valor representa o **tamanho** do vetor  $\vec{r}$ .

#### Lei do movimento / Lei das posições

A posição de um determinado ponto em **movimento** vai mudando à medida que o **tempo** passa.

Nesse caso o **vetor posição** será **dependente** da variável **tempo** (t)...

...as suas componentes escalares, x, y e z, mudam ao longo do tempo.

O vetor posição passará a escrever-se, para um determinado instante t:

$$\vec{r}(t) = x(t) \vec{e}_x + y(t) \vec{e}_y + z(t) \vec{e}_z$$

#### Lei do movimento / Lei das posições

Por exemplo:  $\vec{r}(t) = (3t) \vec{e}_x + (5 - t^2) \vec{e}_y + (2t) \vec{e}_z$ 

#### Equações paramétricas do movimento

A partir da **lei do movimento**, podemos definir as **equações paramétricas** (ou equações escalares):

$$\vec{r}(t) = x(t) \, \vec{e}_x + y(t) \, \vec{e}_y + z(t) \, \vec{e}_z$$
 
$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$$

Cada uma destas equações paramétricas permite identificar o **tipo de movimento** do corpo **para cada um dos eixos** x, y e z.

Por exemplo: 
$$\vec{r}(t) = (3t) \ \vec{e}_x + (5 - t^2) \ \vec{e}_y + (2t) \ \vec{e}_z$$
 
$$x(t) = 3t$$
 
$$y(t) = 5 - t^2$$
 
$$z(t) = 2t$$

## **Equações da trajetória**

A equação da trajetória (permite ter um gráfico de y em função de x) é calculada a partir das equações paramétricas

$$x = x(t)$$

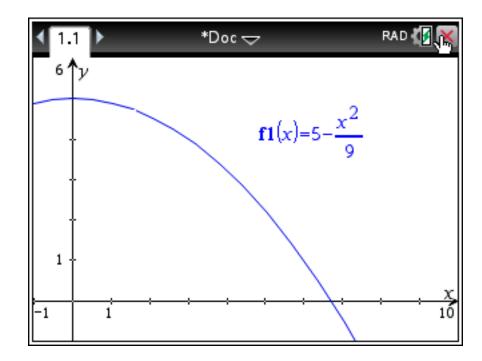
$$y = y(t)$$

removendo, por substituição, a dependência do fator tempo, t.

Por exemplo: x = 3t

$$y = 5 - \frac{x^2}{9}$$

$$y = 5 - t^2$$



#### **Bibliografia**

- G. Ventura, M. Fiolhais, C. Fiolhais, J. A. Paixão, R. Nogueira e C. Portela, "Novo 12F", Texto Editores, Lisboa, 2017.
  N. Maciel, M. C. Marques, C. Azevedo, A. Cação, A. Magalhães, A. Folhas, "Física em ação 12", Porto Editora, Porto, 2023.