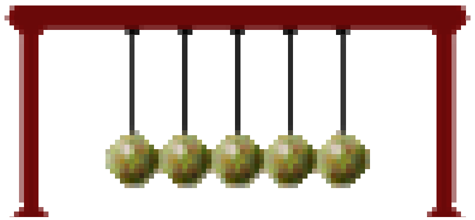
http://computacaografica.ic.uff.br/conteudocap2.html

Curso de CG 2019 / 2 – IC / UFF

Fundamentos de animação:

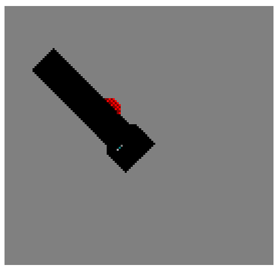
Transformações Geométricas no Plano (2D) e no Espaço (3D)

Aula 3 e 4



Definição

- **Transformações geométricas** são operações que podem ser utilizadas para **alterar** algumas características **geométricas** do **objeto** como: posição, orientação, forma ou tamanho do **objeto** a ser desenhado.



Pontos 2D e 3D

- Nos espaços **bidimensionais**, duas coordenadas caracterizam um ponto.

  – P = [21, 33]: ponto em **duas dimensões**.

  Nos espaços **tridimensionais**, três coordenadas caracterizam um ponto.

  – P = [20, 2, 10]: ponto em **três dimensões**.

Pontos , vetores e matrizes

- Uma matriz 1x2 ou 2x1 pode ser usada para descrever 1 ponto de um objeto **no plano**

- Uma matriz nx2 ou 2xn para **todos os n pontos** de um objeto no plano

- Uma matriz 1x3 ou 3x1 pode ser usada para descrever 1 ponto de um objeto **no espaço**.

- Uma matriz nx3 ou 3xn pode ser usada para descrever **n pontos de um objeto no espaço**

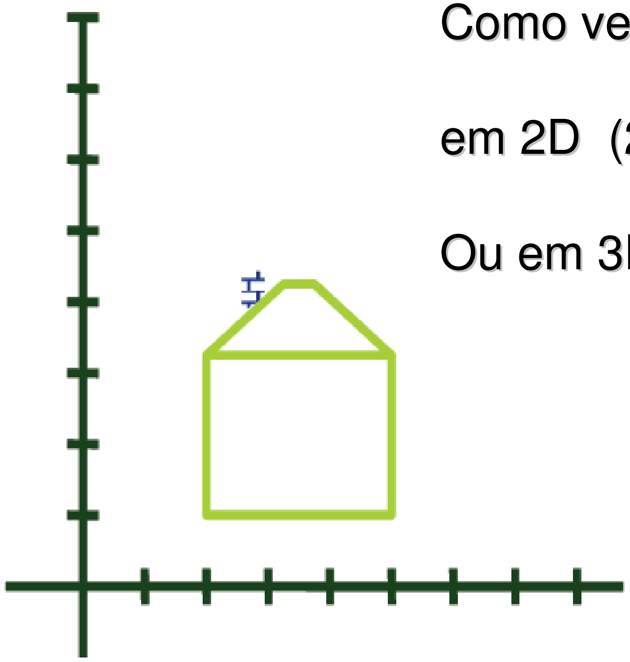
Um vetor ou um objeto

- em CG e´ definido pelo seu conjunto de pontos

Vendo os pontos
Como vetores linhas (a*rrays* 1D)

em 2D (2,1) ,(5,1), (5,3), (2,3),....

Ou em 3D (2,1,1), (5,1,1), (5,3,1), (2,3,1) ...



Operações com pontos ou vetores

Conceitos:

- soma de vetores.

  Vetores => (linha ou coluna)

$$x + y = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 + y_1 \\ x_2 + y_2 \end{pmatrix}.$$

  - Transposta (T^T i,j) = (T j,i)
    - $(AB)^T = B^T A^T$

$$(x_1, x_2) = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$$

  - multiplicação de vetores (*u* , *v* , *w*) e matrizes *T*

- Vetor coluna (n x 1): T (u)
  - Vetor linha (1 x n) : (u') T^T

Aritmética de vetores e matrizes

- **Soma e subtração:** os dois operandos devem ter a mesma dimensão
- **Multiplicação por escalar**.
- Inversa
- **Transposta** de uma matriz
  - $[2,3]^T = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$
- **Multiplicação de matrizes**
  - O número de linhas da primeira deve ser igual ao número de colunas da segunda:

n x 3 . 3 x n **3 x n . n x 3**

Matrizes (*arrays* 2D)

- Para executar uma transformação podemos usar operações algébricas (caras computacionalmente).
- O uso de matrizes é mais interessante para esse objetivo
- As matrizes podem fazer as transformações e **combiná-las** de forma mais eficiente.
- Elas também são mais eficientes na **armazenagem** das figuras que serão partes do seu trabalho ...

Transformar um objeto

- É transformar seus pontos

$$T = \begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ax+cy \\ bx+dy \end{pmatrix}$$

Transformações afins são da forma:

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} = Ax + t.$$

Transformações lineares

- São transformações aplicadas aos **pontos, objetos ou ao cenário** (universo) como um todo.
- Podem ser
  - Translação
  - Escala
  - Rotação
  - Reflexão
  - Cisalhamento

Transformações lineares simples

- Definição

1. $T(u + v) = T(u) + T(v)$
2. $T(av) = a\, T(v)$

- u , v vetores de dimensão n = 2 ou 3 .

- T matriz quadradas n x n.

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$$

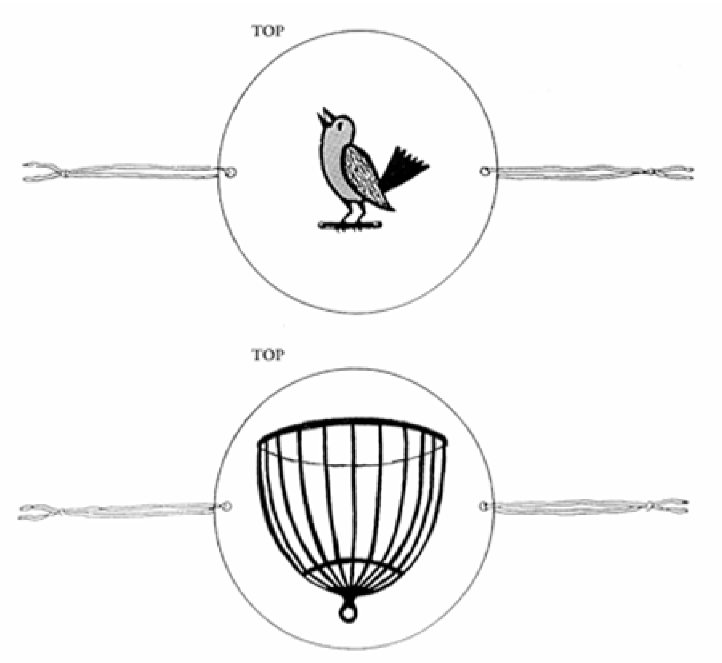
Animação

- Vem do latim *animare =* dar vida, animo, movimento.

- Seu surgimento está relacionado a característica de persistência da visão humana.

- O princípio da persistência foi demonstrado por Paul Roget Frenchman (1828) , ele foi o inventor do *thaumatrope :* um disco com desenhos diferentes em cada lado que ao ser girado criava a sensação de movimento.

<u>*thaumatrope*</u> *:*

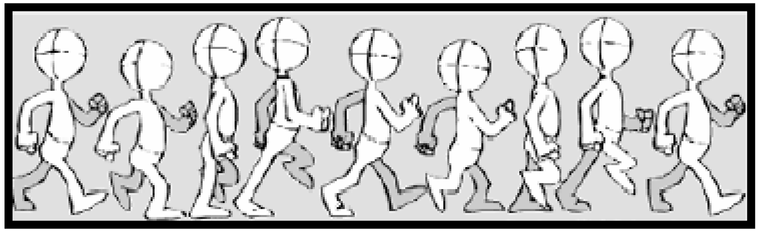


Animação Aplicações:

- Engenharia, Robótica, Medicina,
- Visualização científica,
- Entretenimento,
- Educação, Treinamento,
- Propaganda,
- Jogos (games),
- CAD (projeto auxiliado por computador)

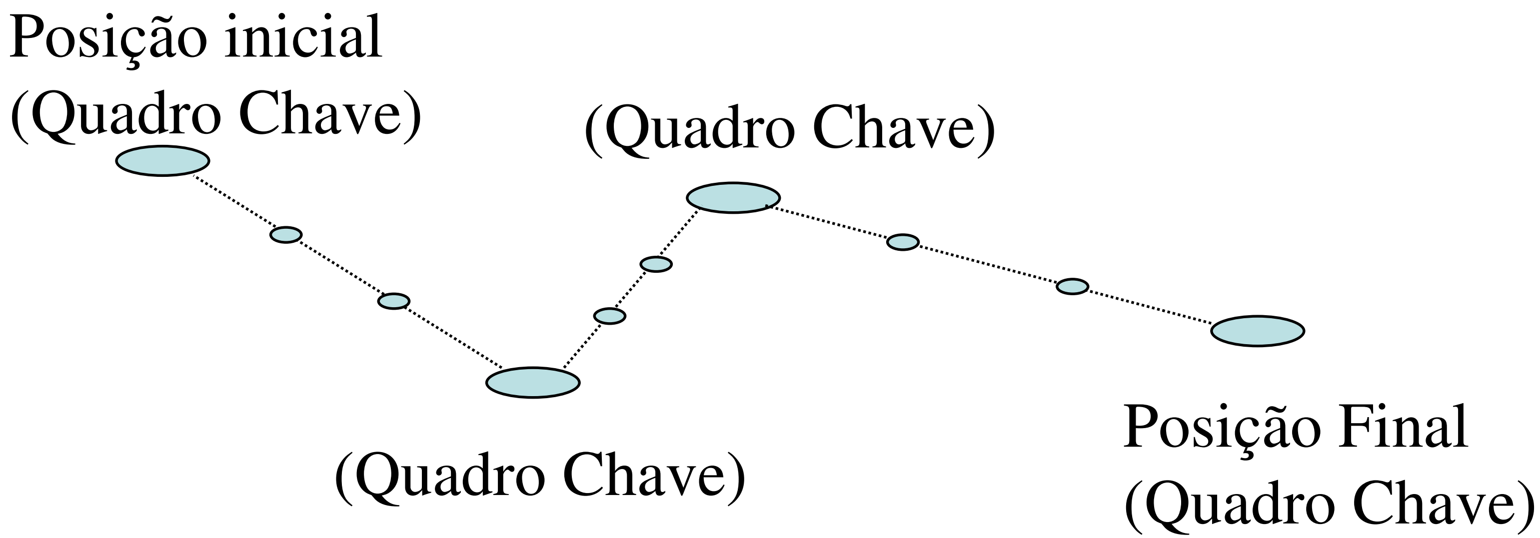
Animação por computador ou Animação digital

- Os algoritmos de interpolação criam **quadros intermediários** (***inbetweening***) , onde é possível descrever os movimentos do personagem ou objetos a partir dos quadros determinados pelo animador.



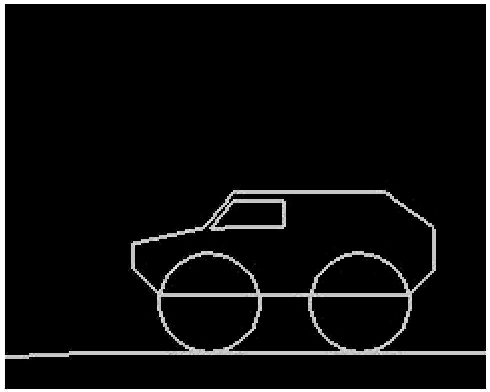
Animação por quadro chave - *Keyframe*

⇨ Processo pelo qual a animação é criada posicionando os objetos nos quadros chaves. Os quadros intermediários são gerados por interpolação.



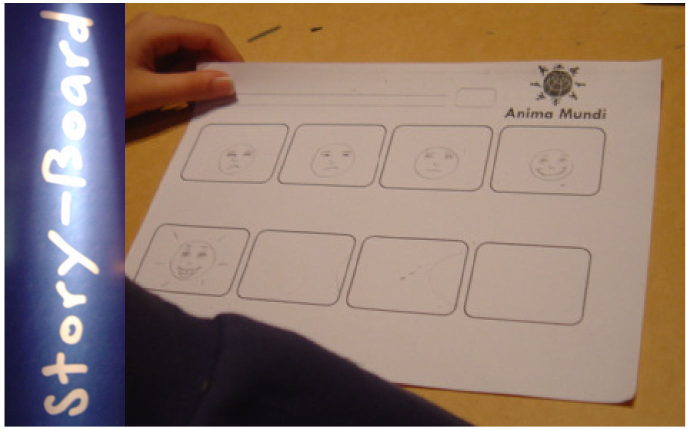
Etapas da produção:

- Planejamento (*Storyboard)*
- Desenho e armazenamento dos objetos e das cenas
- Edição (seqüências que compõem) .



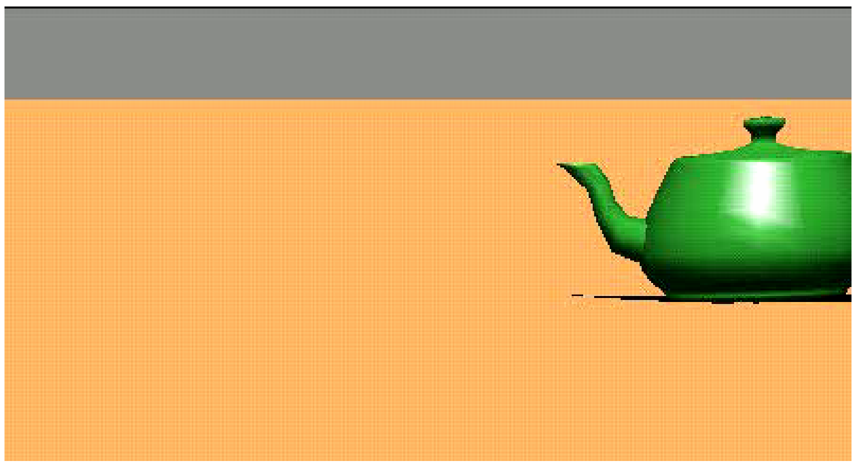
Produção de Animação

- Inventar uma história
- Criar personagens da história (e objetos e cenarios)
- Desenvolver um *Storyboard*
- Criar Quadro-Chave a partir do *Storyboard*
- Testar os movimentos.
- Criar os *inbetweening* (interpolar mais quadros entre quadros-chaves).



Etapas da animação por computador ***inbetweening***

i) Construção dos ambientes e personagens;
ii) Síntese das imagens (desenhar e renderização),
iii) Transformar por tecnicas de computação gráfica.

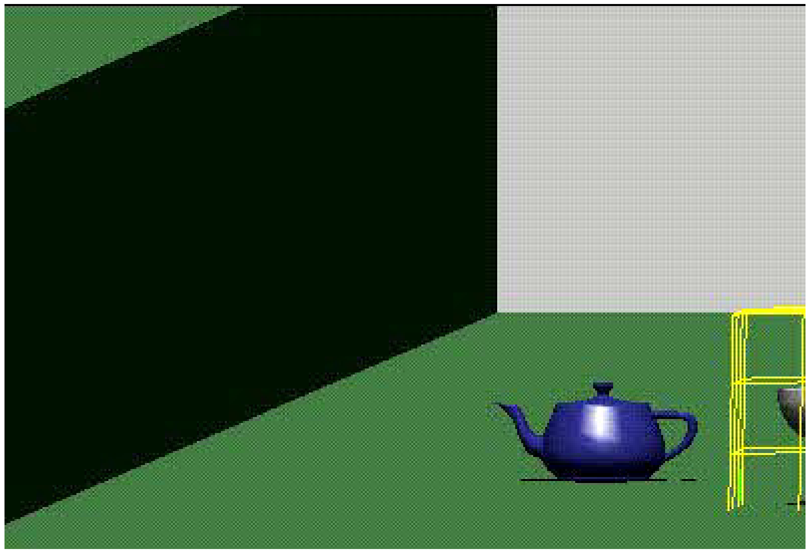


Animação com quadros intermediários (*inbetweening)*

- são necessárias pelo menos 24 quadros (*frames*).

- Os modelos/objetos são **Transformados** e depois movimentados quadro a quadro.

- Desenvolvimento de um *Storyboard*



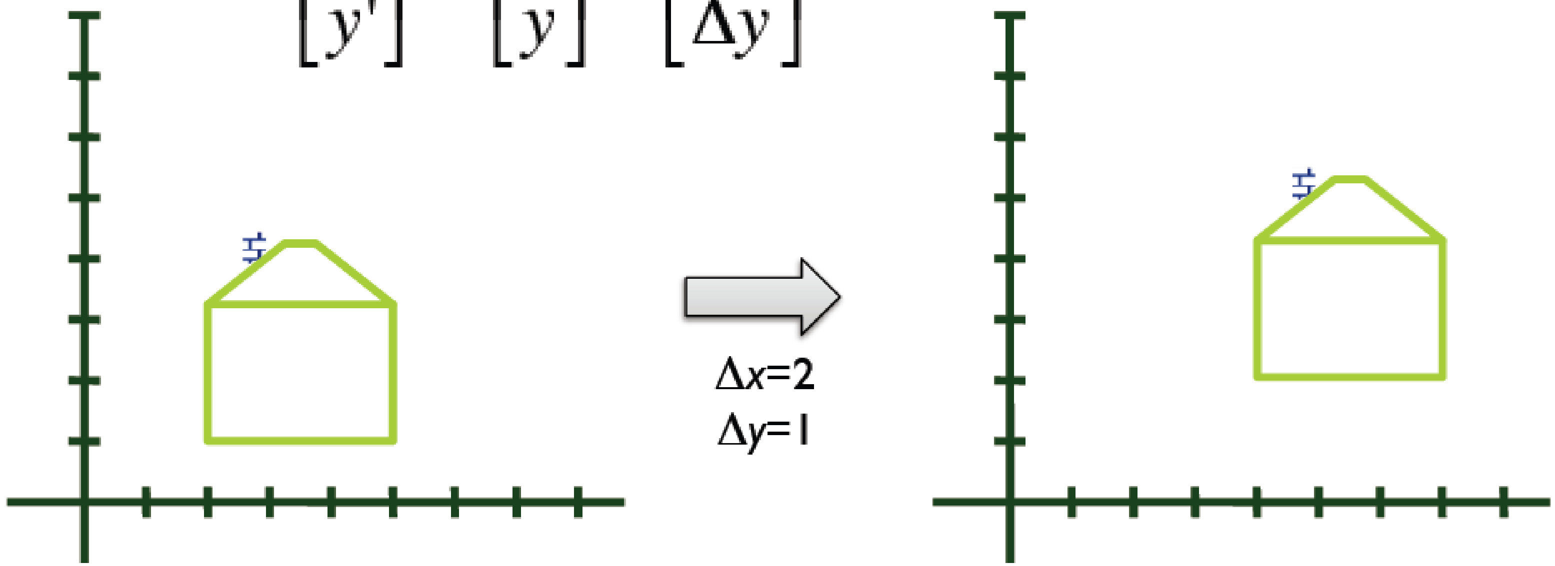
Translação

- Significa movimentar o objeto

- Todos os pontos do objeto devem ser movidos para a nova posição.
  - Um ponto P (x,y,z) é movido para a posição P' (x',y',z').
  - Para isso somamos Tx , Ty e Tz às coordenadas de cada ponto a ser transladado.
  - $x' = x + Tx$
  - $y' = y + Ty$
  - $z' = z + Tz$
  - Ou usando um **vetor T de deslocamento**.
    $P' = P + T \rightarrow [x' , y' , z'] = [x , y , z] + [Tx , Ty , Tz]$

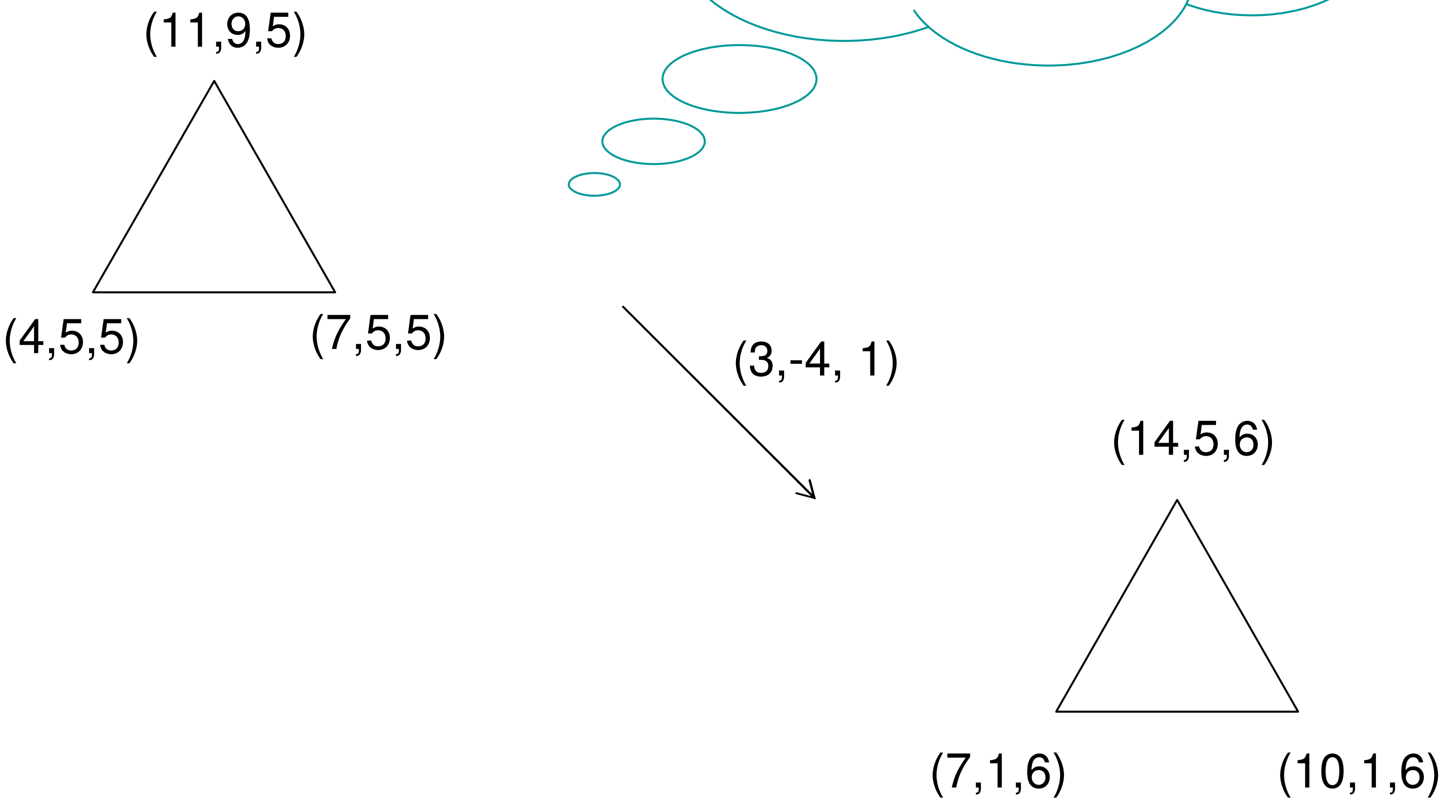
Translação dos vetores ou pontos do objeto

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix}$$

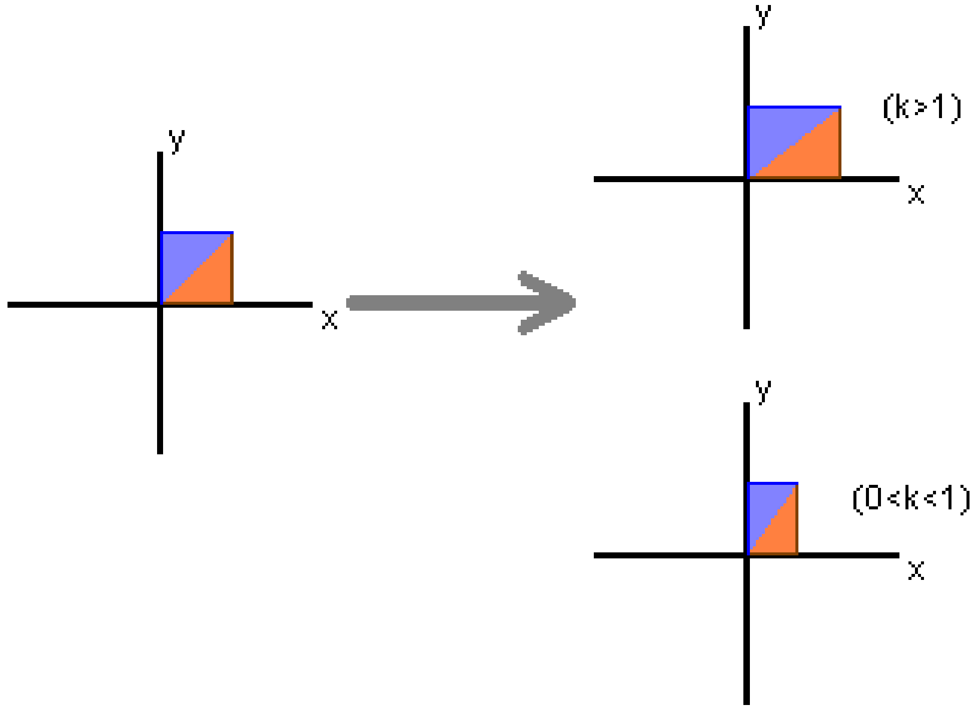


Translação

Transladar todos os pontos
ou
somente pontos chave da figura



Mudança de Escala em uma direção (horizontal)



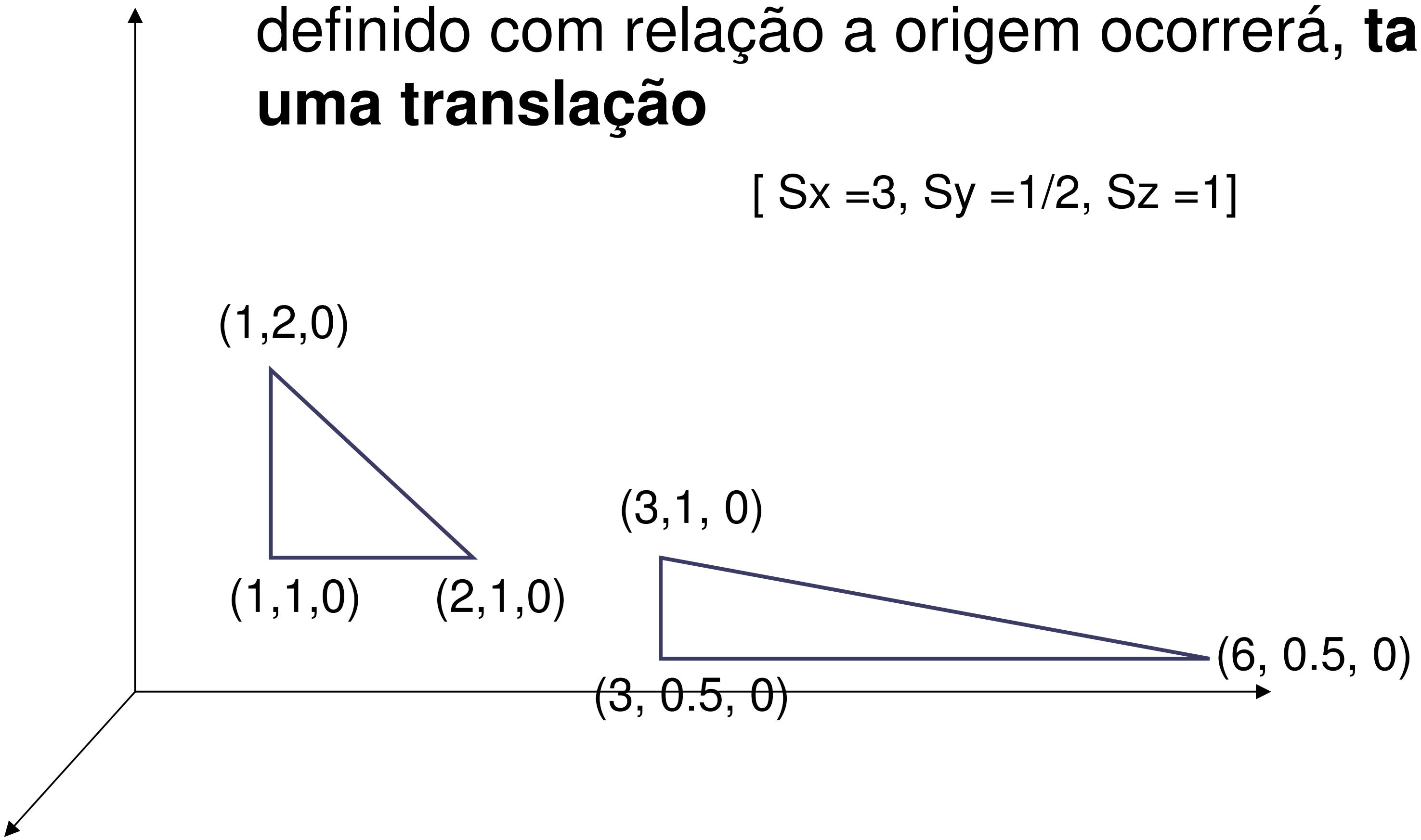
$$S_x = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Escala

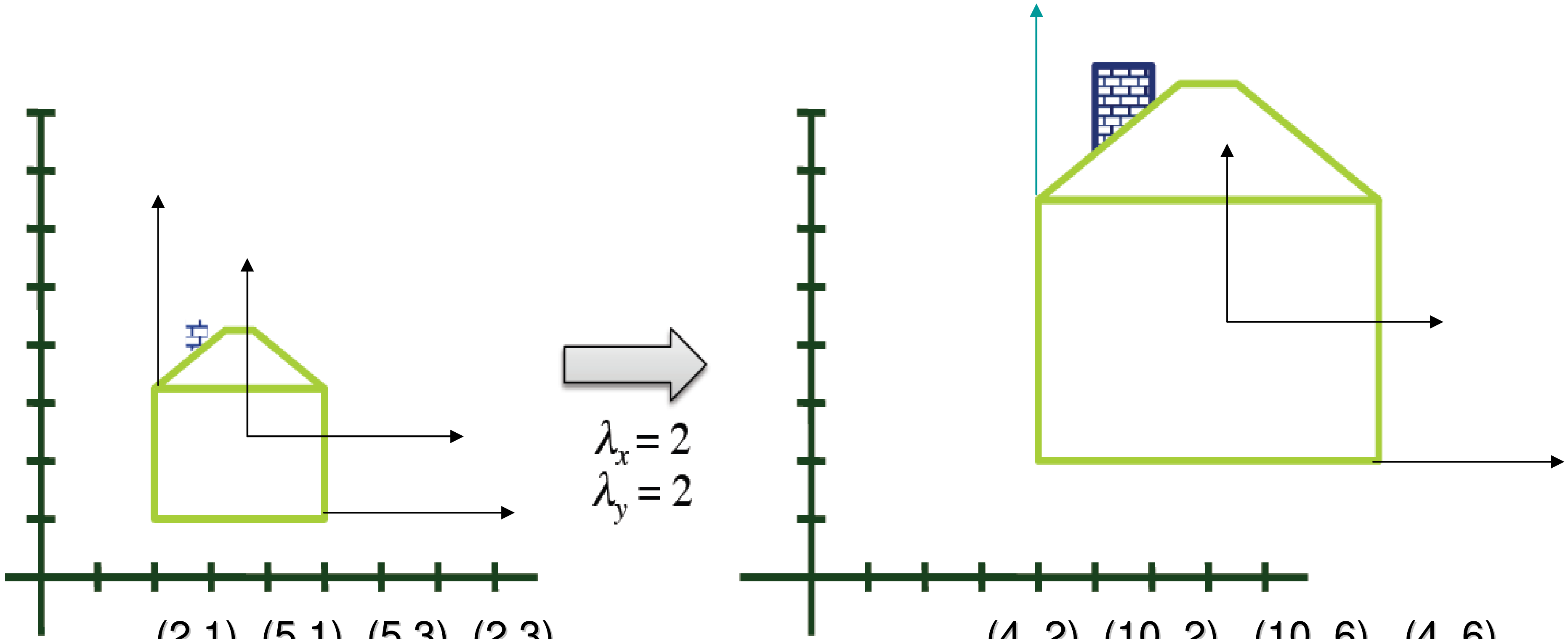
Quando aplicado em todos os n pontos de um objeto a sua proporção nas diversas direções

*Obs: se o objeto escalonado **não estiver** definido com relação a origem ocorrerá, **também, uma translação**

[Sx =3, Sy =1/2, Sz =1]



Mudança de escala

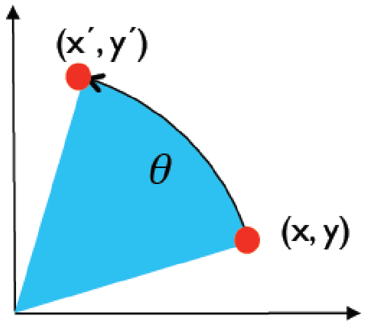


(2,1) ,(5,1), (5,3), (2,3)

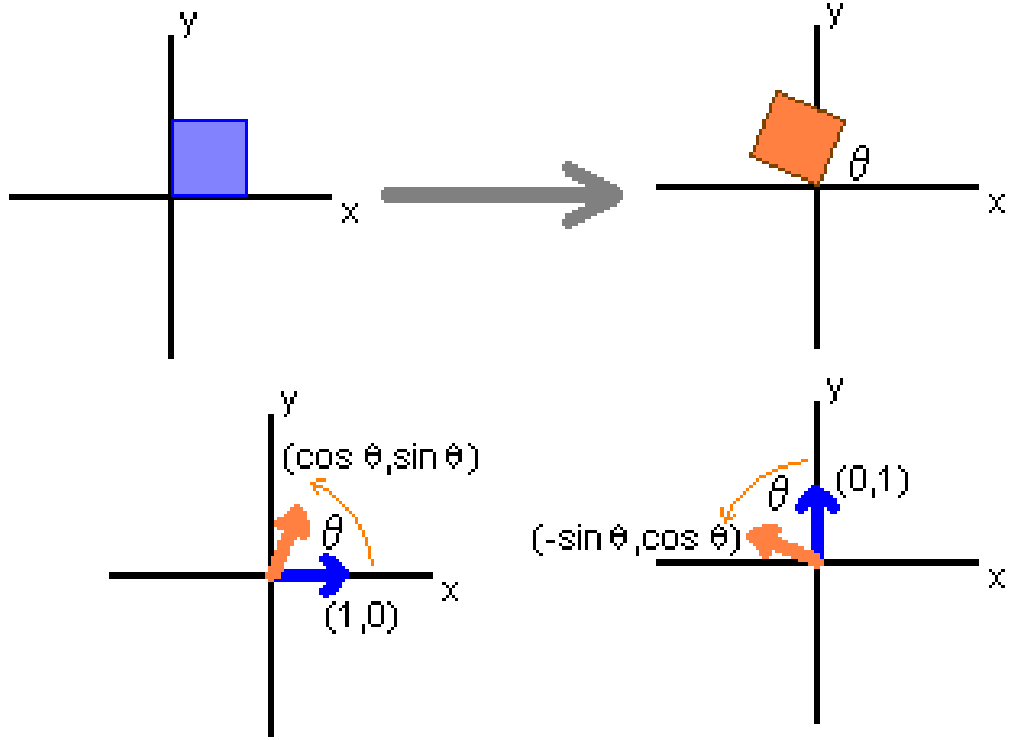
(4, 2), (10, 2) , (10, 6) , (4, 6) ...

Quando o objeto está na origem do sistema de eixos, ai então, só muda a sua proporção nas diversas direções, mas se ele esta fora da origem....

Rotação em torno da origem

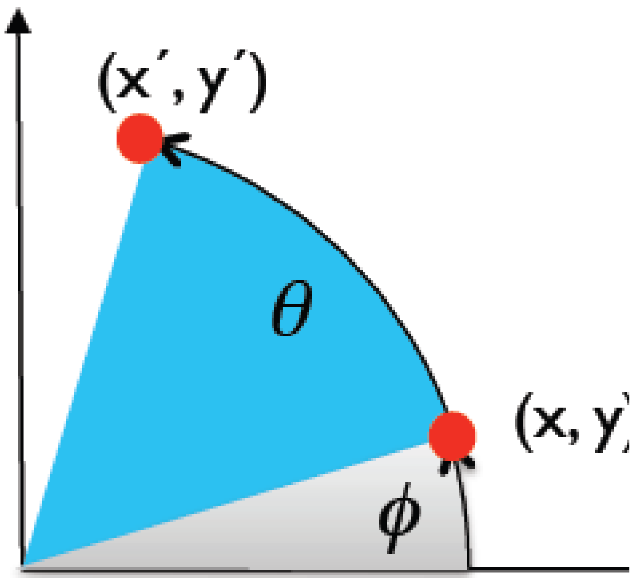


$$R_\theta = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) \end{pmatrix}$$



Como esse chegou a essa fórmula:

$$\begin{cases} x = r\cos\phi \\ y = r\sin\phi \end{cases}$$



$$\begin{cases} x' = r\cos(\phi+\theta) \\ y' = r\sin(\phi+\theta) \end{cases}$$

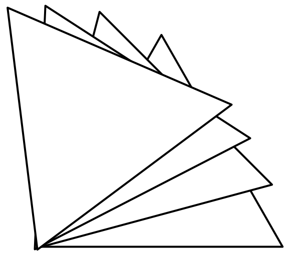
$$\begin{cases} x' = r\cos\phi\cos\theta - r\sin\phi\sin\theta \\ y' = r\cos\phi\sin\theta + r\sin\phi\cos\theta \end{cases}$$

Substituindo r cos(ϕ) e r sin(ϕ) por x e y nas equações anteriores tem-se:

$$\begin{cases} x' = x\cos\theta - y\sin\theta \\ y' = x\sin\theta + y\cos\theta \end{cases}$$

Rotação

- Girar um ponto 2D em torno da origem do sistema de eixos.
  $x' = x \cos(\theta) - y \,\text{sen}(\theta)$
  $y' = y \cos(\theta) + x\text{sen}(\theta)$

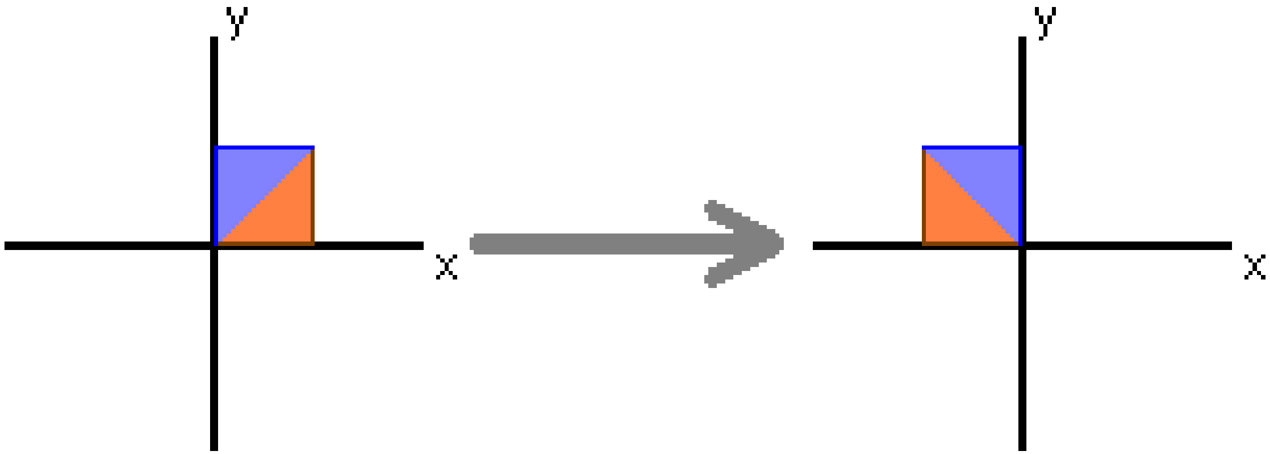


$$[x' \; y'] = [x \;\; y] \begin{pmatrix} \cos\theta & \text{sen}\theta \\ -\text{sen}\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

*Obs: se o objeto **não estiver definido na origem do sistema de coordenadas ocorrerá também uma translação**

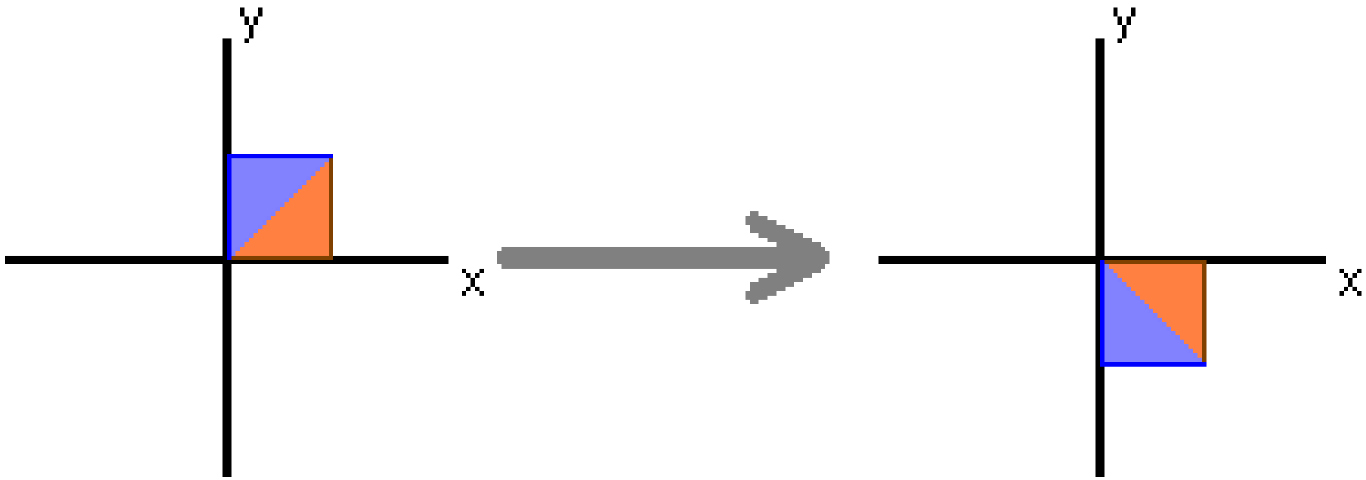
Reflexão em Relação ao Eixo Y

$$Rfl_{y} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$



Reflexão em Relação ao Eixo X

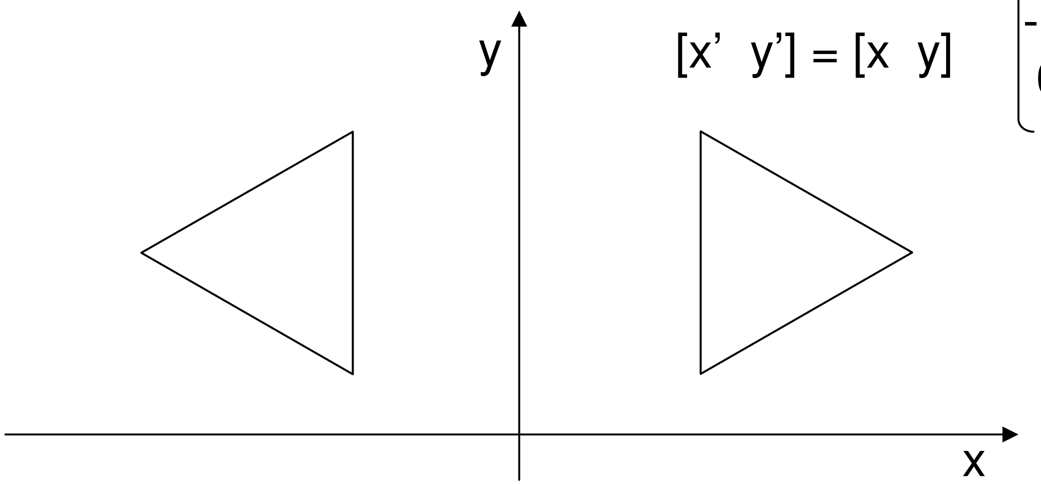
$$Rfl_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$



Reflexão

- A reflexão em torno de um eixo (flip) faz com que um objeto seja reproduzido como se ele fosse visto dentro de um espelho.

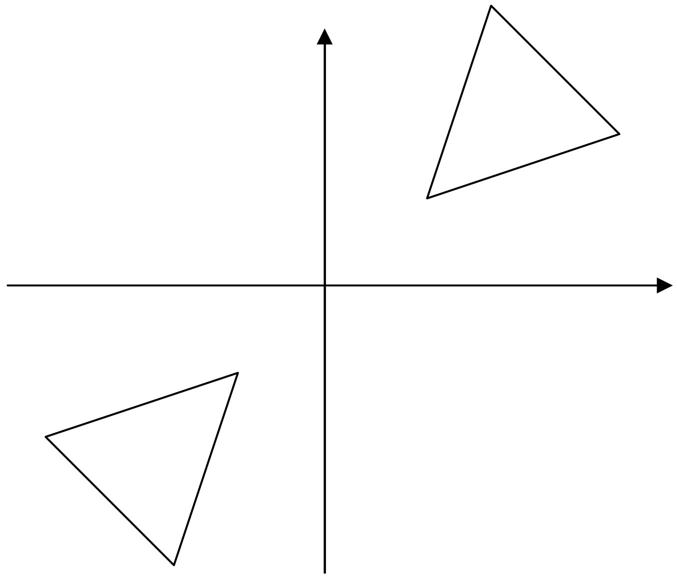
$$[x' \;\; y'] = [x \;\; y] \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Reflexão

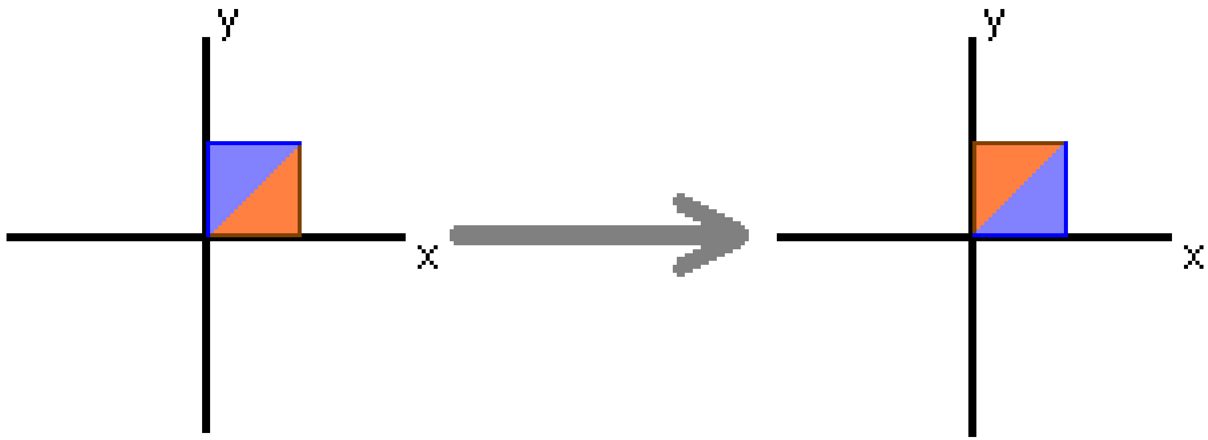
- Em 3D a reflexão pode ser em torno de um dos 3 planos.
- Ex. Reflexão em torno de x e y:

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$



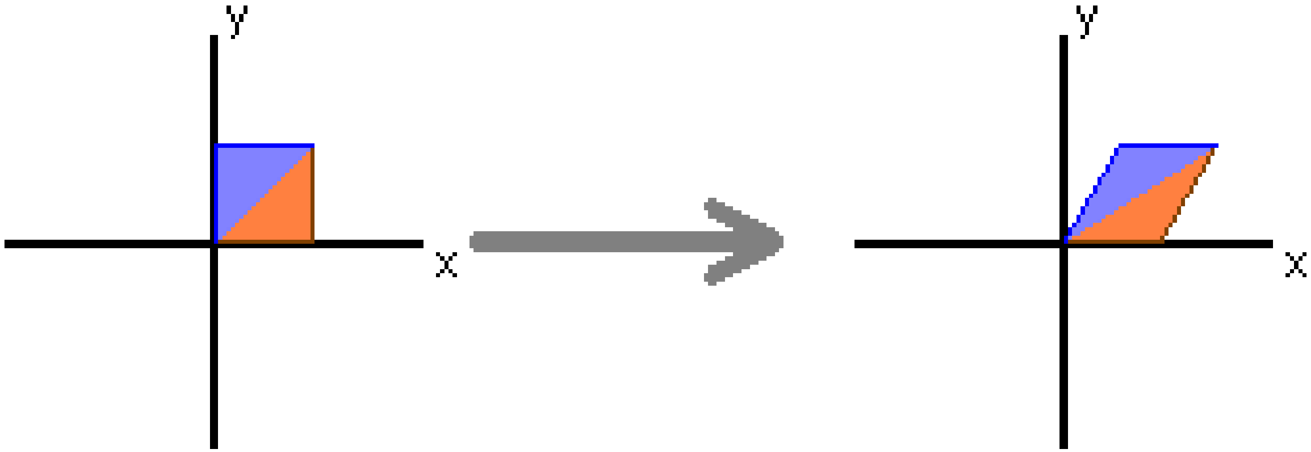
Reflexão em Relação à Reta $y = x$

$$Rfl_{y=x} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

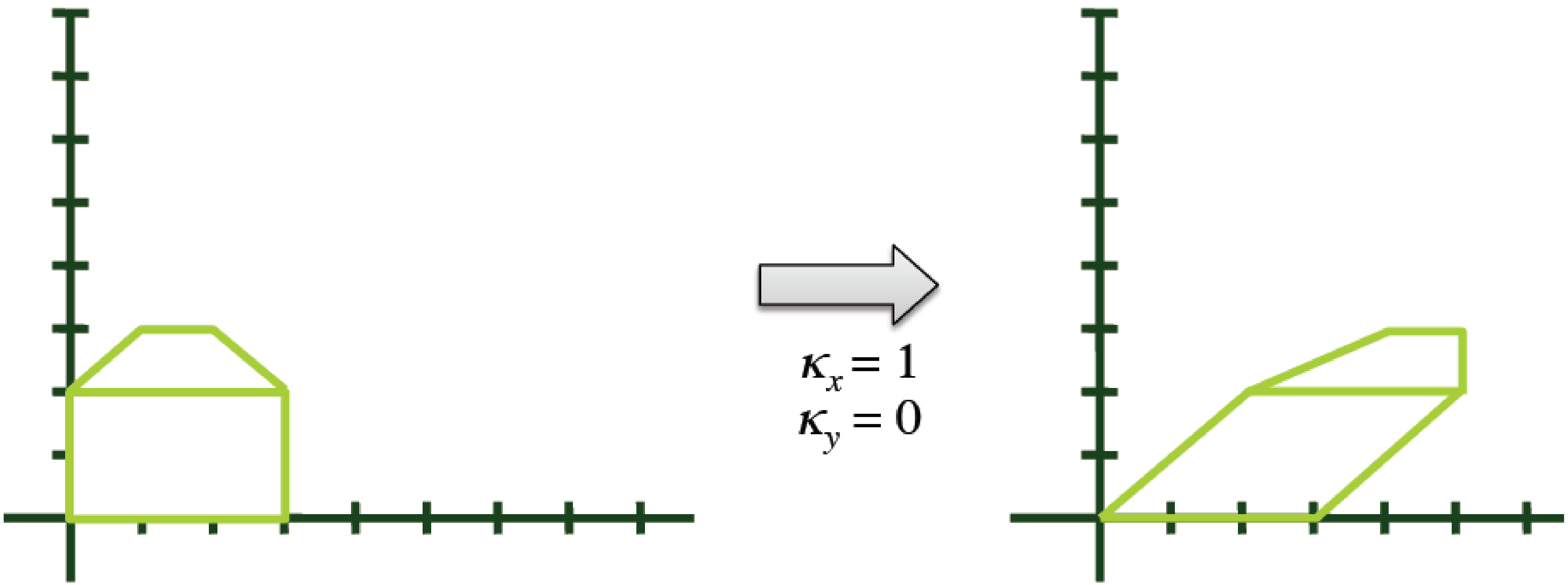


Cisalhamento em X

$$C_x = \begin{pmatrix} 1 & k \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$



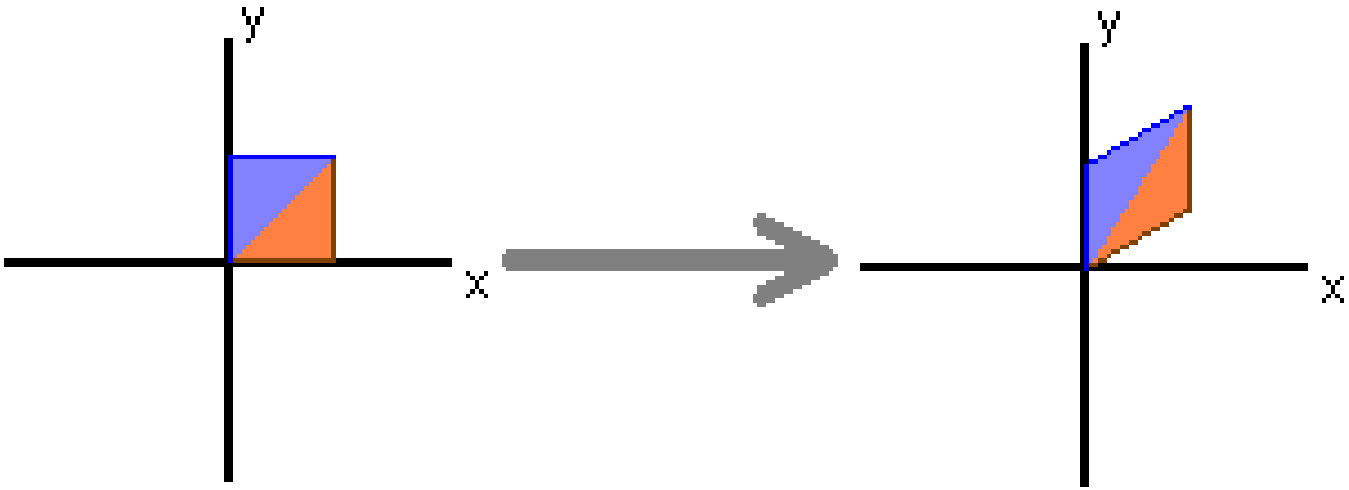
Cisalhamento na horizontal (em x) :



$$\begin{cases} x' = x + \kappa_x y \\ y' = y + \kappa_y x \end{cases}$$

Cisalhamento na vertical (em y)

$$C_y = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ k & 1 \end{pmatrix}$$



Como fica o cisalhamento em ambas as direções?

1	k´
k´´	1

TODAS AS Transformações Lineares Bidimensionais

- 2D
- São representadas por matrizes 2 x 2 ?

$$T = \begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ax+cy \\ bx+dy \end{pmatrix}$$

Transformações de corpo rígido

- Que não mudam a distancia entre dois pontos do objeto são chamadas de

  Transformações de corpo rígido

- Quais seria elas?

- As transformações que preservam ângulo entre 2 reta do corpo são chamadas conformes. Quais seria elas?

Relembrando Transformações

- De corpo rígido (semelhança).
  - Distância entre 2 pontos quaisquer é inalterada.
  - Ângulos entre vetores é inalterado.
  - Rotações, reflexões e translações

  - Matrizes elementares associadas a efeitos

Passando do 2D para 3D
Escala:

- Significa mudar o tamanho do Objeto
- Multiplica os valores das coordenadas por **constantes uniformes** ou não .
- Um ponto P (x,y,z) passa para a posição P' (x',y',z').

$$x' = x.Sx \quad y' = y.Sy \quad z' = z.Sz$$

ou

$$[x \;\; y \;\; z] \begin{pmatrix} Sx & 0 & 0 \\ 0 & Sy & 0 \\ 0 & 0 & Sz \end{pmatrix} = [xSx \;\; ySy \;\; zSz]$$

Quando aplicada em todos os n pontos de um objeto muda a sua proporção nas diversas direções

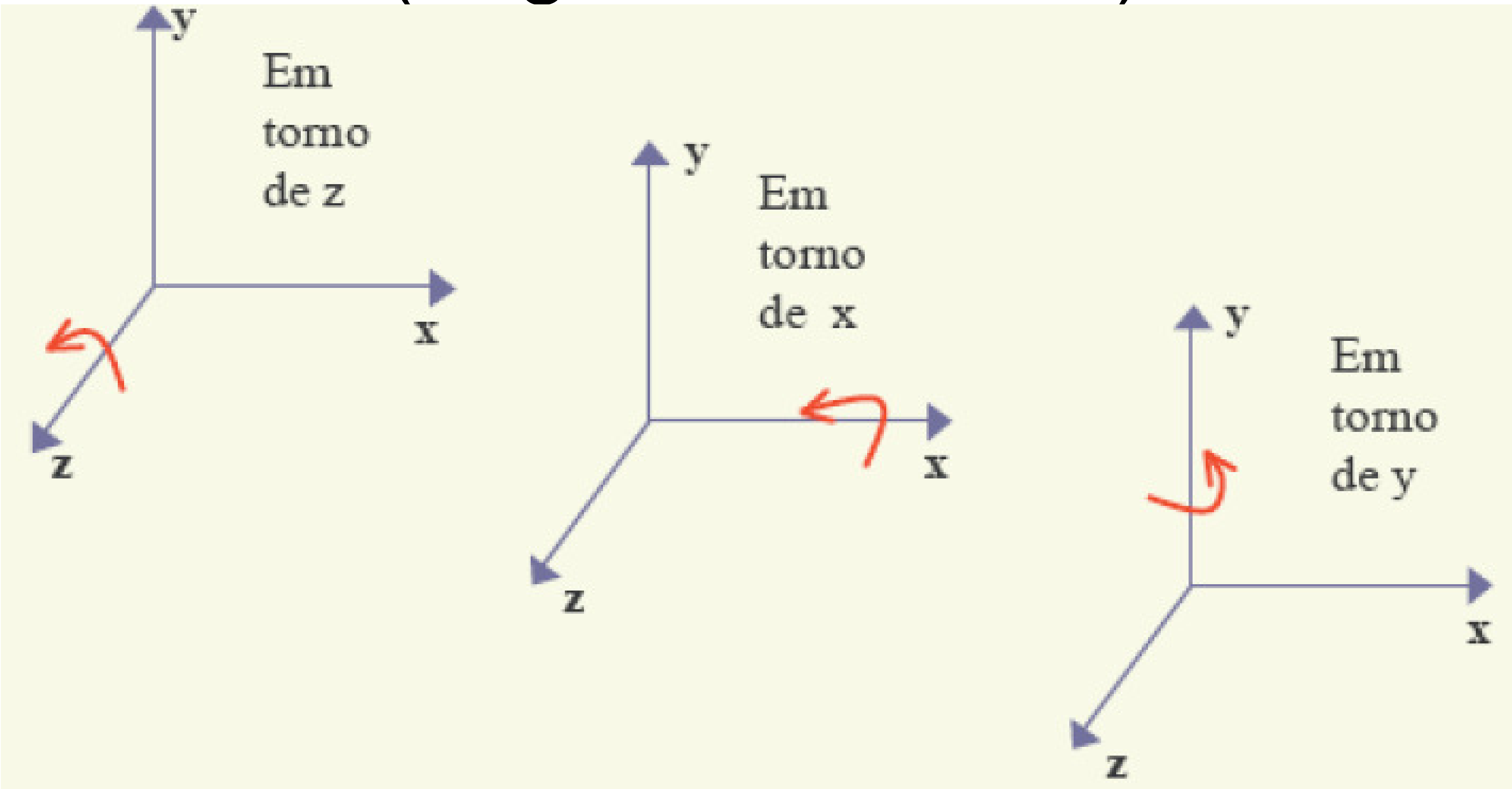
Transformações de corpo rígido

- Translação

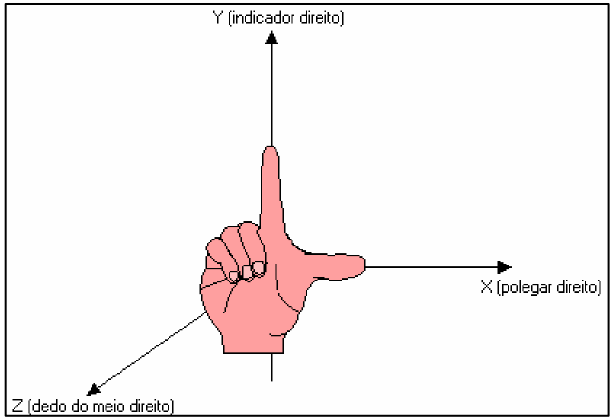
- Reflexão

- Rotação
  - **Ângulos de Euler** em torno de um dos eixos das coordenadas, ou de qualquer eixo

Rotações no Espaço 3D (ângulos de Euler)



Rotação em torno de um eixo



- Ângulos de Euler
- Regra da mão direita
  - **Dedão** esticado no sentido do eixo (eixo x)
  - Dedo **indicador** apontando para segundo eixo (eixo y)
  - Feixe a mão e veja se ela **aponta** no sentido do **terceiro eixo**, se isto acontecer significa que as três direções formam um **sistema de eixos positivos**

α

Rotação em 3D

Eixo z => inalterado $[x' \; y' \; z'] = [x \;\; y \;\; z] \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \text{sen}(\alpha) & 0 \\ -\text{sen}(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

$[x \cos(\alpha) - y\, \text{sen}(\alpha) \quad x\, \text{sen}(\alpha) + y \cos(\alpha) \qquad z\,]$

Eixo x => inalterado $[x' \; y' \; z'] = [x \;\; y \;\; z] \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\beta) & \text{sen}(\beta) \\ 0 & -\text{sen}(\beta) & \cos(\beta) \end{pmatrix}$

$[x \qquad y \cos(\beta) - z\, \text{sen}(\beta) \quad y\, \text{sen}(\beta) + z \cos(\beta)\,]$

Eixo y => inalterado $[x' \; y' \; z'] = [x \;\; y \;\; z] \begin{pmatrix} \cos(\delta) & 0 & -\text{sen}(\delta) \\ 0 & 1 & 0 \\ \text{sen}(\delta) & 0 & \cos(\delta) \end{pmatrix}$

$[x \cos(\delta) + z\, \text{sen}(\delta) \qquad y \qquad -x\, \text{sen}(\delta) + z \cos(\delta)\,]$

Escopo de Transformações

- Podem ser feitas em serie e a aplicadas uma só fez como uma única (a matriz de transformação de uma serie)

  – Essa operação de transformação nem sempre é comutativa !!!

\- A ordem é muito importante !!

Composição de Transformações

- Quando for necessário transformar um objeto em relação a um ponto ***P*** arbitrário:
  - Translada-se ***P*** para origem.
  - Aplicam-se uma ou mais transformações lineares elementares (na ordem adequada).
  - Aplica-se a translação inversa: ***-P***

Coordenadas Homogêneas

- Reflexão, rotação e escala podem ser executadas com o uso de matrizes
- Mas a transformação de translação não.
- Para solucionar esse e outros problemas é recomendado o uso de **coordenadas homogêneas** para todas as operações.

Coordenadas homogêneas

- no R^2 é um elemento do R^3 com uma relação de escala.

$$P = (x, y, \lambda); \lambda \neq 0, (x/\lambda, y/\lambda, 1)$$

- Um ponto do plano é definido como:
  - Chamado $P = [x, y, 1]$ em coordenadas homogêneas (uma classe de equivalência).

As matrizes anteriores em coordenadas homogêneas

- Devem ser 3 x 3 para as mesmas transformações afins bidimensionais.

$$M = \begin{pmatrix} a & c & m \\ b & d & n \\ p & q & s \end{pmatrix}$$

Matriz de Translação

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & m \\ 0 & 1 & n \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x+m \\ y+n \\ 1 \end{pmatrix}$$

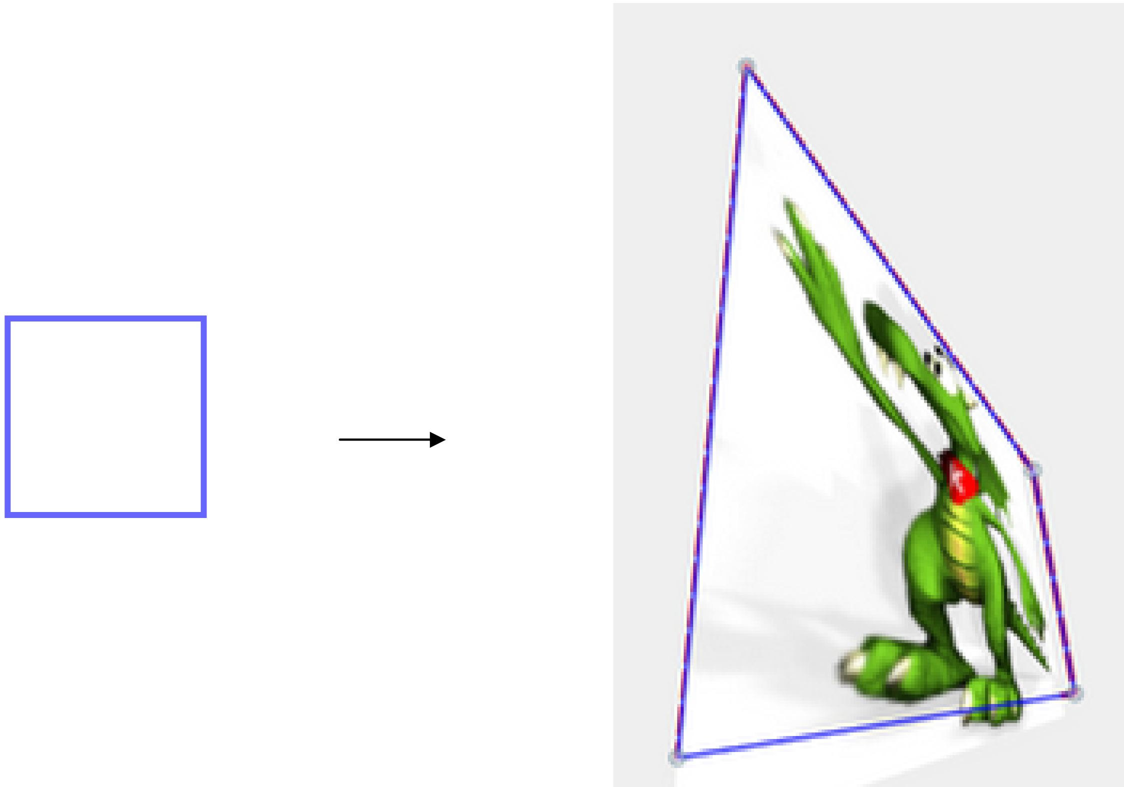
E as demais Transformações Lineares

$$M = \begin{pmatrix} a & c & 0 \\ b & d & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ax+cy \\ bx+dy \\ 1 \end{pmatrix}$$

Transformação Perspectiva

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ p & q & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ px+qy+1 \end{pmatrix}$$

Transformação Perspectiva 2D



Efeito em um ponto no infinito

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ p & q & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ px+qy \end{pmatrix}$$

Pontos de Fuga

- Um **ponto no infinito** pode ser levado em um ponto P_0 do plano afim.

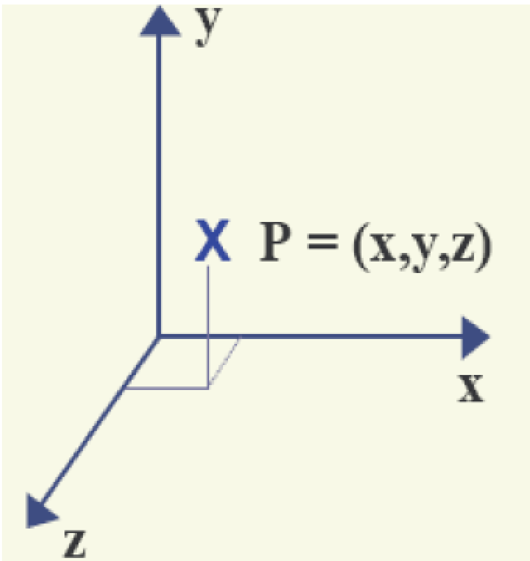
- Família de **retas paralelas** que se intersectam no infinito são transformadas numa família de **retas incidentes em P_0**.
  - P_0 é chamado de **ponto de fuga**.
  - Ponto de fuga principal corresponde a uma direção paralela aos eixos coordenados.
    - Imagem de $[x,0,0]$ ou $[0,y,0]$.

Espaço 3D

- Um ponto do espaço 3D é definido como:

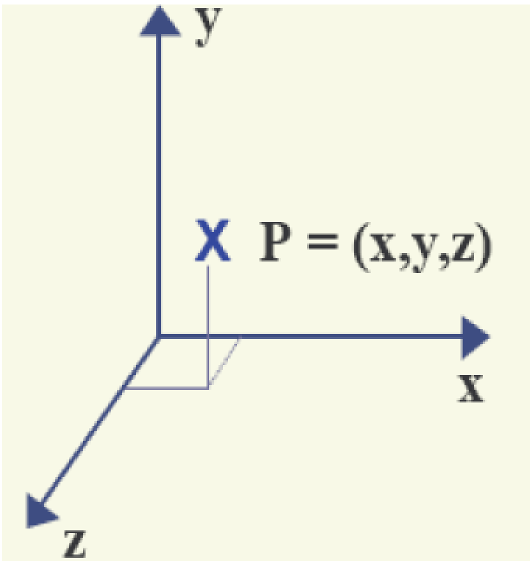
$$P = \{(x,y,z,\lambda);\lambda \neq 0,(x/\lambda,y/\lambda,z/\lambda,1)\}$$

  - Denotado por $P = [x,y,z,w]$ em coordenadas homogêneas.



Translação no Espaço 3D

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & d_x \\ 0 & 1 & 0 & d_y \\ 0 & 0 & 1 & d_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$



Matrizes em coordenadas homogêneas na forma de vetores linha precisa usar a transporta !!

$$[x \quad y \quad z \quad 1] \cdot \begin{pmatrix} \cos\theta & \text{sen}\theta & 0 & 0 \\ -\text{sen}\theta & \cos\theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Matriz de rotação

$$[x \quad y \quad z \quad 1] \cdot \begin{pmatrix} Sx & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Sy & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \qquad [x \quad y \quad z \quad 1] \cdot \begin{pmatrix} Sx & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Sy & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Sz & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Escala

Translação

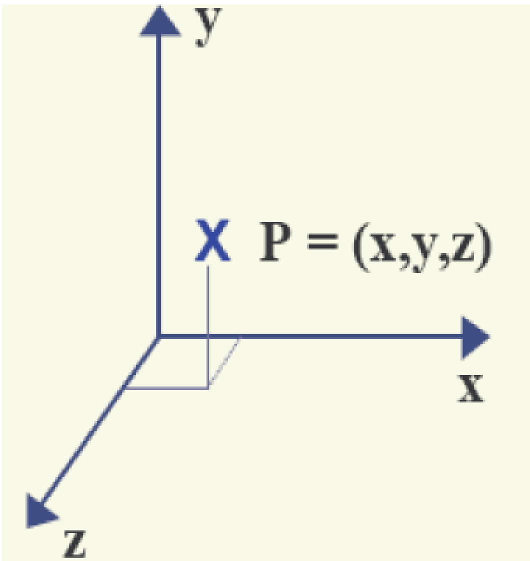
- Pode ser representada por operações com matrizes quando usamos coordenadas homogêneas, uniformizando as transformações geométricas

$$[x \quad y \quad z \quad 1] . \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ Tx & Ty & Tz & 1 \end{pmatrix}$$

Isso na forma de vetor linha mas na forma de vetores colunas ficaram como transpostas como mostrado nas paginas anteriores...

Escala em torno da origem do Espaço 3D

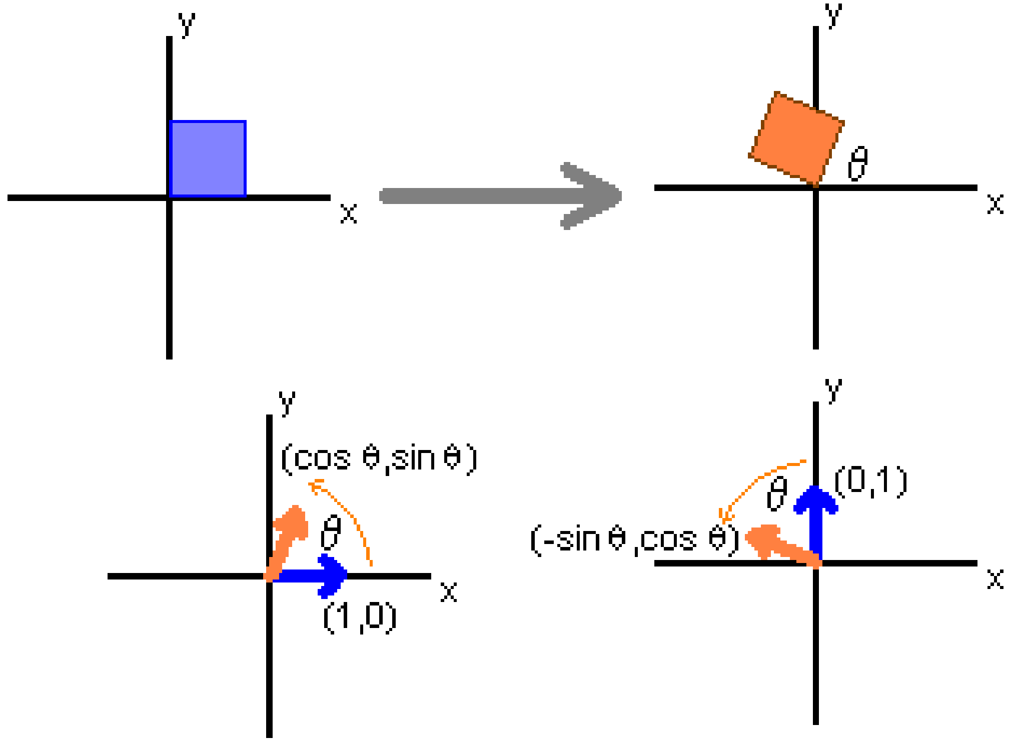
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$



Em torno de Z

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

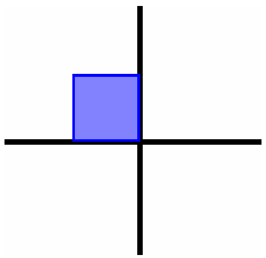
Quando só tenho componente **y**
E giro em torno de **z,** passo a ter uma
Coordenada **x**, negativa
Ou seja do outro lado da origem do Espaço 3D. Assim a coluna 2 da matriz tem que ter um negativo na posição correspondente.

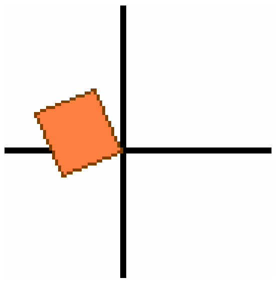


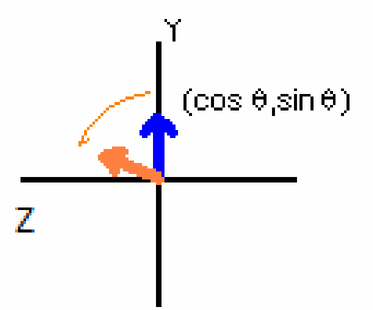
Em torno de X

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

Quando só tenho componente **y e** rodo em torno de **x**, passo a ter para o ponto só coordenadas positivas . Ou seja na segunda coluna tudo será positivo. Mas veja que nesta orientação do Espaço 3D, quando se desenha em 2D , o Z positivo esta contrario de um X positivo usual em 2D



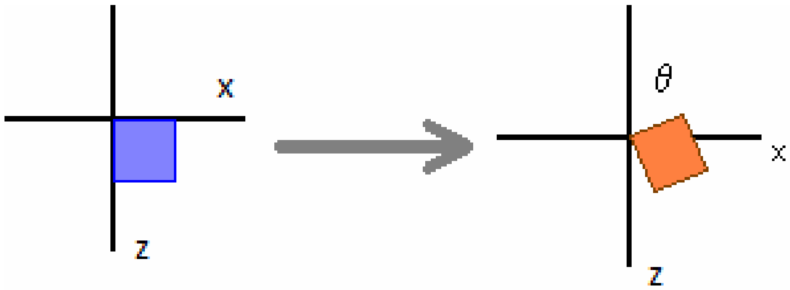




Em torno de Y

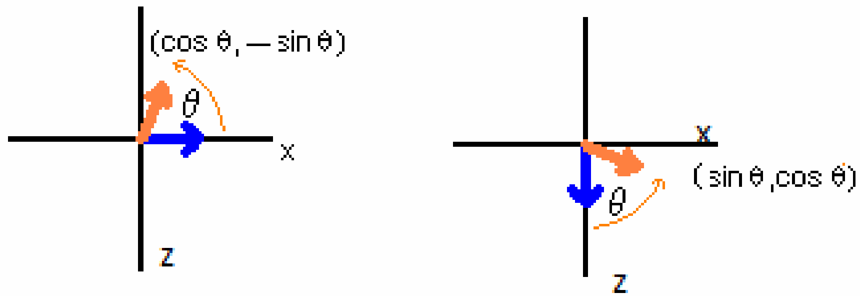
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & \sin\theta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\theta & 0 & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

Quando só tenho componente x e rodo em torno de y, passo a ter uma coordenada x, negativa. Ou seja do outro lado da origem do Espaço 3D.



Ou seja na coluna 1 tem que ter negativo.

Veja que nesta orientação do Espaço 3D, quando se desenha em 2D , o Z positivo esta contrario de um y positivo usual em 2D



Coordenadas Homogêneas

- O sistema de coordenadas homogêneas (SCH) utiliza quatro valores para representar um ponto P no espaço, que será descrito por **(x', y', z', M).**
- A transformação do SCH para o cartesiano se dá pela relação **(x, y, z) = (x'/M, y'/M, z'/M)**
- Os pontos onde M=0 estão fora do espaço dimensional (infinito !!!!) .
- O uso de coordenadas homogêneas é importante em Computação também para permitir a representação de **reais por inteiros**
- Quando M=1 a representação é a mesma das coordenadas cartesianas usuais.

Matriz de Transformação

- Transformações geométricas correspondem a operações de soma e multiplicação nas coordenadas dos pontos que compõem o objeto.
- Para evitar que diversas operações matemáticas sejam feitas individualmente em cada vértice é criada uma **matriz de transformação (**entre **quadros chaves)** **com coordenadas homogêneas a qual é aplicada todas as transformações.**.

Matriz de Transformação

- Depois a **matriz de transformação (entre quadros os chaves)** considerando o **número de passos** que você decidiu usar por segundo **(25, 50, 100, etc.) é modificada para fazer a transformação completa apenas em um determinado número de etapas.**
- Esta matriz denominada matriz de transformação modificada.
- Ela faz parte do loop que vai modificar todos os pontos do objeto nos quadros intermediários criando a animação quando mostrada no tempo devido.

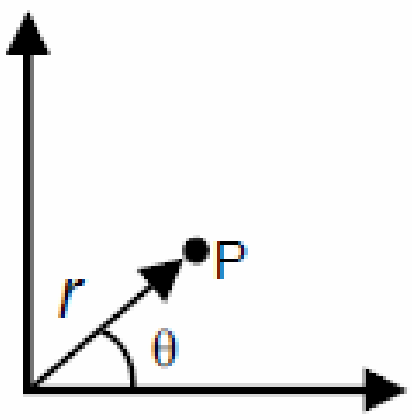
Sistemas de Coordenadas

- O Sistema de Coordenadas nos dá uma referência sobre o tamanho e a posição dos objetos na área de trabalho;

- Existem diferentes sistemas de coordenadas para descrever os objetos.

Sistemas de Coordenadas

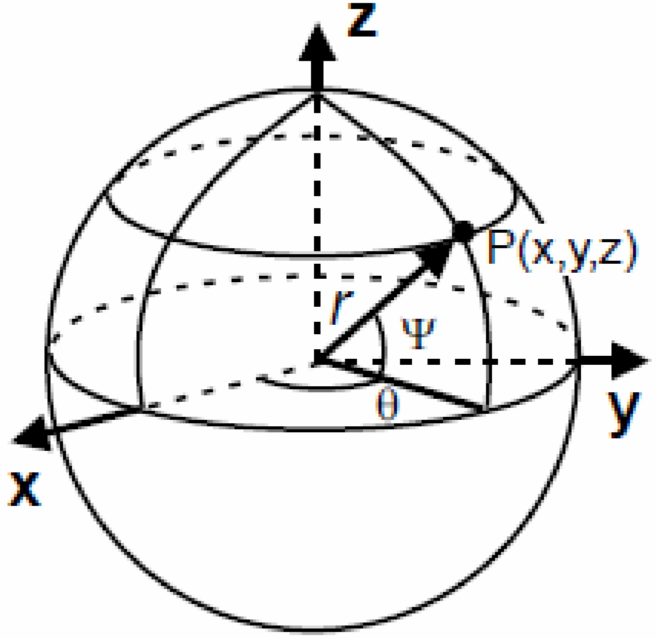
- Coordenadas Polares
  - As coordenadas são medidas por um raio e um ângulo (r, θ);



Coordenadas Polares

Sistemas de Coordenadas

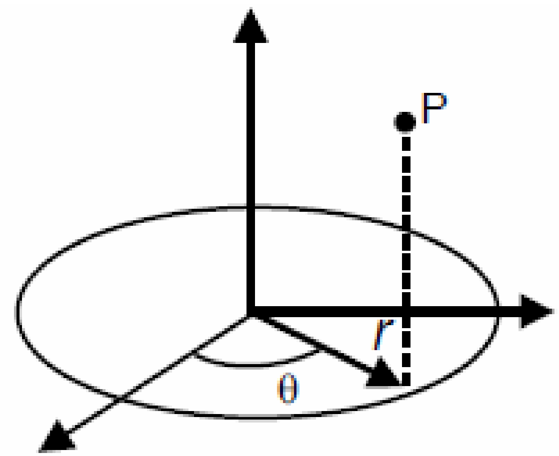
- Coordenadas Esféricas
  – As coordenadas são descritas por raio e dois ângulos (r, θ, ψ);



Coordenadas Esféricas

Sistemas de Coordenadas

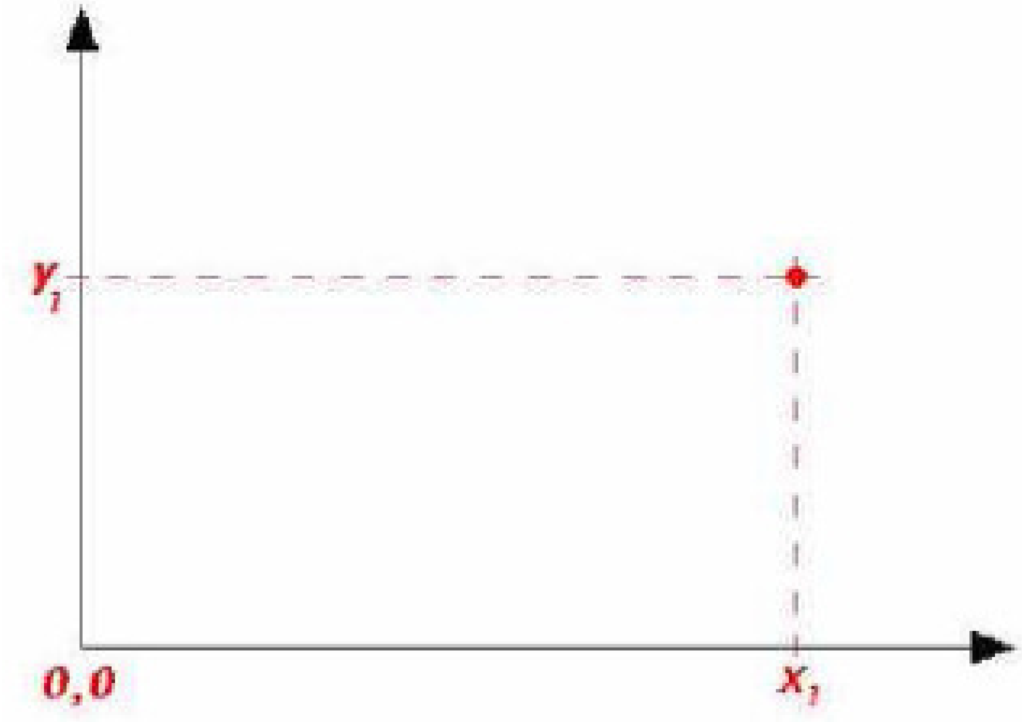
- Coordenadas cilíndricas
  - As coordenadas são descritas por raio, ângulo e comprimento (r, θ, c);



Coordenadas Cilíndricas

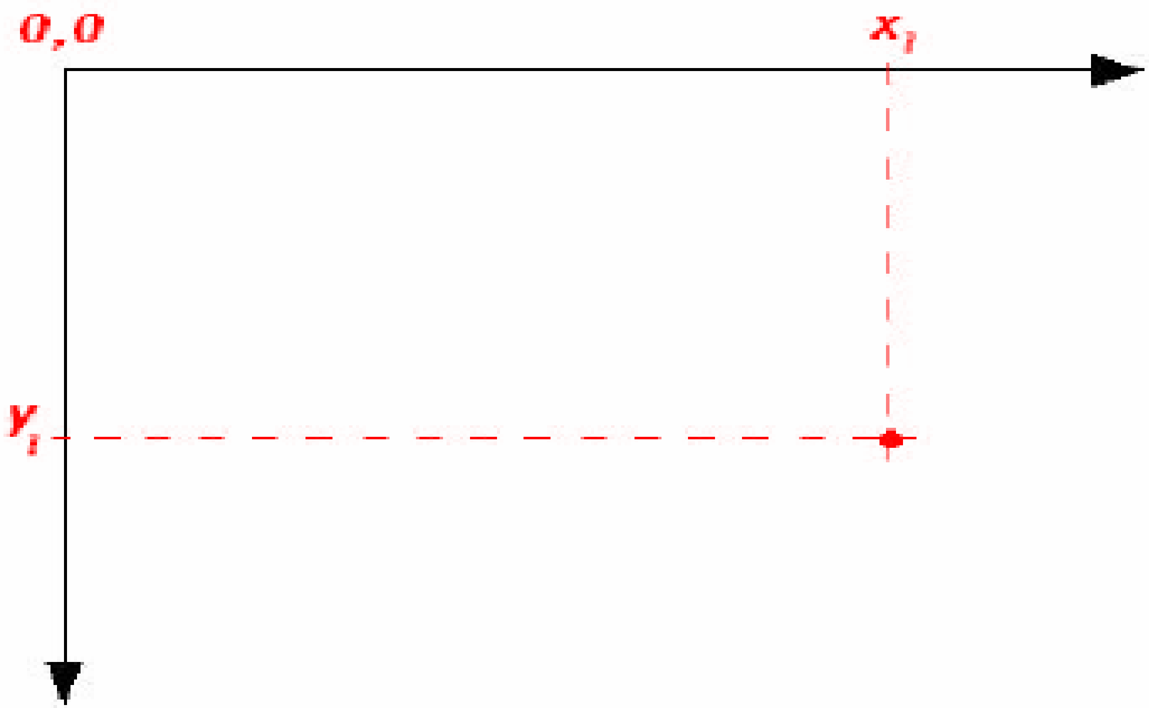
Sistemas de Coordenadas

- Coordenadas Cartesianas Bidimensionais
  - As coordenadas são descritas por comprimento horizontal e largura vertical;



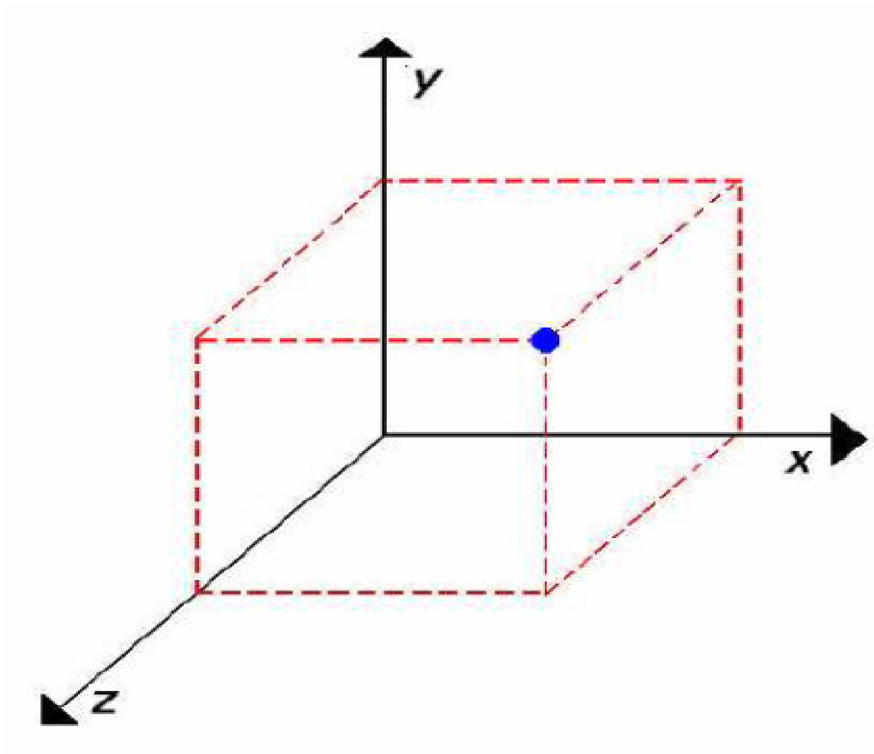
Sistemas de Coordenadas

- Os monitores de VIDEO utilizam coordenadas cartesianas bidimensionais, porém a orientação do eixo Y cresce para baixo (no sentido contrário ao usual de Álgebra Linear e Desenho Técnico);



Sistemas de Coordenadas 3D

- Coordenadas Cartesianas Tridimensionais
  - As coordenadas são descritas por comprimento x , largura y e profundidade z.



Mas **tem solução** ...

Sistemas de Referência

- Um sistema de coordenada é denominado de Sistema de Referência quando servir para alguma finalidade específica;

- Aspectos a serem observados na definição de um sistema de referência:
  - Unidade de referência básica;
  - Limites extremos dos valores aceitos para descrição.

Sistemas de Referência

- Alguns sistemas recebem denominação especial:
  - Sistema de Referência do Universo – SRU;
  - Sistema de Referência do Objeto – SRO;
  - Sistema de Referência Normalizado – SRN;
  - Sistema de Referência do Dispositivo – SRD;

Sistemas de Referência

- Sistema de Referência do Universo – SRU
  - Descreve os objetos em termos das coordenadas utilizadas pelo usuário em determinada aplicação como um todo.

Sistema de Referência do Universo - SRU

- Assim, cada usuário especifica o seu universo de trabalho, em função do trabalho a ser feito, ex:
  - Sistemas CADD de arquitetura: O universo será em metros ou centímetros;
  - Sistemas CADD de mecânica: O universo será em milímetros ou nanômetros;
  - Etc.

O que é o software CAD?

CAD, ou projeto e desenho auxiliados por computador (CADD), é o uso de tecnologia para projetar e documentar projetos. O software CAD substitui o rascunho manual por um processo automatizado.

Sistema de Referência do Universo - SRU (limites)

- Cada sistema CADD deverá ter definido seus limites extremos. Ex.:
  - Universo de trabalho: Escala de milímetros;
  - Limites da área de trabalho (valores inteiros):
    - X = 0 – 100,00
    - Y = 0 – 100,00

•Veja que sempre representar por só 2 pontos : o ponto **mínimo e Máximo** é mais simples

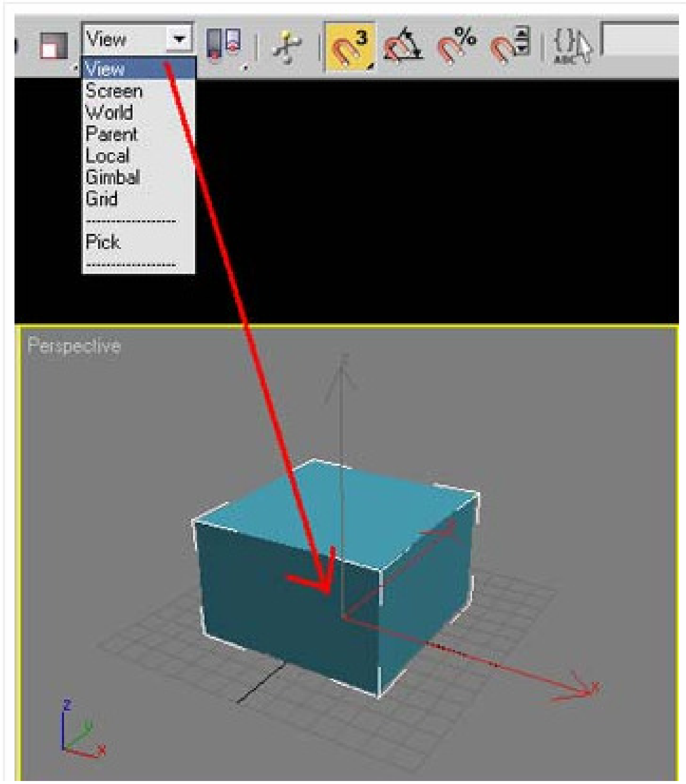
Sistemas de Referência

- Sistema de Referência do Objeto – SRO
  - Trata o objeto como um mini universo individual;
  - Cada objeto tem suas particularidades descritas em função de seu sistema;
  - Geralmente o centro do sistema de coordenadas SRO

coincide com o seu centro de gravidade ou geométrico.

Sistemas de Referência

- Sistema de Referência do Objeto – SRO
- Se você já usou alguma tool de modelagem isso geralmente pode ser mostrado se você pedir.



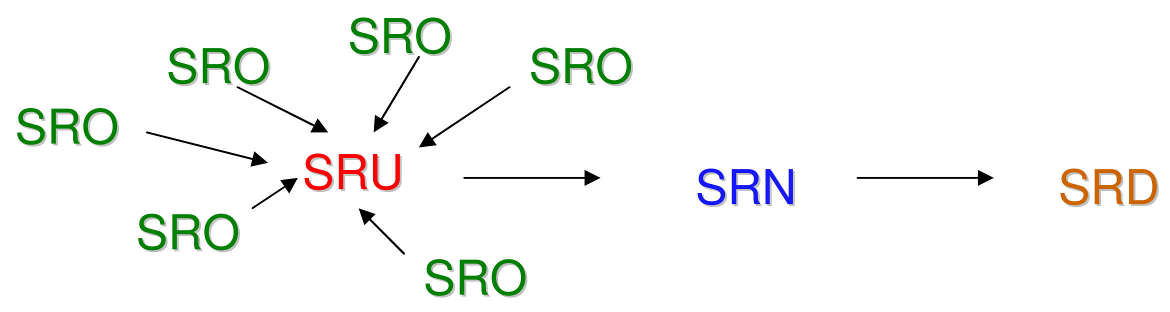
Sistema de Referência do Objeto -SRO

- Cada objeto possui um universo individual, ou seja, suas coordenadas são descritas em função de seu próprio sistema;
- Exemplo: objeto =nave espacial

Você quer fazer um cenário de um game, pode desenhar o objeto ou parte dele no SRO, e depois vai poder usar esse objeto em outra coisa, como para fazer uma maquete do sistema solar, ou parecer o brinquedo de uma criança em uma árvore de Natal, etc...

Sistemas de Referência

- Sistema de Referência Normalizado – SRN
- Trabalha com coordenadas normalizadas (valores entre 0 e 1) Ex.: $0 \leq X \leq 1$ e $0 \leq Y \leq 1$, sendo que ambos os eixos possuem suas coordenadas expressas como números reais;
  – Serve como um sistema de referência intermediário entre o SRU e o SRD;
- Finalidade: Tornar a geração de imagens independente do dispositivo e linguagem usada , pois este é um sistema de coordenadas padrão (normalizado);



Sistemas de Referência

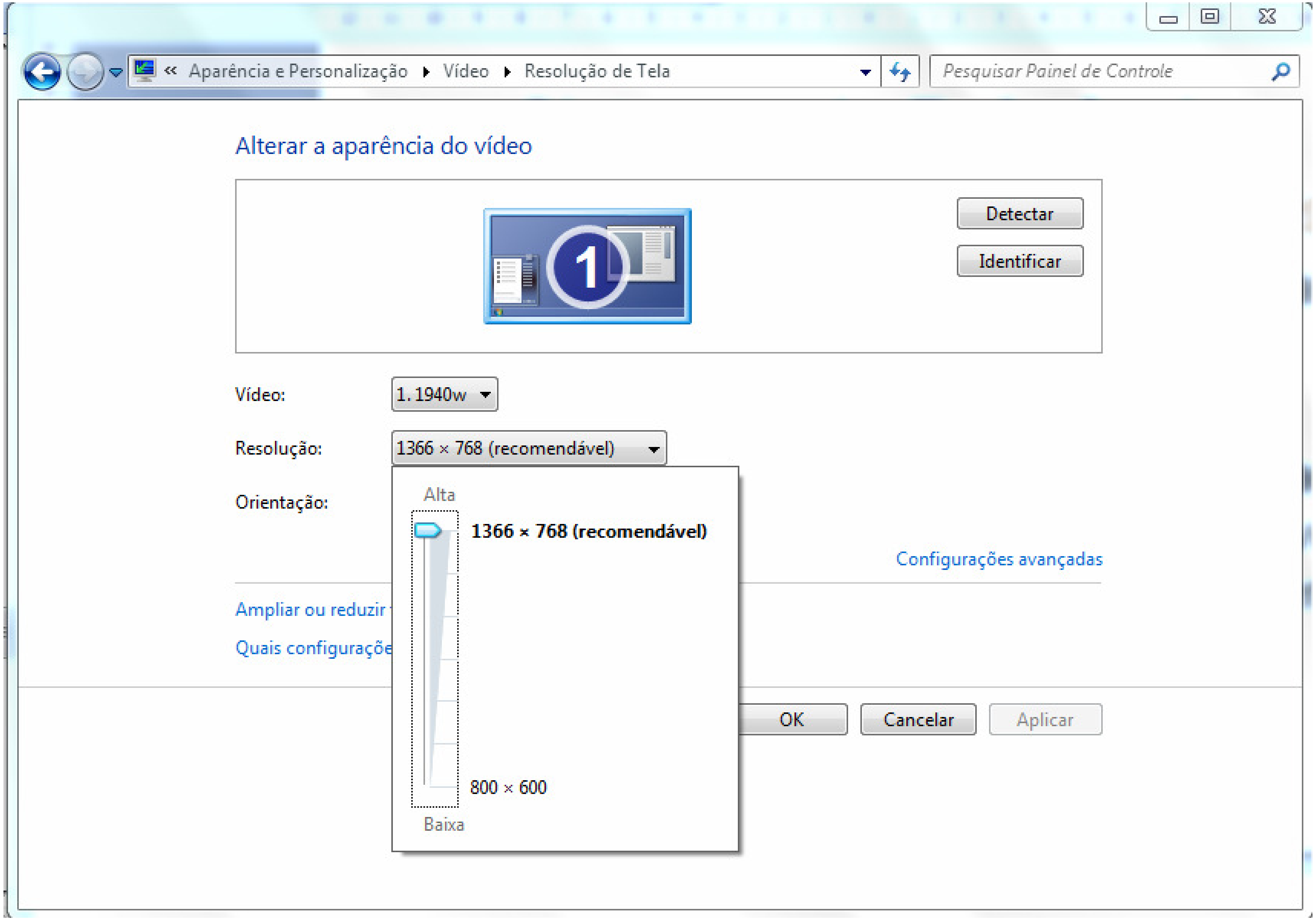
- Sistema de Referência do Dispositivo – SRD
  - Utiliza coordenadas que podem ser fornecidas diretamente para um dispositivo de saída ou ferramenta de programação específicos (1024x512, 640x480, 800x600, etc.);
  - Em vídeo pode indicar o número máximo de pixels que podem ser acesos ou a resolução especificada na configuração do sistema operacional.

Sistemas de Referência

Sistema de Referência do Dispositivo – SRD

- Em scanner ou cameras pode indicar a resolução máxima estabelecida ou de captura vigente;
- Nos hardwares o sistema de coordenadas depende geralmente da resolução possível e da configuração definida pelo usuário entre um conjunto de configurações possíveis.

Por exemplo:



« Aparência e Personalização ▸ Vídeo ▸ Resolução de Tela
Pesquisar Painel de Controle
Alterar a aparência do vídeo
Detectar
Identificar
1
Vídeo:
1. 1940w
Resolução:
1366 × 768 (recomendável)
Orientação:
Alta
1366 × 768 (recomendável)
800 × 600
Baixa
Configurações avançadas
Ampliar ou reduzir
Quais configuraçõe
OK
Cancelar
Aplicar

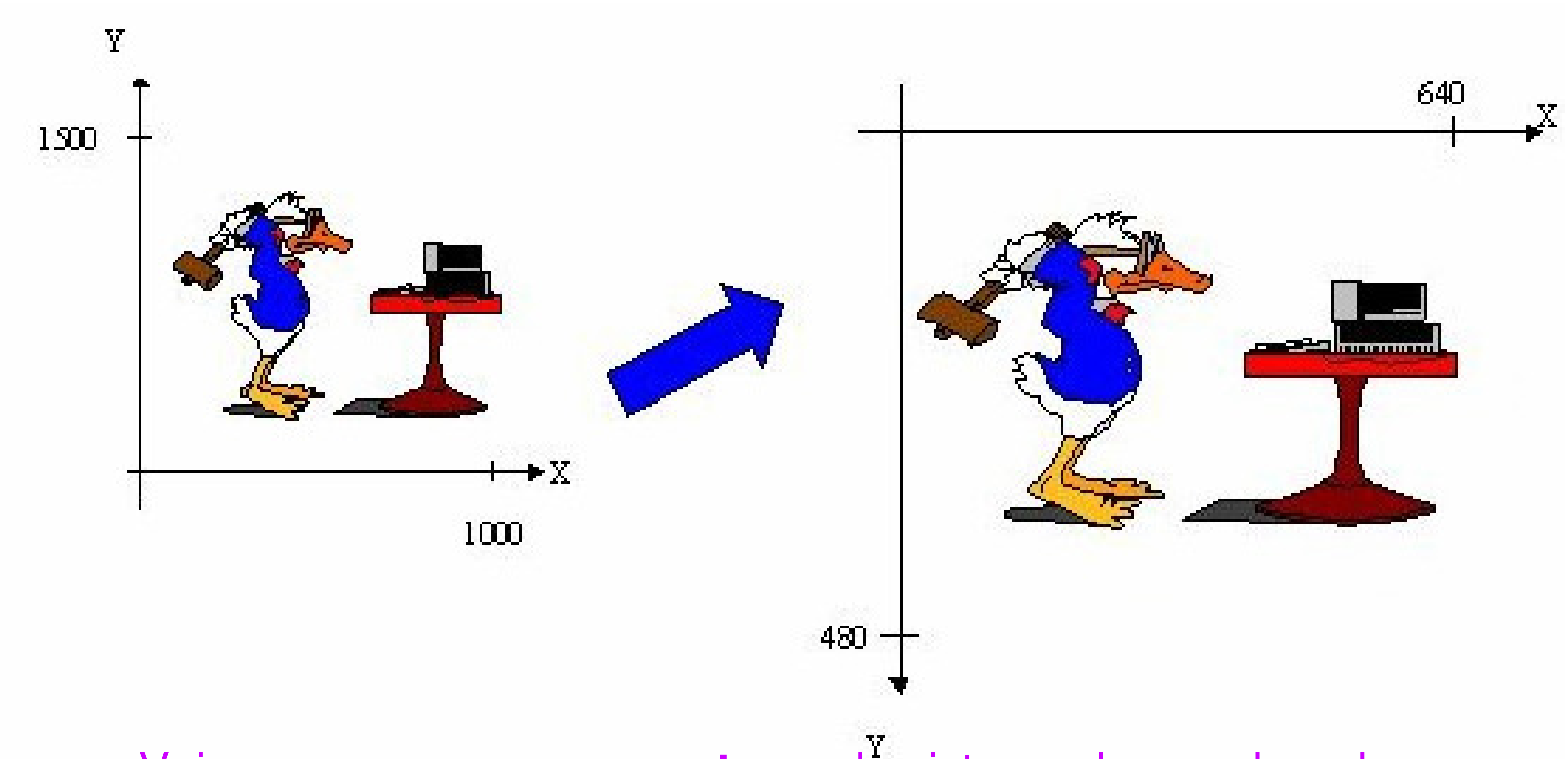
Transformações entre Sistemas de Coordenadas

- Normalmente quando se cria um modelo, as informações gráficas geométricas (coordenadas dos pontos) dizem respeito à aplicação e não ao dispositivo.

- Para permitir a visualização do modelo faz-se necessário realizar uma conversão dos valores do modelo ou do seu universo para valores compatíveis com as dimensões da tela.

- A esta conversão dá-se o nome de **Mapeamento**.

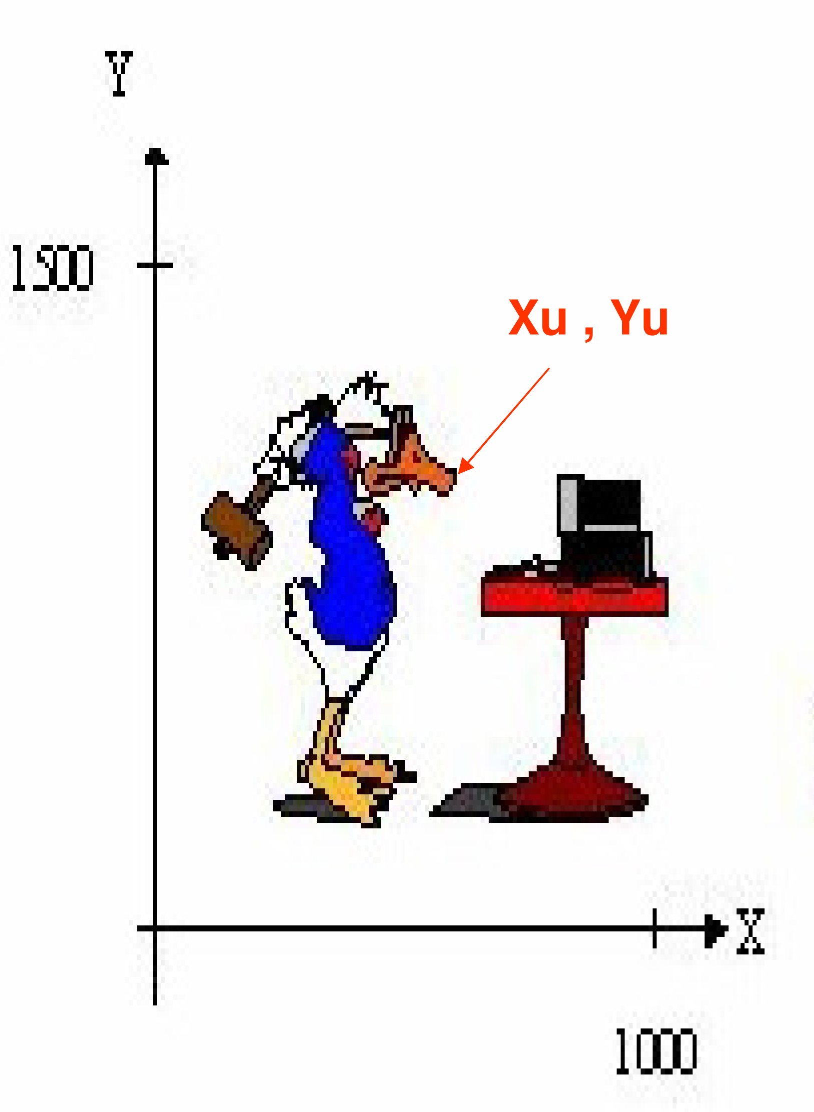
Transformações entre Sistemas de Coordenadas Genéricas . Como calcular os mapeamentos.

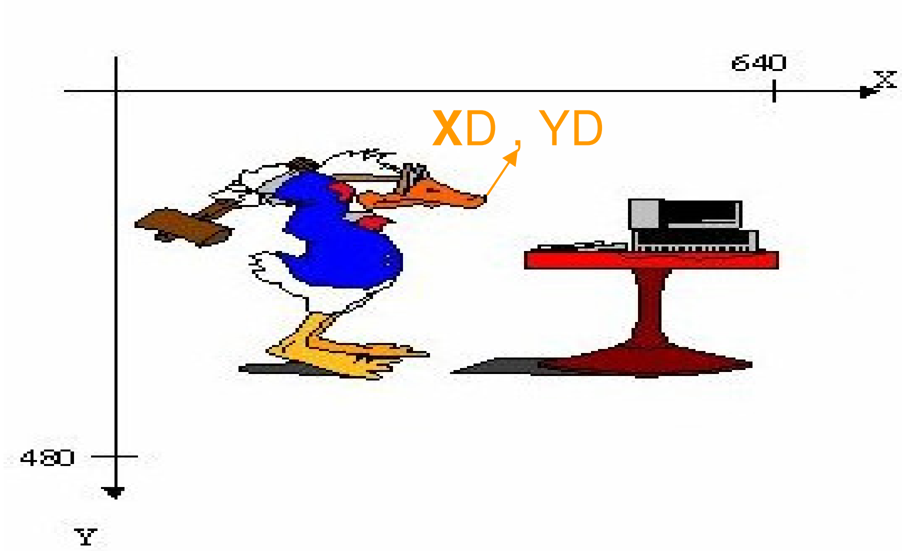


Veja que **sempre representar** cada sistema de coordenada
a se fazer a correspondência só por 2 pontos : o ponto **mínimo e MÁXIMO**
é o mais simples.

Como calcular os mapeamentos.

SRU <--> SRD





Transformações entre Sistemas de Coordenadas

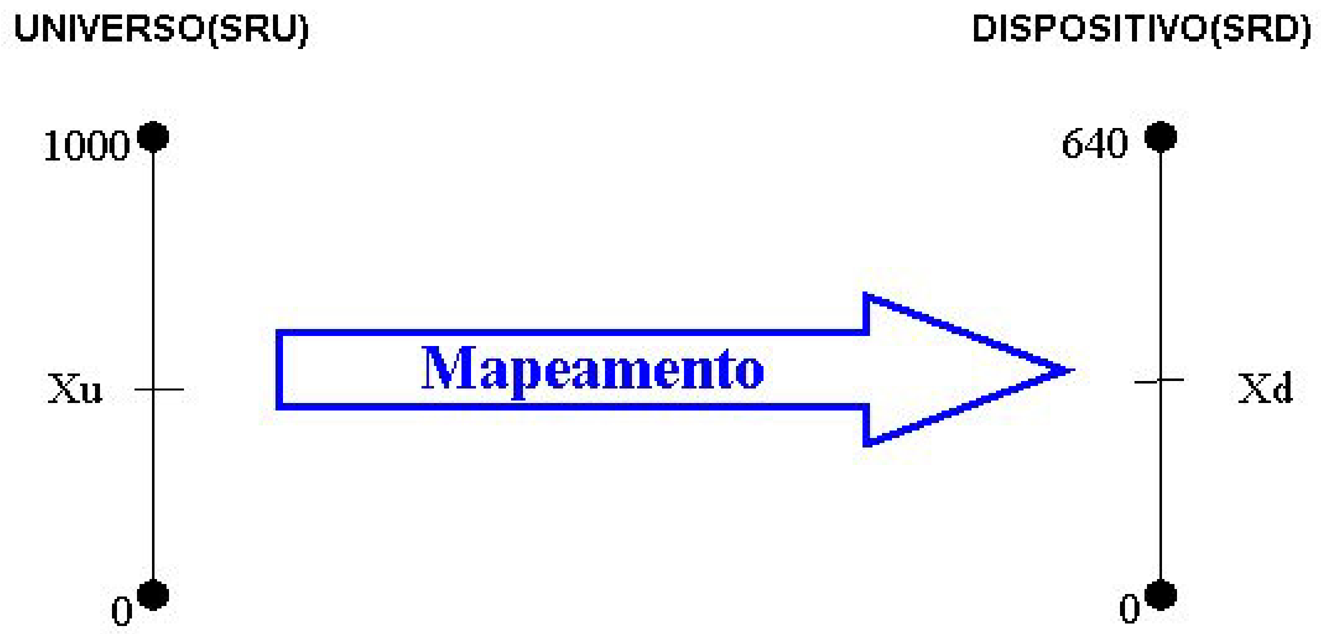
Como calcular os mapeamentos.

	Limites do SRU	Limites do SRD
mínimo	(0,0)	(0,0)
MÁXIMO	(1000,1500)	(640,480)
	Xu , Yu	**XD , YD**

Transformações entre Sistemas de Coordenadas

- Iniciando pela componente X temos, de acordo com o diagrama abaixo:

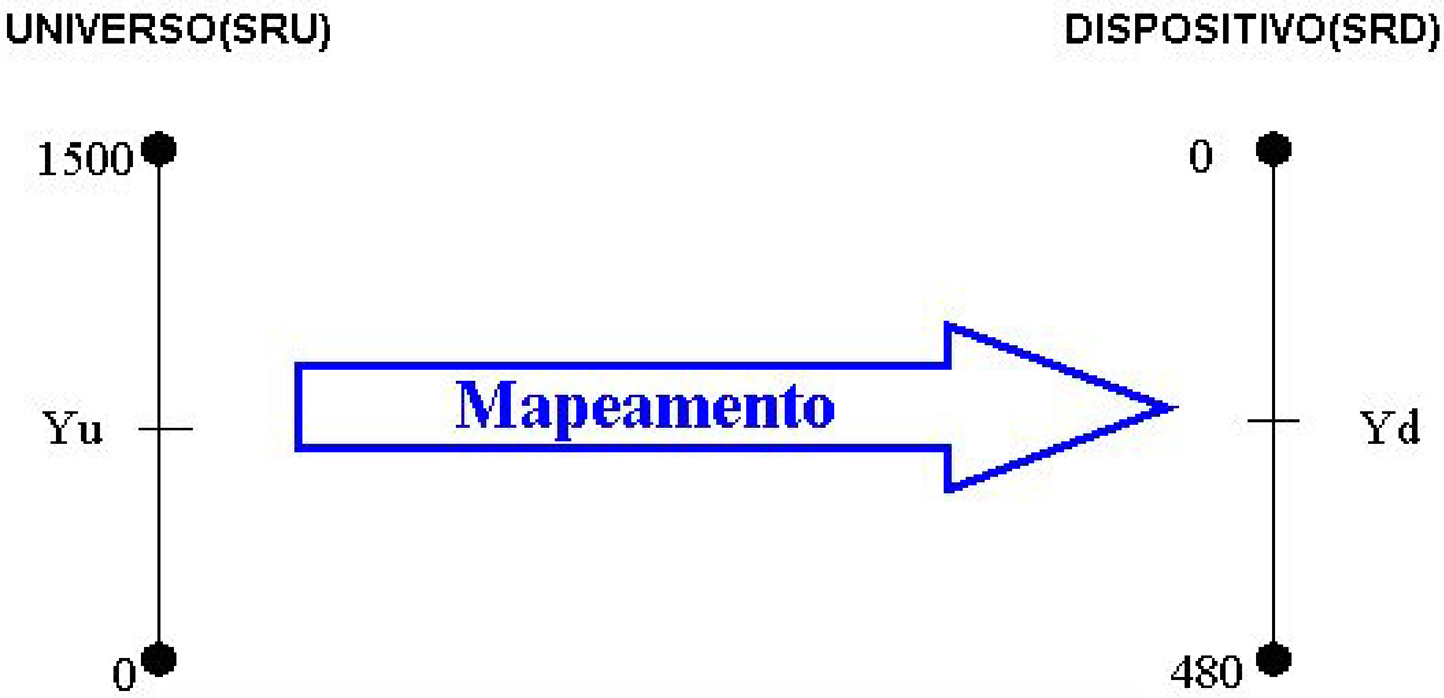
$$\boxed{X_D = \frac{X_U * X_{DMAX}}{X_{UMAX}}}$$



$$\frac{Xd - 0}{Xu - 0} = \frac{640 - 0}{1.000 - 0} \quad \text{ou} \quad Xd = \frac{Xu * 640}{1.000}$$

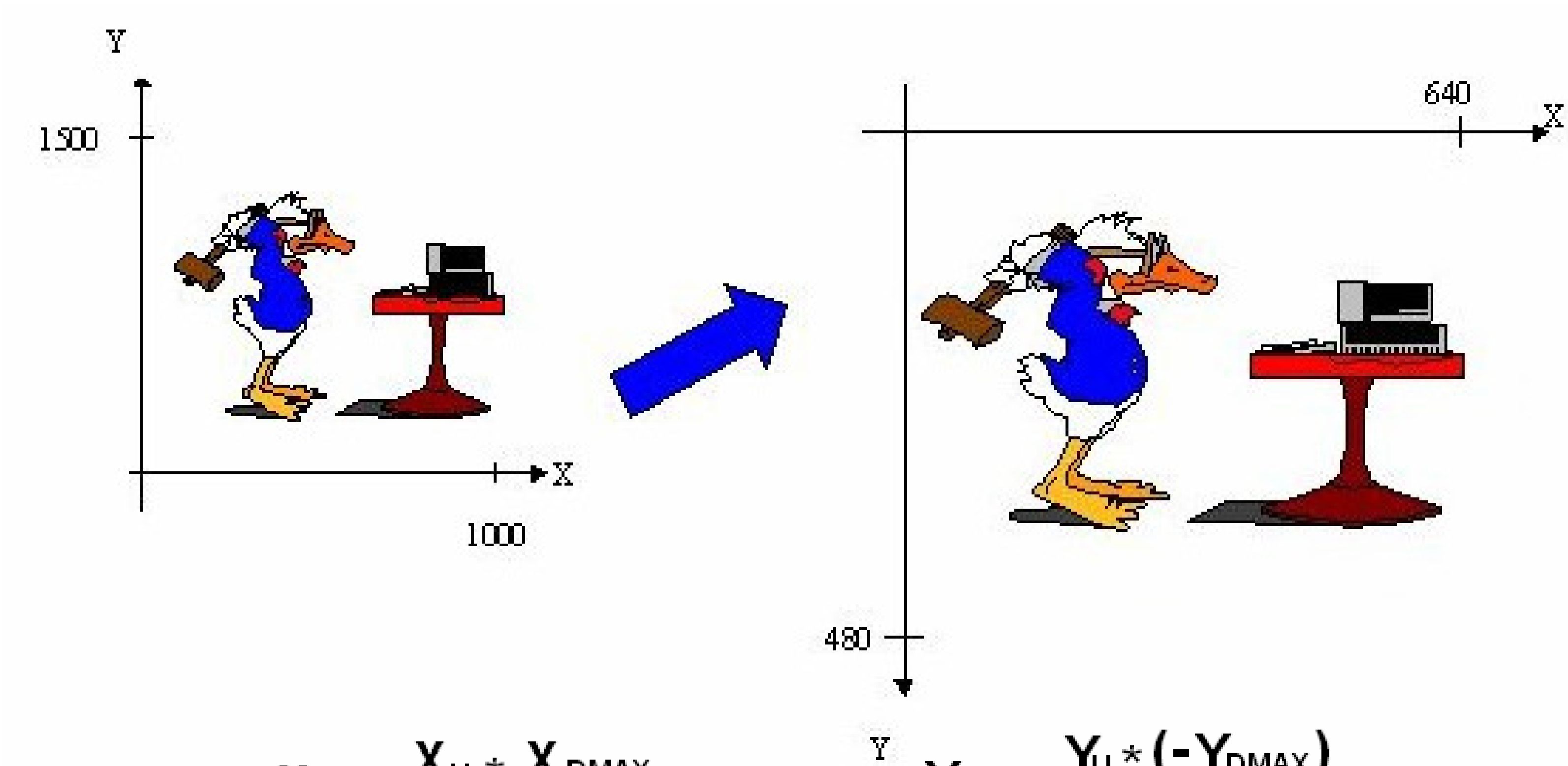
Transformações entre Sistemas de Coordenadas

- Para a componente Y temos: $$Y_D = \frac{Y_U * (-Y_{DMAX})}{Y_{UMAX}} + Y_{DMAX}$$



$$\frac{Yd - 480}{Yu - 0} = \frac{0 - 480}{1500 - 0} \quad \text{ou} \quad Yd = \frac{Yu * (-480)}{1500} + 480$$

Transformações entre Sistemas de Coordenadas genéricas



$$X_D = \frac{X_U * X_{DMAX}}{X_{UMAX}}$$

$$Y_D = \frac{Y_U * (-Y_{DMAX})}{Y_{UMAX}} + Y_{DMAX}$$

Transformações entre Sistemas de Coordenadas

Como calcular os mapeamentos.

	Limites do SRU	Limites do SRD
mínimo	(Xumin, Yumin)	(XDmin, YDmin)
MÁXIMO	(XuMAX, YuMAX)	(XDMAX, YDMAX)

E se os mínimos não fossem zero!

XD=[(Xu-Xumin)(XDMAX-XDmin)/(XuMAX-Xumin)]+XDmin)

YD=[(Yu-Yumin)(YDMAX-YDmin)/(YuMAX-Yumin)]+YDmin)

E se os limites fosse (0,1) i.e. se tivesse um Sistema de Referência Normalizado – SRN ?

É sempre mais inteligente incluir isso nos trabalhos e implementações

- Implemente isso em seu T1 para ir do sistema de coordenadas que você usou para definir seu objeto para um sistema que terá Limites do SRU (0,0) e (MaxX,MaxY).

- Faça a animação pedida no trabalho ficando sempre nestes limites.

- Descubra se na linguagem que você está usando é possível perguntar ao sistema operacional qual a resolução atual do videos.
- Se sim diga usea para fazer a transformação que sempre fique na tela ao se ver seu trabalho.

Window x Viewport

- Vamos chamar a área da SRU de: Window
- E a resolução atual da sua tela de Viewport
- Assim podemos dizer:
- Fazer um determinado lay-out no seu trabalho no SRD será incluir uma função que vai fazer a transformação Window -> Viewport
- E vice-versa, no caso se você deseja apontar na tela um ponto (SRD) pode saber onde ele estará nos pontos do SRU.

Trabalho 1 - **T1 - 26/09/2019**

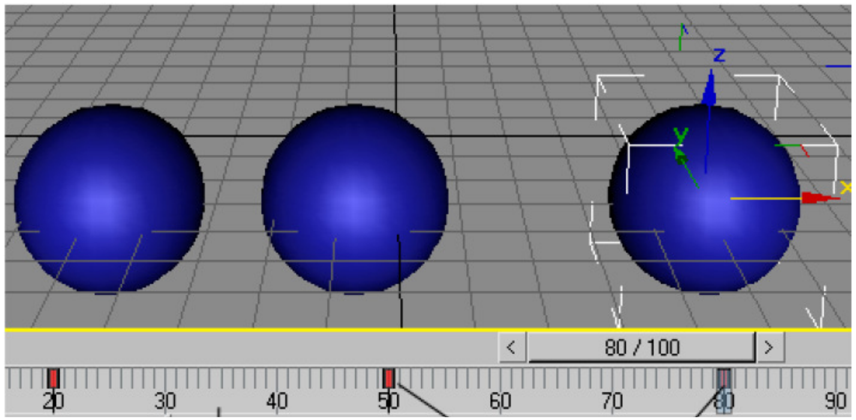
A idéia é você e seu grupo fazerem a animação de um **objeto deformável** que se desloque, parecendo que esta pulando (ou cisalhando) e girando (ou mudando de escala) ao mesmo tempo.

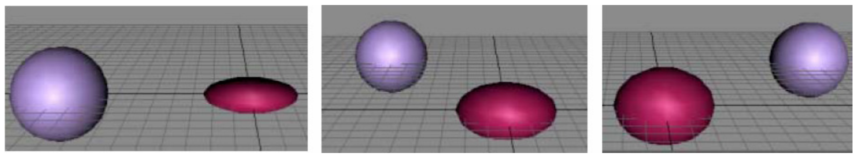
Esse deve ser **3D e** ter pelo menos **7 faces**.

A estrutura de dados destas faces e seus respectivos vértices deve ser apresentada.

Você pode escolher ter quantos quadros chaves quiser mas deve usar pelo menos **10 matrizes de transformações** simples que devem ser apresentadas.

O tempo correto da animação não será levado em conta, desde que tenha a quantidade de quadros adequados para o tempo de resposta posteriormente.





Trabalho 1 Implementação – cont.

- O trabalho pode ser feito em grupos de até 5 pessoas e em qualquer linguagem.
- Cada grupo deve escolher a seqüência de quadros chaves para seu objeto usando transformações 3 D ensinada em sala de aula (i.e. será feita por matrizes).
- Com o assunto da aula de hoje você já pode ir pensando na sua figura 3D e nas transformações em 3D que animará.
- Na aula que vem vamos ver como desenhar ela na sua tela 2D.
- Veja no site do curso como o trabalho do grupo deve ser entregue até 26/09/2019.

Obs.

1- O foco do trabalho é **objetos** , desenhar eles usando as diversos transformações, perspectivas e projeções**, as estruturas de dados criadas por vocês** (com a geometria dos vértices separada das relações de componentes das faces, denominado de topologia) e **transformações definidas como matrizes**.

2- No momento da criação dos objetos eles devem estar definidos no sistema de coordenada do objeto -SRO (ou seja com um ponto na origem do sistema de coordenada de cada um);

- Depois posicionados estão definidos no sistema de coordenada do universo - SRU. Dessa forma, não deixem de considerar todas essas transformações de coordenadas nos objetos.
- No momento de desenhar os objetos da cena deve ser utilizado o sistema de coordenadas do dispositivo - SRD.

3- Verificar **se seu objeto tem a numeração dos vértices descrita de maneira ordenada para fora do mesmo.**

Obs. cont.

- Finalmente não se preocupem muito com as interações com o usuário.
- A idéia da atividade é para motivar o entendimneto da teoria aprendida.

- Concentrem-se em gerar os objetos e as transfromações.

- Não podem ter 2 objetos iguais ou dois grupos com as mesmas matrizes de transformações.

- Estou as ordens caso queiram confirmar algo do que foi solicitado.