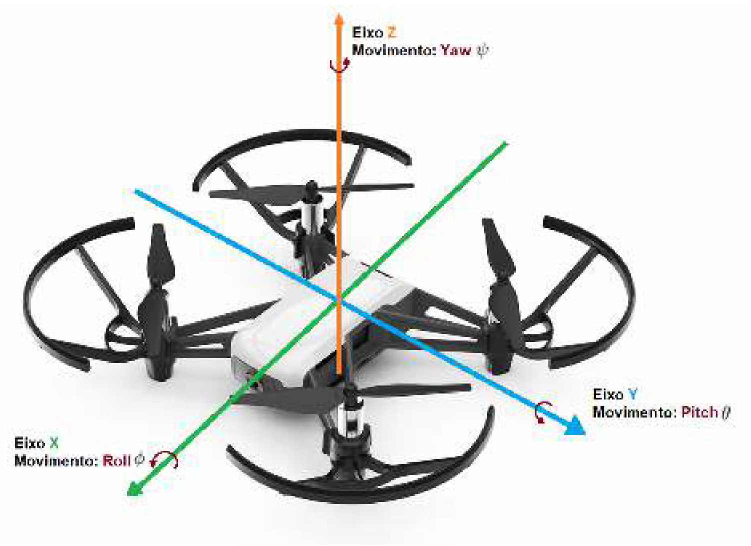


Transformações Geométricas em C.G.

Parte 2- Coordenadas Homogeneas

Cap 2 (do livro texto)

UFF - 2020.

Geometria Euclideana : 2 e 3D

- Geometria
  - Axiomas e Teoremas
  - Coordenadas de pontos, equações dos objetos

- Geometria Euclideana (2 e 3D)

- CG (objetos):
  - Topologia :Faces, arestas, vértices
  - Geometria (conjunto de coordenadas dos vértices)
  - Distância entre 2 pontos => métrica

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2} \text{ (Euclidean metric)}$$
$$d(x, y) = |x_1 - y_1| + |x_2 - y_2| \text{ (Manhattan metric)}$$

  - Comprimento dos vetores

$$u.v=\sum_{i=1}^{n} v_i u_i = produtointerno$$

Produto interno no R^n:*(inner product ou dot product)*

- comprimento ou norma: $||u|| = |u| = (u.u)^{1/2}$,

- um vetor com comprimento 1 é chamado **normalizado** ou **unitário**

- **normalizar** um vetor => $u / ||u||$

- distância entre 2 pontos:PQ =>comprimento do vetor Q-P

Como se calcula a distância entre os pontos P=(1,1,1) e Q=(2,3,1) ?

Vendo esses pontos como vetores, como eles são transformados em vetores normalizados, ou unitários nas direções OP e OQ?

(complete com suas palavras)

Dividindo eles pelo seu comprimento!

Produto interno no R^n:

(inner product ou dot product)

$$u \cdot v = \sum_{i=1}^{n} v_i u_i = produto interno$$

$$(u \cdot v) = |u|\,|v| \cos(ß)$$

ângulo entre 2 vetores: u, v
arco cosseno de

$$= (u \cdot v) / |u|\,|v|$$

Vendo os pontos (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1) , (1,1,1) e (2,3,1) como vetores, qual o ângulo entre eles?

Quantos destes vetores são vetores unitários ou normalizados?

(complete com suas palavras)

Quando eles tem comprimento = 1 !

Produto interno no R^n:

$$u \cdot v = \sum_{i=1}^{n} v_i u_i = produto interno$$

$$(u \cdot v) = |u|\,|v| \cos(ß) = 0$$

(inner product ou dot product)

2 vetores: u, v

são chamados **ortogonais** se forem perpendiculares, ou seja se o ângulo (ß) entre eles for 90 graus

como o cosseno de 90 graus = 0

$$(u \cdot v) = |u|\,|v| \cos(ß) = 0$$

Logo w e u são ortogonais a um vetor v se...

(complete com suas palavras)

Se o Produto interno for = 0 !

!

Bases ortonormais

Uma base é **ortogonal** se os vetores que a compuserem forem mutuamente **ortogonais**.

Uma base é **ortonormal** se os seus vetores além de **ortogonais** forem normalizados (unitários).

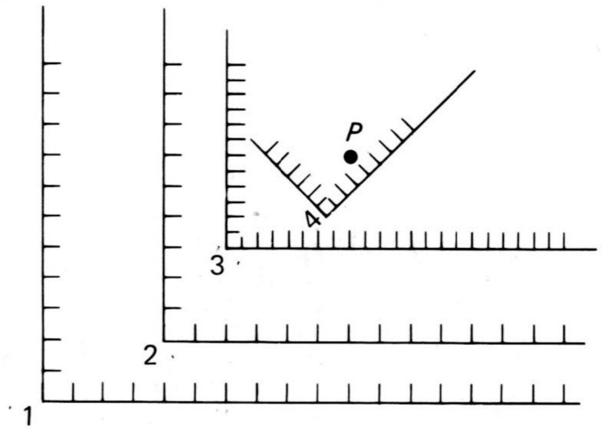
As 4 bases ao lado

são ortonormais ?

(complete com suas palavras)

Sim pois o Produto interno entre elas é =

E cada vetor da base tem comprimento = 1



Transformações elementares!

- *Definição informal:*

São as que olhando a matriz ou a forma como é feita se percebe "facilmente o efeito"

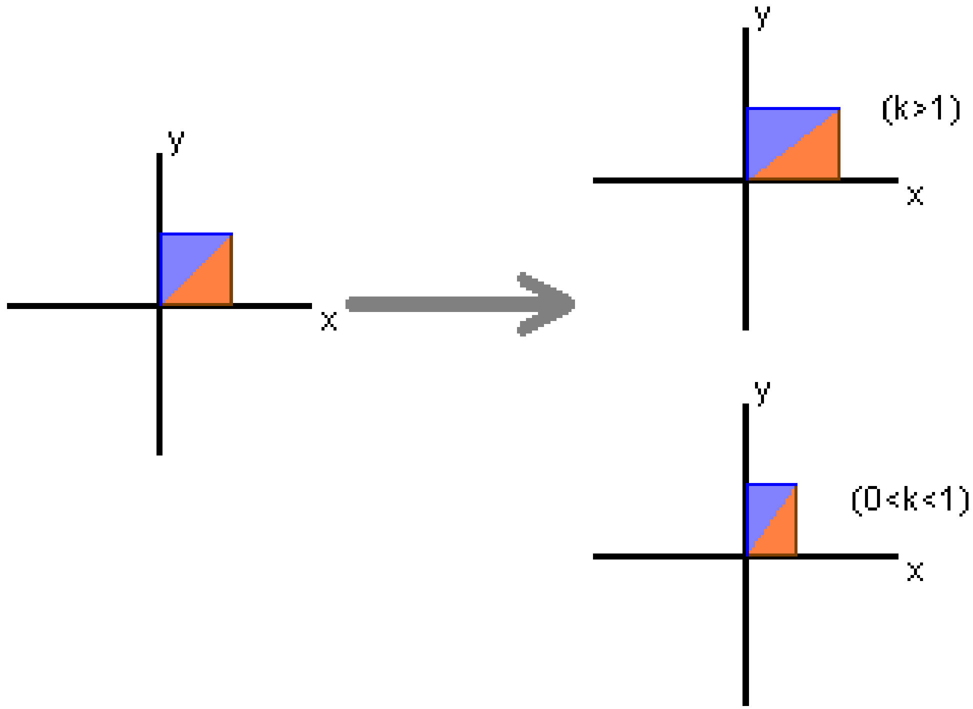
por exemplo:

- somar *u* , *v* vetores determina translação .
- Multiplicar por *T* matriz quadrada *n* x *n* com valores na diagonal principal causa:
  - *mudança de escala (se $\neq$ 1)* ou
  - *reflexão (se <0).*

Diagonais principais

Escala em uma direção (horizontal)

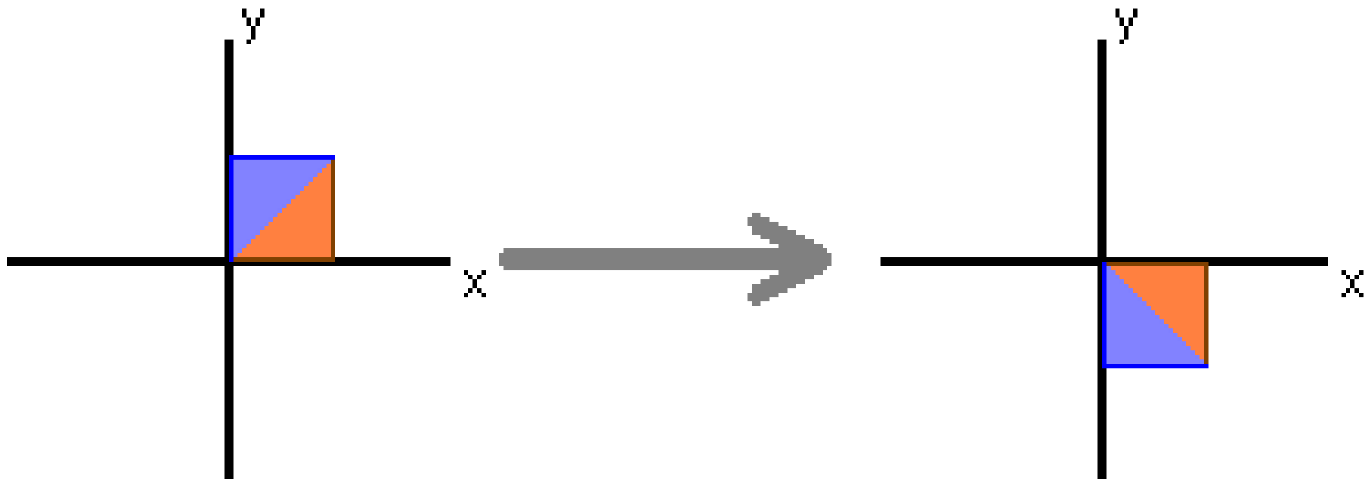
$$S_x = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$



Diagonais principais

Reflexão em Relação ao Eixo X

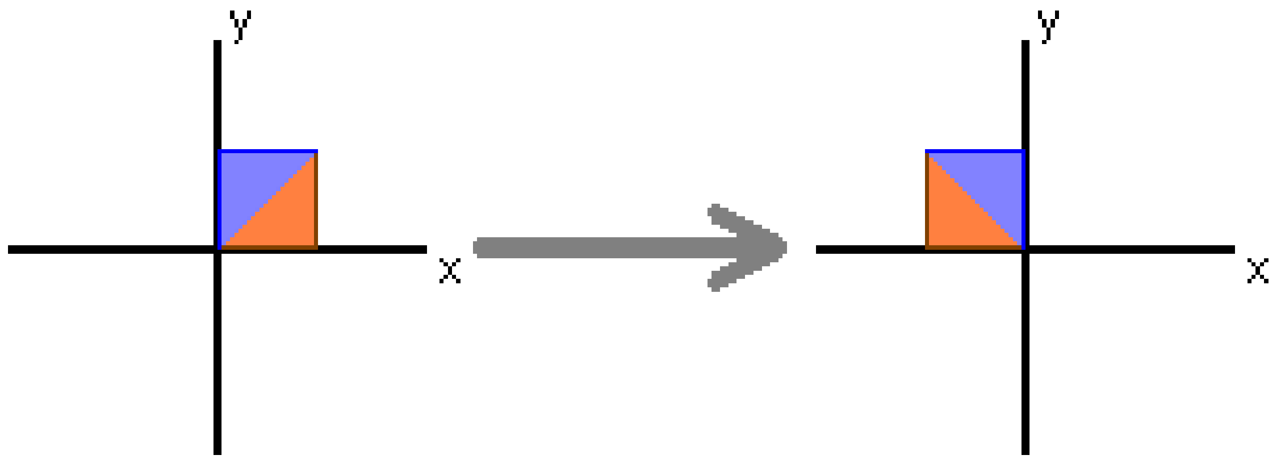
$$Rfl_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$



Diagonais principais

Reflexão em Relação ao Eixo Y

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



Como fica a reflexão em torno da origem?

- Multiplico as 2 matrizes!

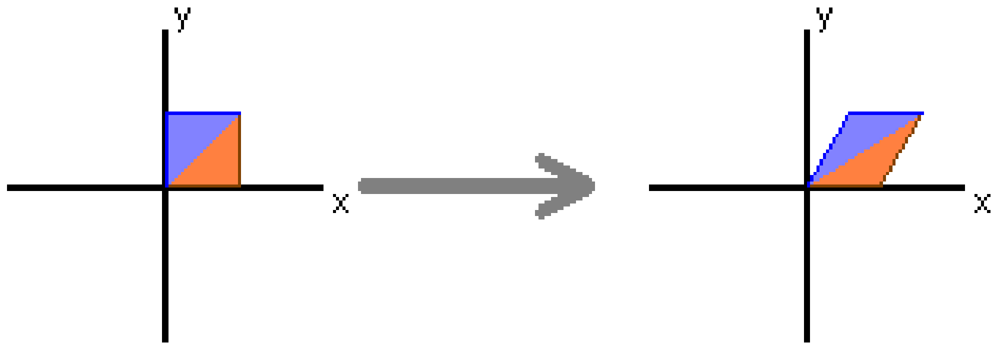
$$Rfl_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \qquad Rfl_y = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Como fica a reflexão em torno da origem mudando a escala ?

Combino (multiplico) as 3 matrizes anteriores !

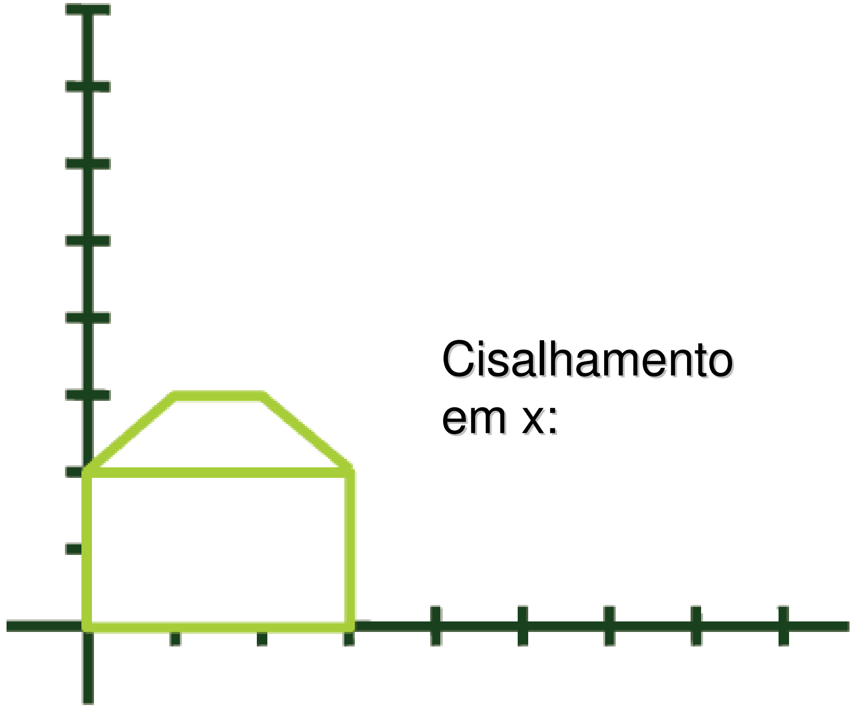
Cisalhamento em X

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



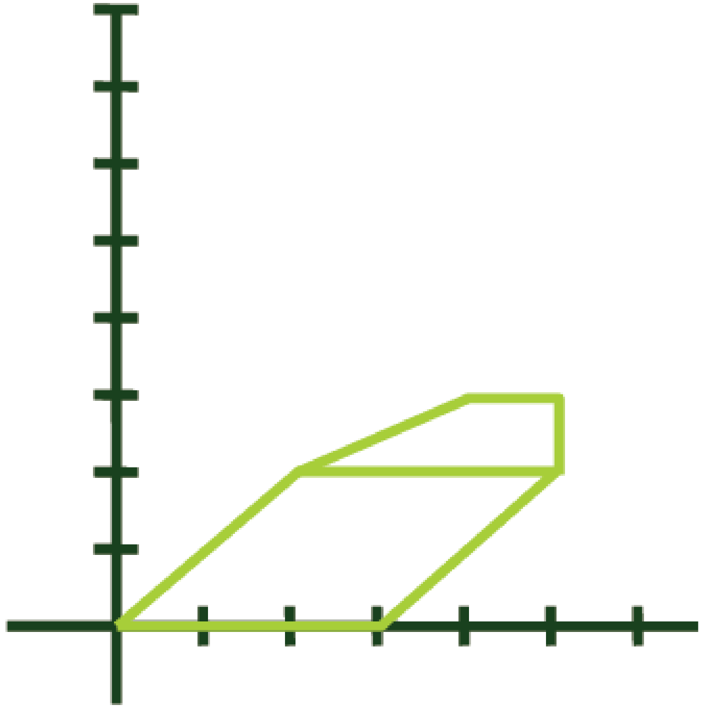
Um efeito ou movimento conhecido pode ser levando para qualquer objeto apenas Multiplicando a matriz dele pelas estruturas de dados do objeto que voce quer transformar !

Diagonais secundárias



Cisalhamento
em x:

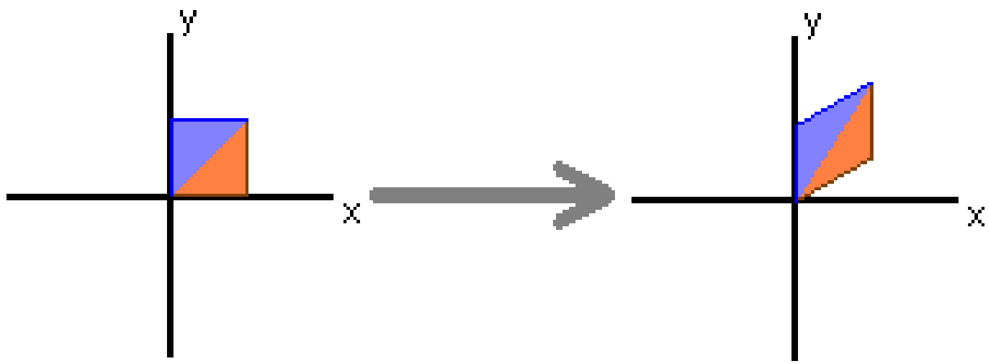
$$\kappa_x = 1$$
$$\kappa_y = 0$$



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

Cisalhamento em Y

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



Como fica o cisalhamento em ambas as direções?

Multiplicando as duas matrizes voce combina os efeitos!

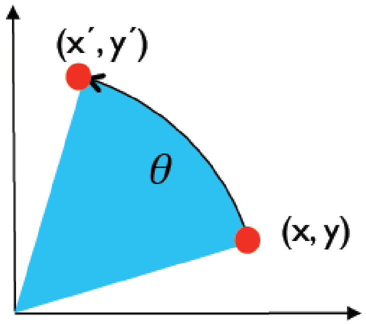
E isso pode ser feito indefinidamente, depois que voce entendeu o que cada transformação elementar causa !

Apenas precisa fazer isso na ordem correta!

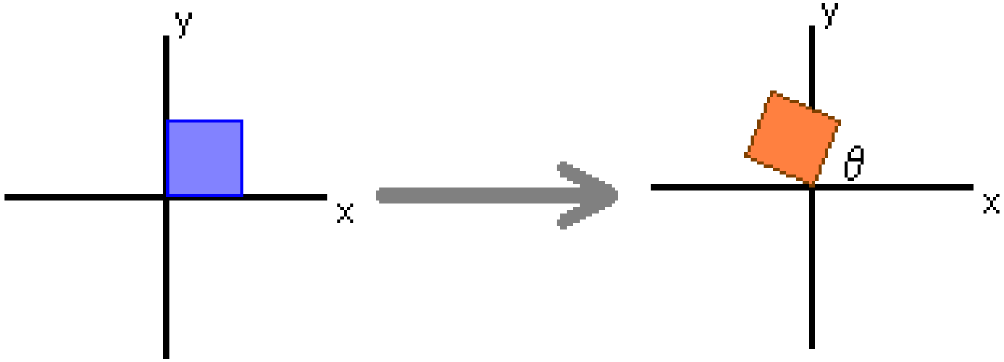
Por exemplo quero dobrar o tamanho do objeto na horizontal e girar ele de 90 graus é completamente dependente da ordem em que fosse faz essas operações :

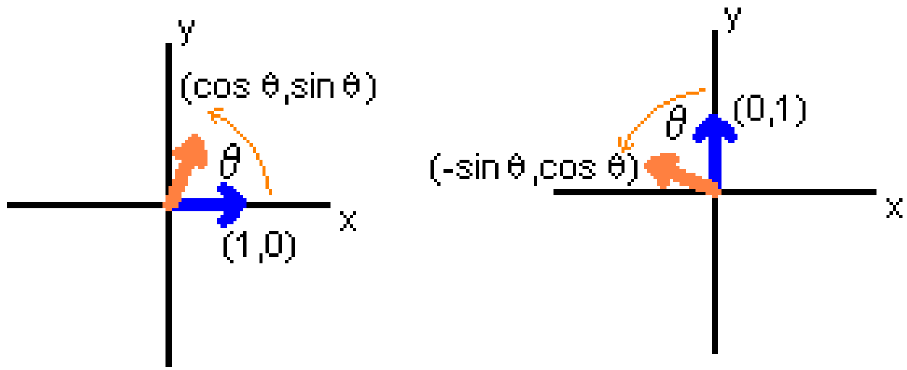
Então tem que fazer os **efeitos na ordem correta**!

Rotação em torno da origem



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



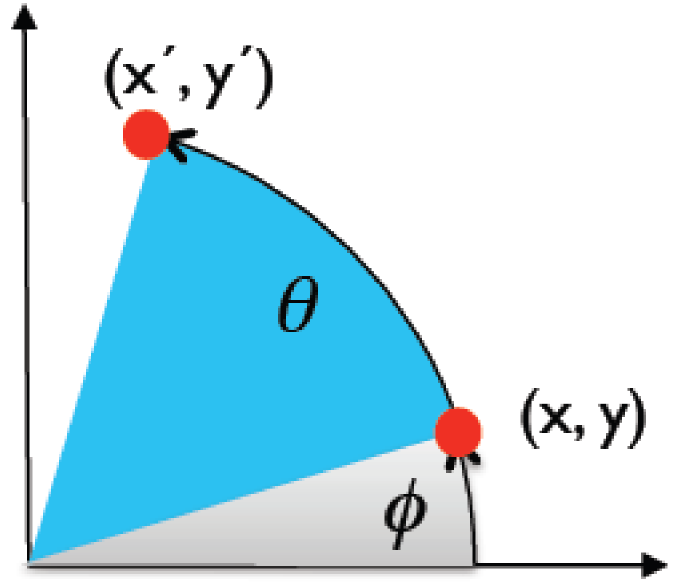


Como esse chegou a essa fórmula:

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

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

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



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

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

TODAS AS DEMAIS Transformações

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

Transformações

- Afim
  - Transf. Lineares + translações.
  - Conceitos:
    - multiplicação de vetores (*u* , *v* , *w*) e matrizes *T*
    - soma de vetores.

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

    - Vetores => (linha ou coluna)
    - Transposta (T^T i,j) = (T j,i)
      - $(AB)^T = B^T A^T$

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

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

Transformações afins genéricas!

Cada coluna descreve as coordenadas de a,b,c,d

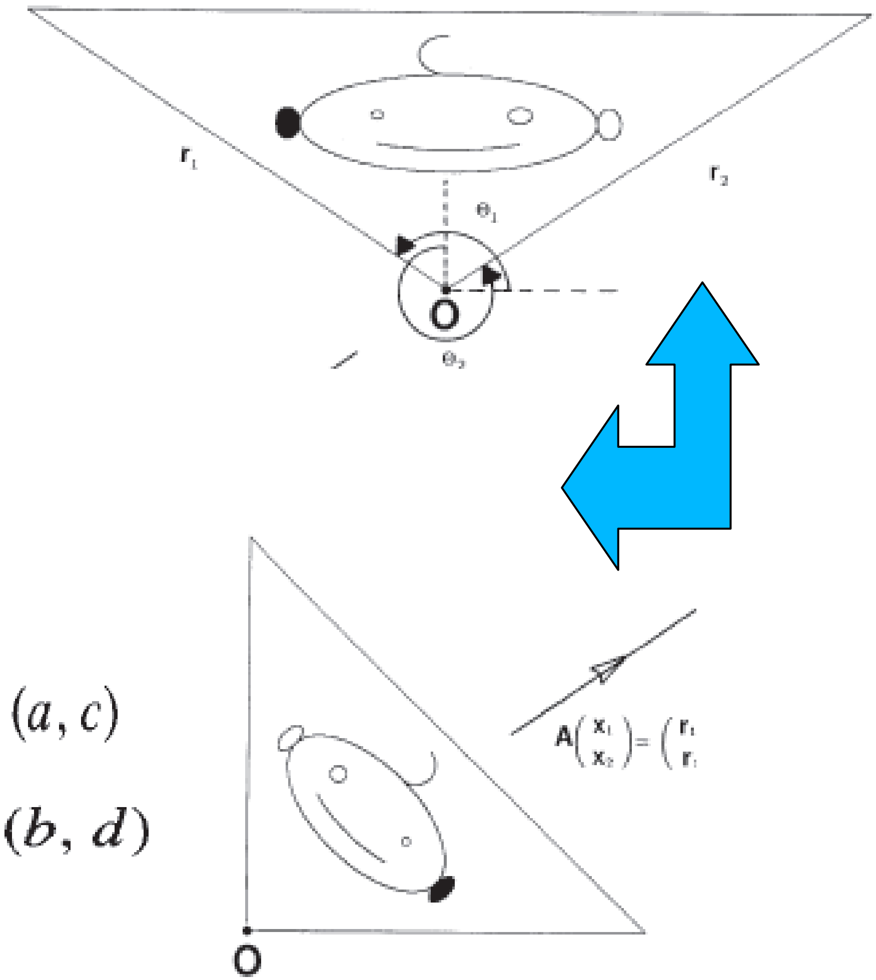
$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} = Ax + t$$

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_1 \cos\theta_1 & -r_2 \sin\theta_2 \\ r_1 \sin\theta_1 & r_2 \cos\theta_2 \end{pmatrix}$$

(r_1, θ_1) are the polar coordinates of the point (a, c)

$(r_2, (\theta_2 + \pi/2))$ (b, d)



Transformações Rígidas

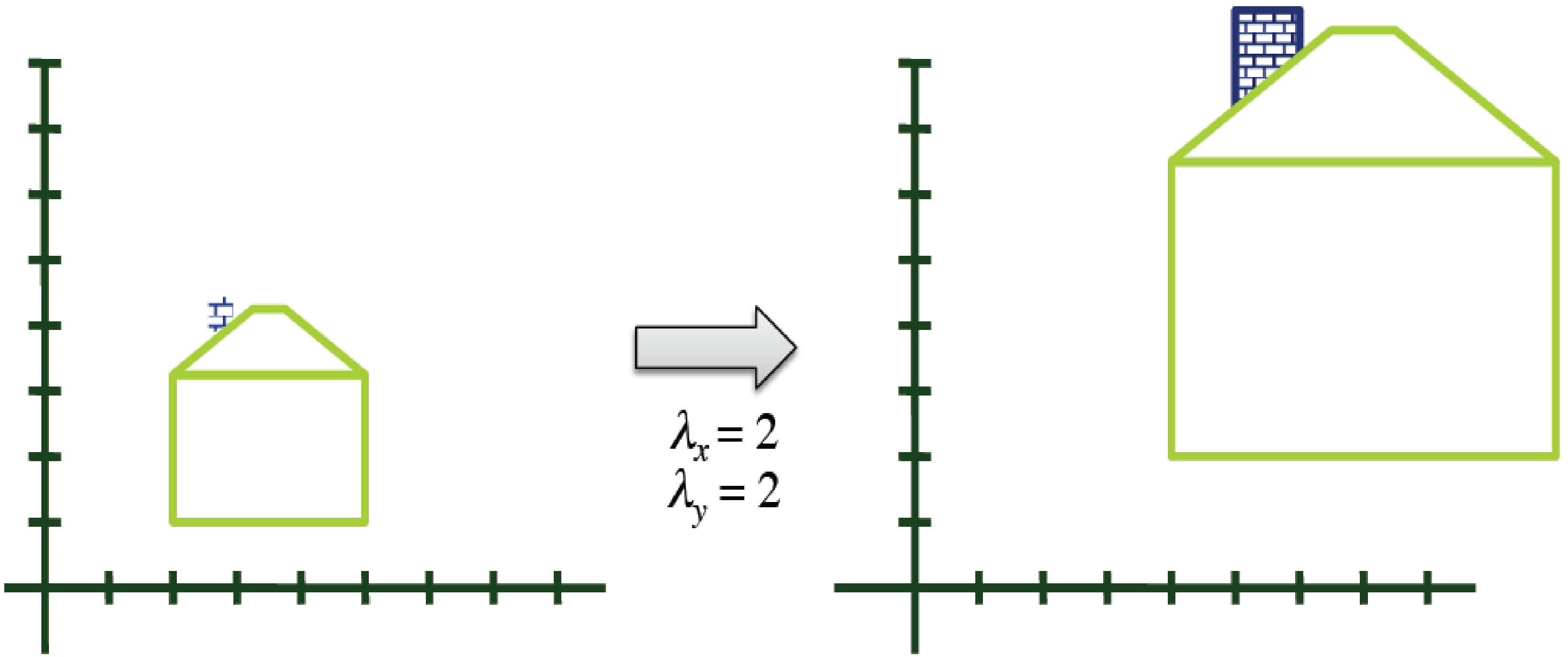
- Rotações, Reflexões e Translações.
  - Preservam ângulos e comprimentos.
  - Para matrizes ortonormais a Inversa é a matriz transposta ($T^{-1} = T^{T}$).

Importante: conceito de rígida e linear (ou afim) é diferente?

Cisalhamento é rígida?

E a **mudança de escala**? (chamada em Algebra Linear de **homotetia**)

Mudança de escala Não é uma T. rígida!



Transformações Rígidas

- Rotações, Reflexões e Translações.
  - Preservam ângulos e comprimentos.
  - Para matrizes ortonormais a Inversa é a matriz transposta ($T^{-1} = T^{T}$).

Conjunto de transformações geométricas: **translações** e **rotações** (também designadas por isometrias).

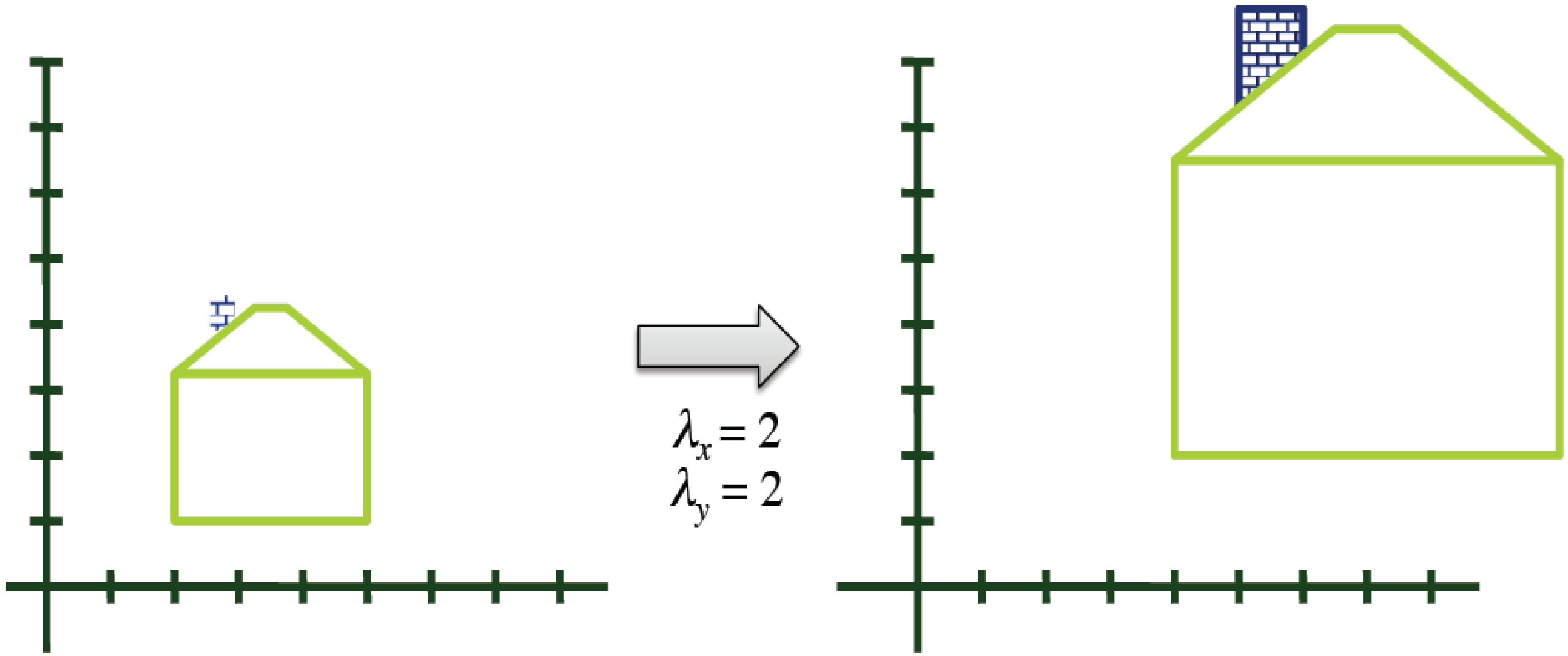
Invariante

- distância entre pontos.
- ângulos, comprimentos, áreas, volumes

Se o objeto não está na origem!!

Também sofrerá uma translação

Para usar as matrizes elementares, deve-se transladar o objeto para a origem!



Composição de Transformações

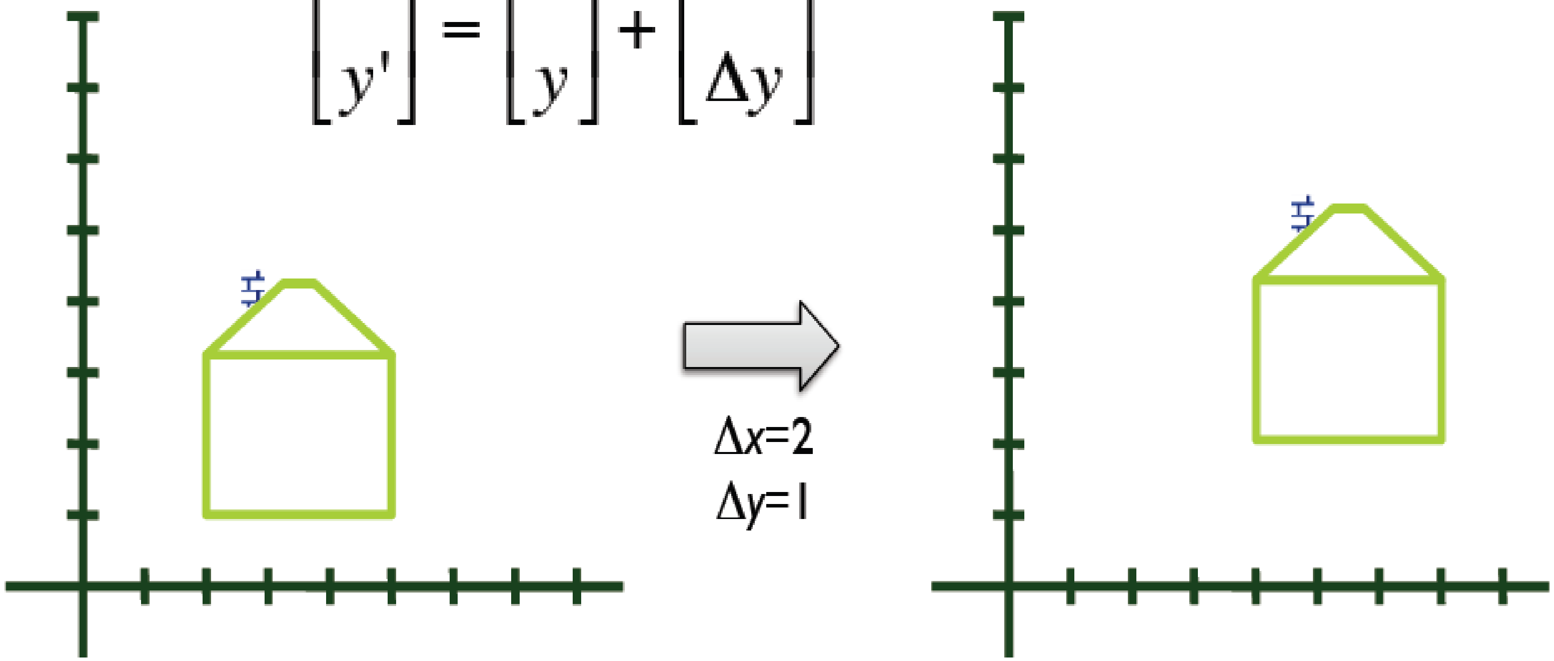
- Quando for necessário transformar um objeto em relação a um ponto ***P*** arbitrário:
  - Translada-se ***P*** para origem.
  - Aplicam-se uma ou mais transformações elementares por multiplicação.
  - Aplica-se a transformação desejada (mesmo não lineares definida em uma forma mais simples).
  - Aplica-se a translação inversa: ***-P***

Objetos em CG: Basta multiplicar *T* aos vetores ou pontos do objeto

MAS TEMOS UMA PROBLEMA:

A translação não é uma transformação obtida por multiplicação.

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



coordenadas homogêneas

coordenadas homogêneas ???

(Para simplificar nossa vida passaremos
ao R2 em
coordenadas homogêneas)

? ? ? ? ?

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).

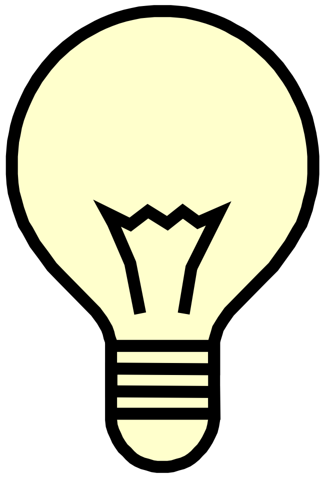
coordenadas homogêneas

Mas isso é uma complicação ???

(**aparentemente** , na verdade é uma elaboração mais complexa mas muito simples e ao mesmo tempo muito inteligente !)

É com inteligencia e não com força bruta que se evolui......

Não é mesmo ? ? ? ? ?



Matriz de Translação

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

Transformações elementares
por multiplicação em coordenadas não
homogêneas, ficam iguais em
homogêneas!

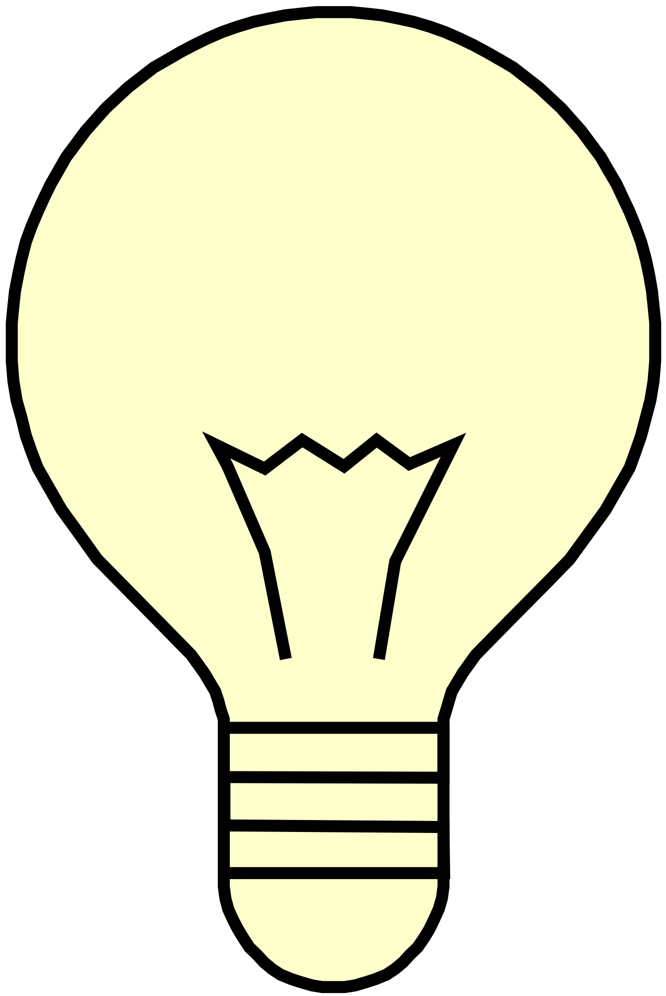
$$M = \begin{pmatrix} a & c & 0 \\ b & d & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ax+cy \\ bx+dy \\ 1 \end{pmatrix}$$

Mas agora todas podem ser combinadas de mesma forma

Ou concatenadas

Apenas com **multiplicação de matrizes** ! ! ! !

Olha que simplificação ! ! !



Em coordenadas homogêneas as matrizes anteriores

- Devem ser 3 x 3 para as mesmas transformações afins bidimensionais.
- Sua forma mais generica possivel será:

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

Todas as transformações elementares por multiplicação ficarão na forma:

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

Conjunto de transformações afins (ou afinidades): translação, rotação, **variação de tamanho** (*scaling*) e **cisalhamento** (*shearing*).

E a Translação será na forma de Matriz de Translação:

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

Resumindo as Transformações elementares em 2D

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \Delta x \\ 0 & 1 & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

Translação

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_x & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

Variação de Tamanho

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

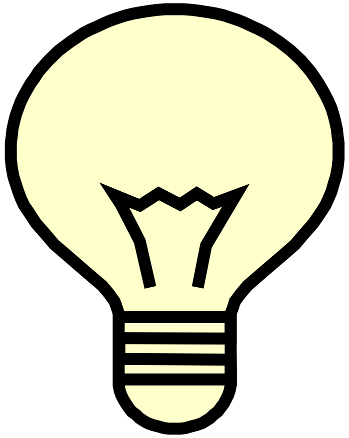
Rotação

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \kappa_x & 0 \\ \kappa_y & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

Cisalhamento

Em coordenadas homogêneas as matrizes anteriores ficarão no maximo na forma de uma única generica com 9 elementos (o que fica uma forma inteligente e muito elegante de se programar em CG) :

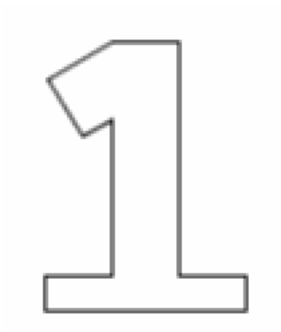
$$M=\begin{pmatrix} a & c & m \\ b & d & n \\ p & q & s \end{pmatrix}$$



Ainda que ate agora

A gente so saibe para que serve 7 deles !!

7 ? ?



Sim!!

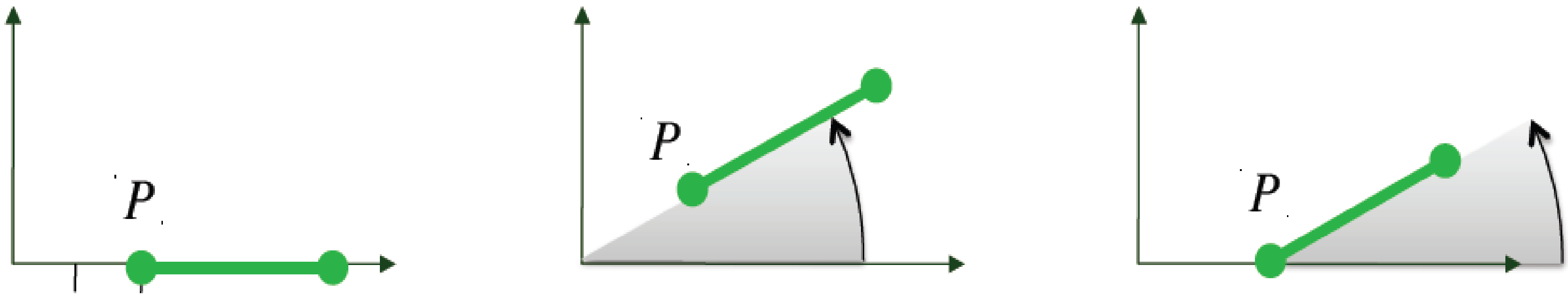
O que ocorre se a posição ligada a coordenada homogenea for alterada?

Exatamente voce dara um **Zoom in** ou um **Zoom out** imediatamente no objeto!!!

Exemplificando

Voce já deve ter notado que é muito mais inteligente e **eficiente computacionalmente** fazer uma combinação de feitos e depois multiplica-los uma única vez pelos pontos do seu objeto do que a cada matriz definida multiplicar todos os INFINITOS PONTOS DO OBJETO (mesmo a gente só usando os vértices para isso) , não é mesmo ? !

Imagine que se queira rodar o segmento de reta (2,0)(5,0) em torno de (2,0)

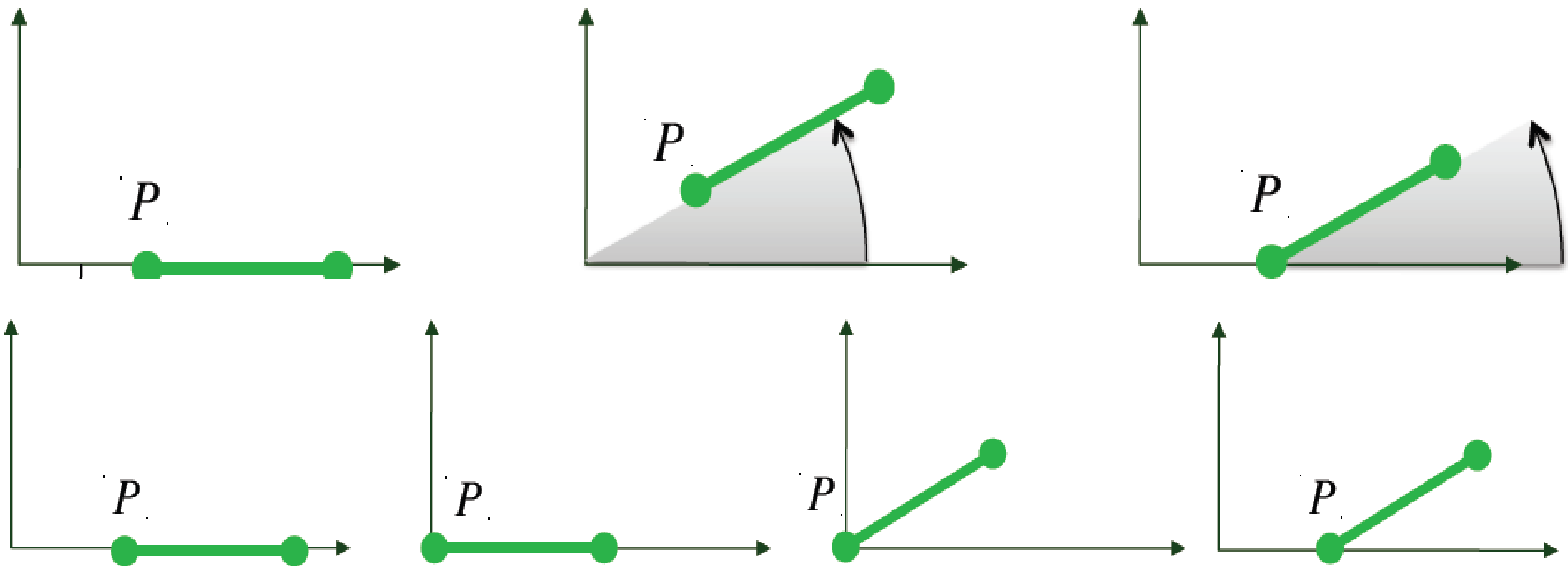


Em coordenadas homogêneas voce sabe rodar em torno da origem!

Mas não em torno de um ponto generico! ! (que é esse caso)

mas (usando sua inteligencia) no maximo voce precisa lembrar um pouco desta aula e assim:
de forma inteligentem eficiente e muito elegante você .....

translada (2,0) para o origem gera e volta para (2,0) ! *(e resolve o problema !)*



$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} 1 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

Composição de Transformações afins

- O operador de composição é o produto de matrizes.
- É uma consequência do Axioma da Associatividade da geometria afim e da dimensão 3x3 das matrizes associadas às transformações afins 2D.
- A ordem de composição de transformações afins é relevante.
- O produto de matrizes não é uma operação comutativa.
- A geometria afim não satisfaz o Axioma da Comutatividade.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 & \Delta x \\ 0 & 1 & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} \lambda_x & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right) . \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

Transformações Rígidas

- Rotações, Reflexões e Translações.
  - Preservam ângulos e comprimentos.
  - Para matrizes ortonormais a inversa é a matriz transposta ($T^{-1} = T^{T}$).

Conjunto de transformações geométricas: **translações** e **rotações** (também designadas por isometrias).

Invariante

- distância entre pontos.
- ângulos, comprimentos, áreas, volumes

E as outras 2 posições da matriz ?

Serão sempre zero!!!

Em 2d Praticamente sempre (a menos que se queria fazer efeitos especiais) .

Mas elas são muito importantes em 3D, pois tem um efeito super hiper importante e muito estraordinario quando dominado....

(que ocorre mesmo em 2D , ainda que um tanto estranho por hora . . . .)

Imagine que temos como transformação

Quase a Identidade, a menos destas posições que ainda não usamos isto é . . .

(vamos ver o que ocorre se tivermos usando em um objeto , pode ser um simples quadrado, uma matriz com valores quaisquer, como:)

Transformação Perspectiva

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

Mudamos o homogeneo de cada ponto!

E temos que re escalar cada um para nossa convenção antes de pensar em usar ele!!!

Vamos ver o que isso causa?

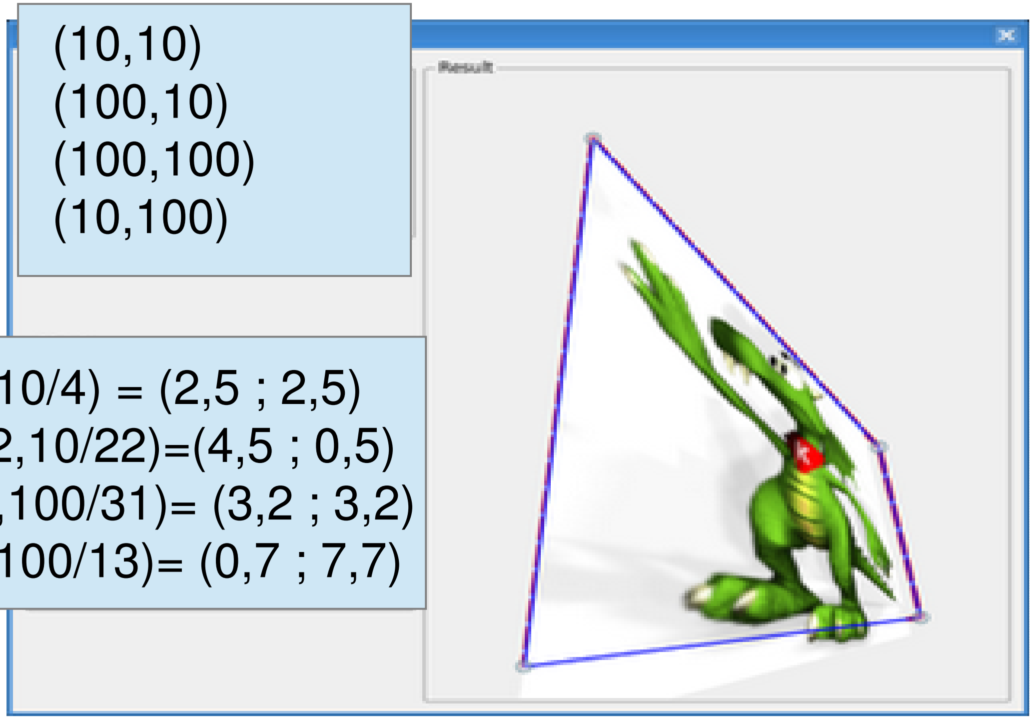
(- Como?

- Fazendo as contas....)

Transformação Perspectiva 2D

p = *0,2* e **q = *0,1***

(x , y ,1) - > (x , y , px+qy+1)



(10,10)
(100,10)
(100,100)
(10,100)

(10/4,10/4) = (2,5 ; 2,5)
(100/22,10/22)=(4,5 ; 0,5)
(100/31,100/31)= (3,2 ; 3,2)
(10/13,100/13)= (0,7 ; 7,7)

Outro efeito interessante

- Ocorre quando a homogenea for um número muito pequeno....

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

- Mas muito pequeno mesmo!

λ = 0,01 ,
λ = 0,001 ,
λ = 0,00 000 001 ,

- Infinitesimal (tentendo a ZERO!!!!)

$\lambda \rightarrow 0$

O ponto fica infinitamente grande !!!)

Efeito em um ponto no infinito

(pedindo desculpa aos matemáticos pela notação!)

(vamos "facilitar nossa vida" fazendo assim:)

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

Isso faz com que se perca

A noção da Geometria euclidiana de que a retas paralelas não se encontram.....

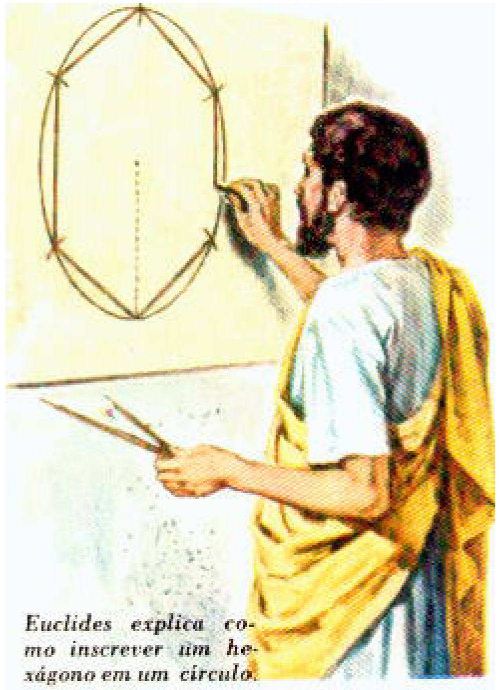
E se perca ao fazer o desenho a ideia de paralelismo depois da transformação.....

Aquela coisa da Geometria euclidiana de que paralelas não se encontram (ou se encontram no infinito !) (Já falamos nisso no Tema 2...)

Euclides

(+ - 300 a.C.) foi um professor, matemático e escritor **grego**, muitas vezes referido como o "Pai da **Geometria**".

Além de sua principal obra, Os Elementos, **Euclides** também escreveu sobre perspectivas, seções cônicas, **geometria** esférica, teoria dos números e rigor nas provas e demostrações.



Euclides explica como inscrever um hexágono em um círculo.

Se não lembra volte lá !

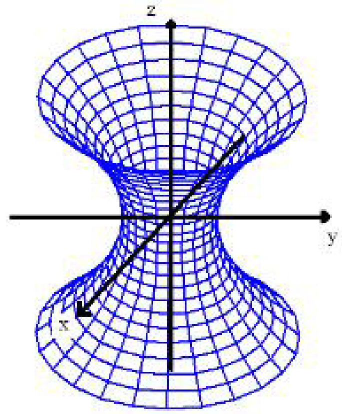
No seculo 19 se descobrir que havia

Outras geometrias alem da Euclides (de antes de Cristo) !

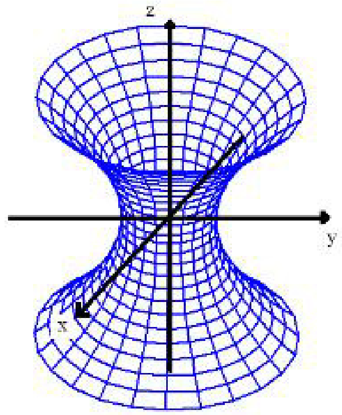
Aqui no seculo 21 voce não sabia disso?

Assim nasceram as geometrias não-euclidianas.

2 delas tem tudo a ver com paralelismo, nossas viagens pela Terra, pelo Espaço e os sistemas GPS de comunicação atuais:



geometrias não não-euclidianas.



Como as desenvolvidas por

Lobatchevski e **Riemann** (voce pelo menos lembra da integral de Riemann que aprendeu em Calculo ?).

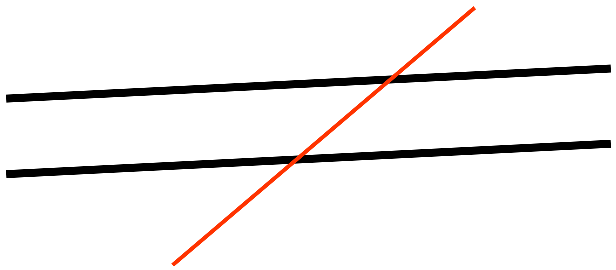
Uma se chama **Lobatchevskiana** (Nicolai Ivanovitch Lobachevski, russo 1793-1856) permite explicar o Universo em Expoação (Teoria do Big Bang) e

a outra **Riemanniana** (Georg Friedrich Bernhard Riemann, alemão, 1826-1866), permite explicar os fuso horarios na superficie da terra, viagens em nosso planeta, etc.

Nas duas a ideia das

Retas paralelas não se encontrarem nunca foi retirado do conjunto de axiomas da Geometria.

Ele está “sobrando” mesmo e, já existe para verificar o “paralelelismo” o de retas paralelas cortadas por transversal fazerem 4 angulos iguais.



Onde as paralelas

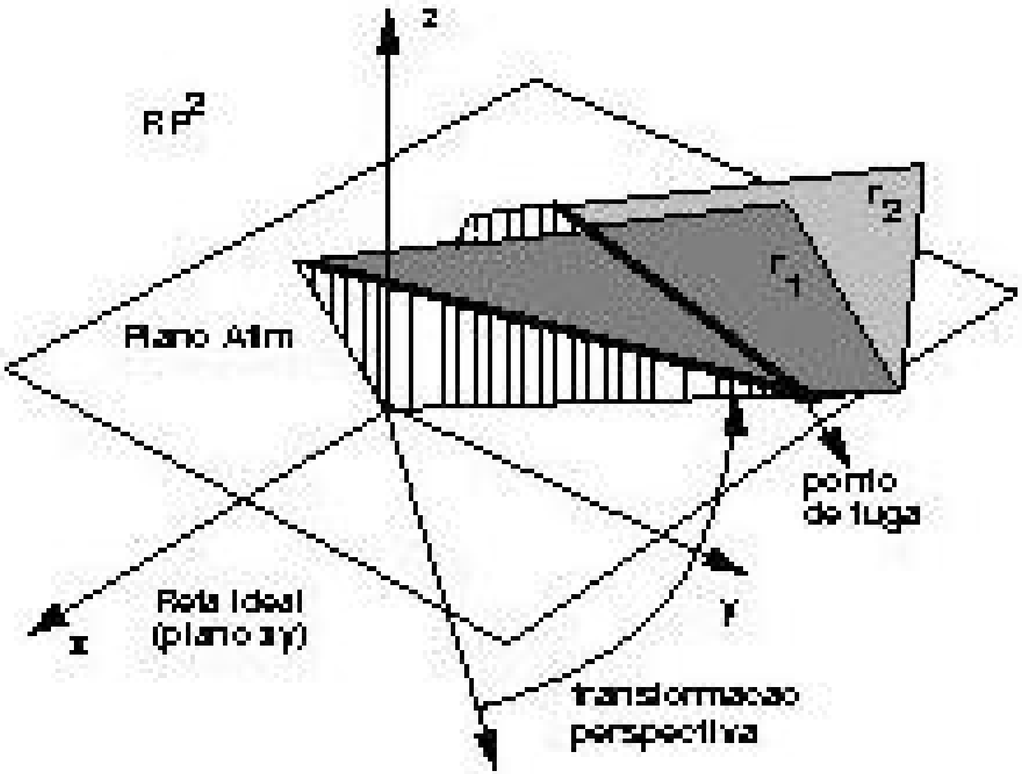
- Se encontram em cada geometria......

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

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 $[0,y,0]$.

Ponto de Fuga

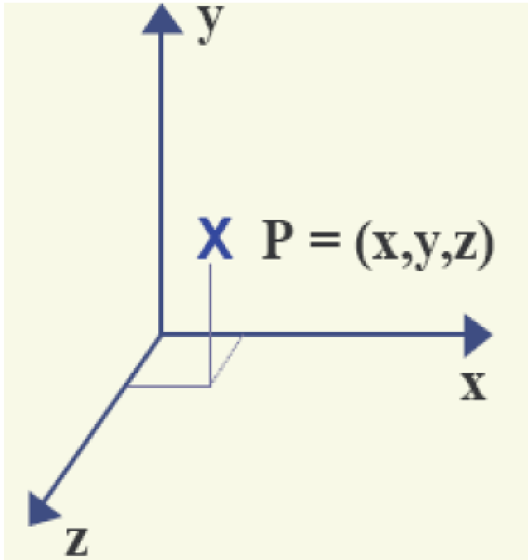


mas esse é assunto de

Uma proxima parte deste Tema.......

Primeiro vamos passar ao mundo real , onde nossos objetos residem..... o

Espaço 3D



- Um ponto do espaço 3D é definido como:

$$P = [x , y , z]$$

Por exemplo (1,2 ; 0,4 ; 1,7)

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

(1,2 ; 0,4 ; 1,7 ; 1) ou (12 ; 4 ; 17 ; 10), etc...

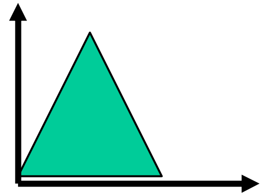
Trabalho 1

Vamos continuar o Trabalho 1,

Como vai seu desenho das estruturas de dados triangulares usadas para desenhar objetos dos grupos deste curso usando as

Estrutura de dados baseada **Faces** e Vértice

Por exemplo



- Voce lembrou que para cada um **triângulo**, ser um **objeto**, você teria 2 estruturas.
- Uma lista de **faces:** onde cada face tem definido seus **vértices**.
- E uma lista de **vértices** com as coordenadas horizontal e vertical de cada um dos vértices (a homogenea pode aparecer ou não pois se não for 1 , e $\neq 0$, voce pode optar por transformar para 1 logo).

Ft1	Vt1	Vt2	Vt3
Ft2	Vt1	Vt3	Vt2

Vt1	Vt2	Vt3
5	10	0
10	0	0
1	1	1

Caso tenha algum problema agora é a hora de conversarmos

Pois vamos continuar o Trabalho 1,

Que antes teve enunciado ate o item 4:

Trabalho 1

(planejamento da implentação)

Vocês devem geral um objeto 2D (que depois ficará 3D)

Ele tem que ter pelo menos 20 faces e todas elas serem triangulares.

A ideia é :

1-você trabalhar em grupo (de até 3 pessoas) ;

2-mostrar a professora 3 figuras 2D onde se escolhera uma para ser implementada nos próximos trabalhos para cada grupo.

3-Depois você e os colegas que pertençam ao seu grupo vão apresentar o projeto da estrutura de dados e da geometria (na aula de 06/10).

4-Essa será implementada em grupo (em qq linguagem) no decorrer dos trabalhos do curso (no qual teremos notas e avaliação continuadas, como combinamos deste o inicio do mesmo).

Agora continuando....

Quando voces poderão mostrar em sala de aulas, o resultado da implementação e os detalhes específicos pedido no código que seguem no item 5.

Mas antes um detalhe :

As faces da frente do seu OBJETO devem ter cor diferente das faces do verso.

Por exemplo:

a- se for a **borboleta** (do Grupo do Andre) nas costas da borboleta ela deve ser azul e na parte da frente dela ser amarela.

b- Se for o **circulo** (do grupo do Matheus) em lado laranja e o outro verde.

c- O **gato** (do grupo do Bruno) deve ser **Preto** de um lado e marrom do outro,

d- o **Abacaxi** (grupo do Daniel+Rodrigo) verde de um lado e amarelo no outro ,

e- idem para a **Casa**,

f- o **Lapis** e

g- as outras figuras (cada grupo pode escolher 2 cores quaisquer) ....

Trabalho 1

(planejamento da implentação – cont.)

Vocês devem geral um objeto 2D (que depois ficará 3D)

Ele tem que ter pelo menos 20 faces e todas elas serem triangulares.

A ideia é :

1-você trabalhar em grupo (de até 3 pessoas) ;

2-mostrar a professora 3 figuras 2D (na aula) onde se escolhera uma para ser implementada nos próximos trabalhos para cada grupo.

3-Depois vc e os colegas que pertençam ao seu grupo vão apresentar o projeto da estrutura de dados e da geometria (na aula).

4-Essa será implementada em grupo (em qq linguagem) no decorrer dos trabalhos do curso (no qual teremos notas e avaliação continuadas).

5-Implemente uma *função/subrotina/procedure* **reaproveitável** em seu programa com as seguintes funcionalidades:

Trabalho 1 – cont.

5 - Implemente uma *função/subrotina/procedure* **reaproveitável** em seu programa com as seguintes funcionalidades:

- chame uma *função/subrotina/procedure* que acesse o seu objeto a partir da **estrutura de Faces. Verifique quantas Faces = N ele tem;**

- chame **N vezes** uma *função/subrotina/procedure* que acesse cada face a partir da leitura das coordenadas dos vértices de um triangulo. Ou seja chame uma *função/subrotina/procedure* que é chamada **N vezes** e leia as coordenadas de cada vértice da **estrutura de**

Alguma duvida ate aqui?

Vamos marcar então uma data para a entrega desta parte?

Pode ser em 1 semana?

(Lembrem que a proxima quinta será feriado!)

Há duvidas?

Bibliografia:

Anton, H. Rorres, C. Algebra linear com aplicações, Bookman, Porto Alegre 2001

E. Azevedo, A. Conci, Computação Gráfica: teoria e prática, Campus ; - Rio de Janeiro, 2003

J.D.Foley,A.van Dam,S.K.Feiner,J.F.Hughes. Computer Graphics- Principles and Practice, Addison-Wesley, Reading, 1990.

Gardan, Y. , Numerical Methods for CAD , MIT press, Cambridge, 1985.