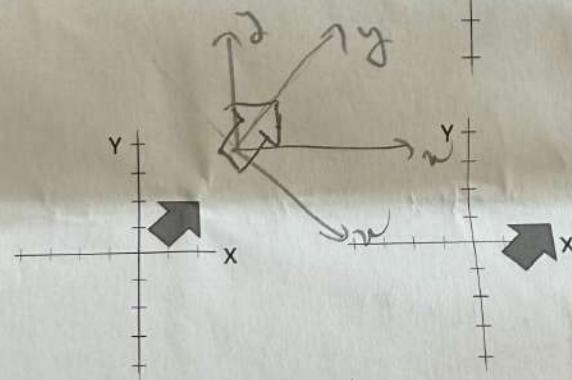
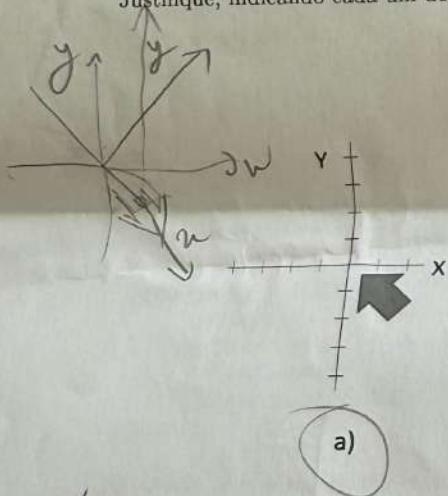
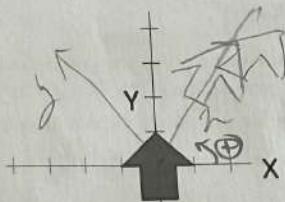


Parte I - Transformações Geométricas, Câmara

- ✓ Considere uma primitiva gráfica para desenhar um objecto com centro na origem, e a seguinte sequência de transformações geométricas a aplicar ao objecto:

```
glRotate(-45, 0.0, 0.0, 1.0);
gltranslate(2.0, 0.0, 0.0);
glRotate(90, 0.0, 0.0, 1.0);
```

Qual das seguintes opções corresponde ao objecto transformado?
Justifique, indicando cada um dos passos intermédios.



b)

c)

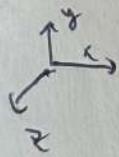
- ✓ Considere um quadrado centrado na origem cujas arestas têm 1 unidade de comprimento e a seguinte matriz de transformação geométrica 2D:

$$\begin{bmatrix} -0.707 & 0.707 & 1 \\ -0.707 & -0.707 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Desenhe o sistema de coordenadas após a transformação, e desenhe o quadrado na sua posição antes e depois da transformação apresentada.

- ✓ Considere o seguinte excerto de código :

```
translate(0, 0, -2);
drawSphere(); // esfera 1
translate(0, 0, 2);
gluLookAt(3, 0, -3, 0, 0, -3, 0, 1, 0);
translate(-3, 0, 0);
drawSphere(); // esfera 2
```



Considerando somente o plano XZ do espaço global, desenhe e identifique a posição das esferas, a posição da câmara e o sistema de eixos da câmara.

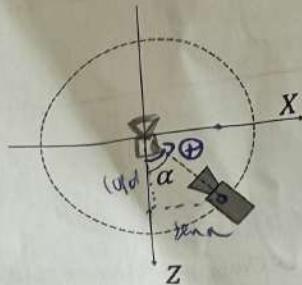
4. Pretende-se colocar uma câmara na circunferência de raio unitário com centro na origem, como ilustrado na figura.

(a) Escreva os parâmetros da função `gluLookAt`, sabendo que os três primeiros parâmetros representam a posição da câmara, os três seguintes indicam o ponto para onde a câmara aponta, e os três últimos definem o vector "up".

```
gluLookAt( - , - , - , - , - , - , - );
```

(b) Recorrendo somente a rotações e translações, escreva a sequência de transformações geométricas apropriadas para obter exactamente a mesma definição da câmara.

```
glRotate( - , - , - );
glTranslate( - , - , - );
```



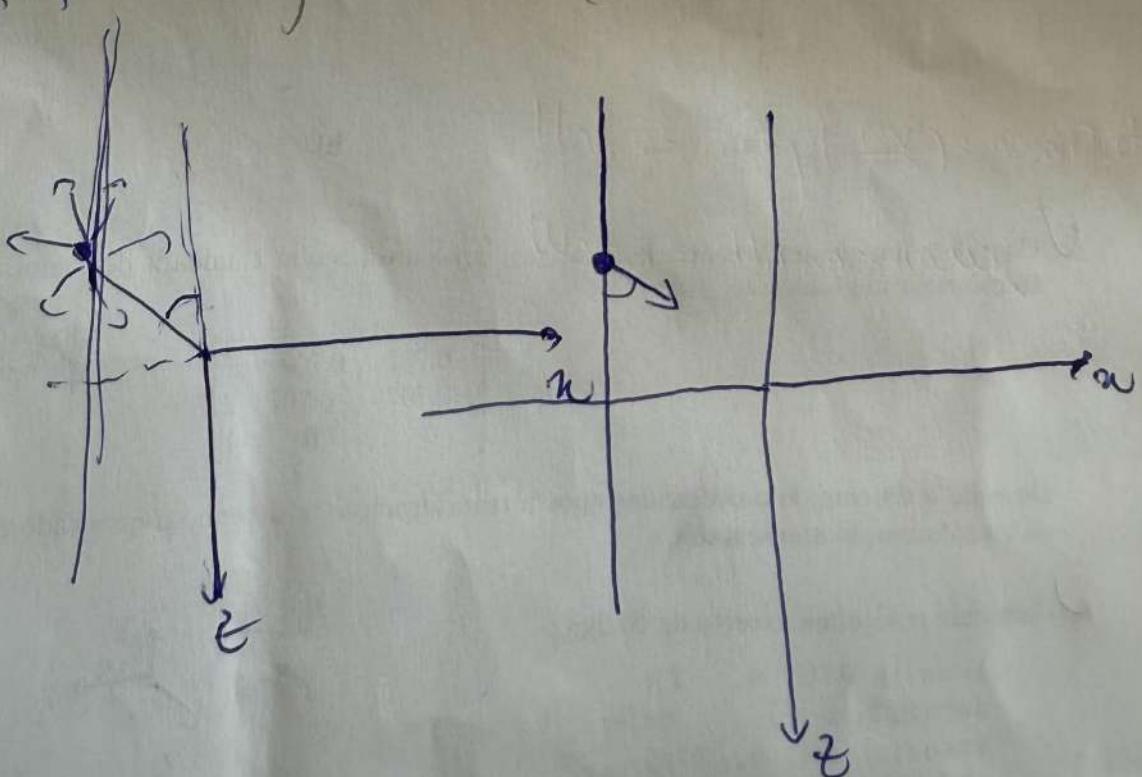
5. Considere uma câmara posicionada no ponto $(-3, 0, -2)$, a olhar na horizontal, numa direção que faz 45 graus com o eixo Z negativo.

Apresente os cálculos necessários para definir a câmara usando a instrução:

```
gluLookAt( p1, p2, p3,      11, 12, 13,      u1, u2, u3 );
```

$\text{glRotate}(\alpha, 0, 0)$

$\text{glTranslate}($



Parte II - Curvas; Iluminação; Texturas; View Frustum Culling

7 Utilizando o método de De Casteljau apresente o diagrama para descobrir graficamente, sem realizar cálculos, o ponto $t = 0.25$ da curva cúbica de Bézier com os seguintes pontos de controlo (em 2D):

- $P_0 (0, 0)$
- $P_1 (0, 1)$
- $P_2 (2, 0)$
- $P_3 (2, 1)$

(0,1)

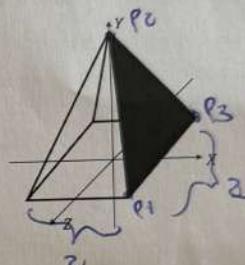
(1,1)

(0,0)

(2,0)

8 Considere duas das componentes da equação de iluminação: difusa e especular. Apresente a equação de cada componente suportada por um diagrama indicando claramente os elementos envolvidos na equação. No caso da luz especular considere a proposta Blinn-Phong.

8 Considere uma pirâmide quadrangular cuja base tem área 4 e altura 3. Apresente a expressão para o cálculo da normal da face sombreada na figura.



9 Considere a imagem representativa da mira técnica utilizada pela RTP em 1956 aplicada como uma textura a um quad (polígono com 4 vértices). Um exemplo da definição das coordenadas de textura, tendo como resultado a imagem esquerda, pode ser representado com o seguinte código:

```
glBegin(GL_QUADS);
    glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(-1.0f, -1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(1.0, 0.0); glVertex3f( 1.0f, -1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(1.0, 1.0); glVertex3f( 1.0f, 1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(0.0, 1.0); glVertex3f(-1.0f, 1.0f, 0.0f);
glEnd();
```

No código que se segue, defina as coordenadas de textura em falta de modo a obter como resultado a imagem direita.

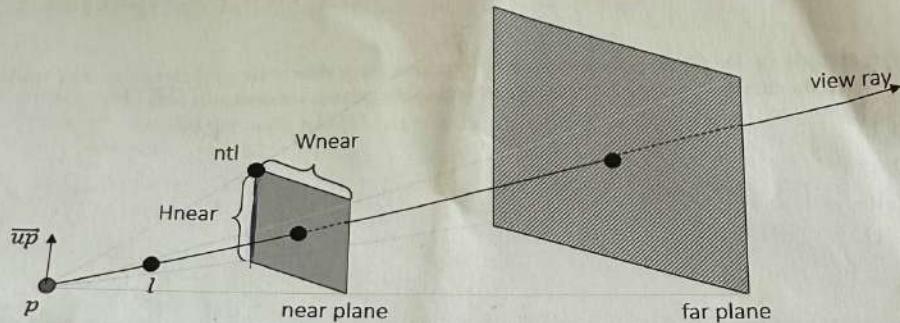


```
glBegin(GL_QUADS);
    glTexCoord2f(_, _); glVertex3f(-1.0f, -1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(_, _); glVertex3f( 1.0f, -1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(_, _); glVertex3f( 1.0f, 1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(_, _); glVertex3f(-1.0f, 1.0f, 0.0f);
glEnd();
```

RTP RTP
Lisboa Lisboa
RTP RTP RTP
Lisboa Lisboa Lisboa

10. Assuma as seguintes instruções OpenGL:

```
gluPerspective(fov, ratio, nearDist, farDist);  
gluLookAt(px, py, pz, lx, ly, lz, upx, upy, upz)
```



Considerando a figura que ilustra um frustum, indique como calcular:

(a) os valores W_{near} e H_{near}

(b) assumindo que os valores da alínea anterior estão calculados, calcule o ponto ntl

$$H_{far} = 2 \tan\left(\frac{\text{fov}}{2}\right) \times \text{farDist}$$
$$W_{far} = H_{far} \times \text{ratio}$$

$$H_{near} = 2 \tan\left(\frac{\text{fov}}{2}\right) \times \text{nearDist}$$
$$W_{near} = H_{near} \times \text{ratio}$$