

## Parte II

1. Considere o seguinte excerto de código :

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

2. Considere o seguinte excerto de código :

```
gluLookAt( 5, 0, 5, 0, 0, 0, 0, 1, 0);  
drawEsfera(); // desenha esfera de raio 1 centrada na origem
```

Assinale as afirmações verdadeiras, e corrija as falsas.

- (a) No espaço global a esfera é desenhada com o centro em (0, 0, 0).  
(b) No espaço câmara a esfera é desenhada com o centro em (-5, 0, -5).

3. Considere a versão matricial para o cálculo de pontos de uma curva de Bézier.

$$P(t) = \begin{bmatrix} t^3 & t^2 & t & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 3 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} P_0 \\ P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix}$$

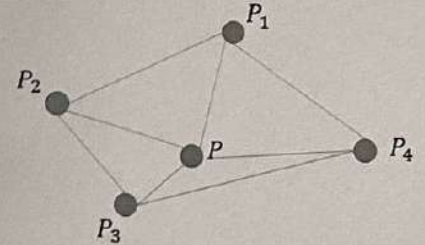
Apresente a fórmula para o cálculo da tangente da curva.

4. 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):

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

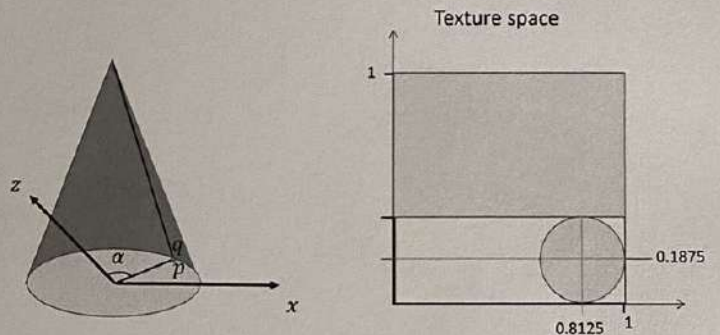
## Parte III

1. Considere um modelo representado por um conjunto de triângulos numa grelha irregular. Apresente um método para calcular um vector que possa ser considerado uma aproximação ao vector normal para o ponto  $P$ .



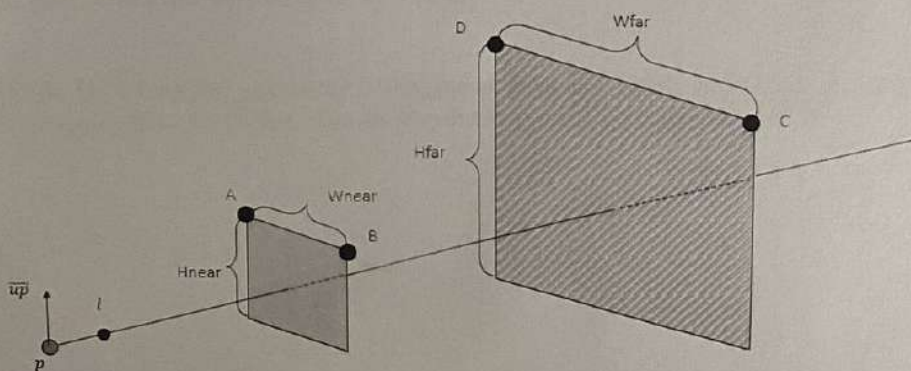
2. Considere duas das componentes da equação de iluminação: difusa e especular. Apresente a equação de cada componente suportada por um diagrama indicando claramente os elementos envolvidos na equação. No caso da luz especular considere a proposta Blinn-Phong.

3. Considere o template para a aplicação de uma textura num cone com  $n$  lados. Na figura o cone aparece visualizado com uma câmara ligeiramente abaixo do plano XZ. Apresente a expressão para o cálculo das coordenadas de textura do ponto  $p$ , vértice de um triângulo da base do cone, e do ponto  $q$ , vértice de um ponto do lado do cone.



4. 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:

- os valores  $W_{near}$  e  $H_{near}$
- Considerando os quatro pontos definidos nos planos do frustum, indique como calcular a equação do plano respectivo.