

# Ficha de Consolidação III

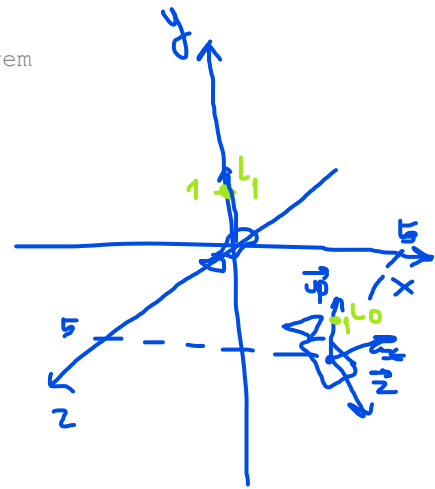
## Iluminação

1. Considere o seguinte excerto de código :

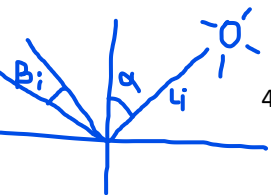
```
float p[4] = {0.0, 1.0, 0.0, 1.0};  
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, p); // L0  
gluLookAt( 5, 0, 5, 0, 0, 0, 0, 1, 0);  
glLightfv(GL_LIGHT1, GL_POSITION, p); // L1  
drawEsfera(); // desenha esfera de raio 1 centrada na origem
```

De acordo com o seguinte código, assinale as afirmações verdadeiras:

- a) A posição da luz 1 no espaço global é dependente da posição da câmara.  
Falso. A posição da luz 1 no espaço global não varia com a variação da posição da câmara.
- b) A posição da luz 1 no espaço câmara é fixa.  
Falso. A luz 1 no espaço câmara irá variar com a variação da câmara já que a luz 1 tem de manter a posição global (0,1,0).
- c) A posição da luz 0 no espaço global é dependente da posição da câmara.  
Verdade. Com a variação da posição da câmara as coordenadas globais vão se alterar.
- d) A posição da luz 0 no espaço câmara é fixa.  
Verdade. A posição da luz 0 no espaço câmara será sempre (0,1,0)
- e) No espaço global, a posição da luz 0 é idêntica à posição da luz 1 se a câmara for posicionada com `gluLookAt( 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0 )`.  
Verdade. A posição de ambas as luzes seria (0,0,1)
- f) No espaço global, a posição da luz 0 é idêntica à posição da luz 1 se a câmara for posicionada com `gluLookAt( 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0, 1, 0 )`.  
Verdade. A posição de ambas as luzes seria (0,0,1)
- g) No espaço global, a posição da luz 0 é idêntica à posição da luz 1 se a câmara for posicionada com `gluLookAt( 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, -1, 0 )`.  
Falso. A posição da luz 0 seria (0,-1,0) pois o upvector tem sentido oposto ao anterior. Logo, as luzes têm posições diferentes.

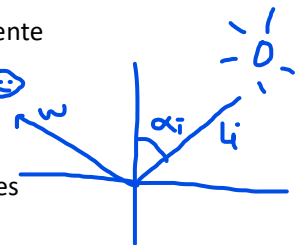


2. Enumere e caracterize as diferentes componentes da cor utilizadas nos materiais em OpenGL
- difusa -> a luz é refletida em todas as direções
  - especular -> a luz é refletida na direção da luz incidente
  - ambiente -> o objeto é iluminado pela luz refletida dos objetos à sua volta
  - emissiva -> o objeto emite luz
3. 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.



4. Os cálculos de iluminação beneficiam do facto de os vectores envolvidos serem vectores unitários. Justifique porquê.

Os cálculos seriam mais simples já que caso os vetores da luz incidente e da câmara estivessem normalizados, o produto de ambos seria igual ao cosseno do ângulo formado entre ambos.



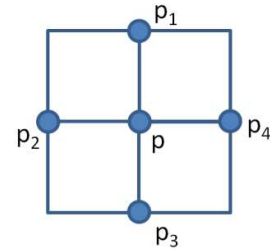
DIFUSA  
 $I = K_d * I_{id} * \cos(\alpha_i)$   
Kd - cor do objeto  
Iid - intensidade da luz incidente  
 $\alpha_i$  - ângulo da luz incidente

ESPECULAR  
 $I = K_s * I_{id} * \cos^2(B_i)$   
Kd - cor especular do objeto  
Iid - intensidade da luz incidente  
Bi - ângulo de reflexao  
shininess - tamanho da mancha especular

5. O modelo de Gouraud não permite realizar interpolação das normais para cada pixel, neste modelo apenas é possível fazer interpolação das cores dos vértices dos triângulo de modo a obter a iluminação para cada um dos pixels dos triângulos. Deste modo obtém-se um brilho espalhado pelo objeto, ao contrário do Phong em que temos um brilho especular em locais específicos, isto porque é possível a interpolação das normais para cada pixel.

5. Descreva as características e limitações do modelo de iluminação de Gouraud com interpolação. De que forma o modelo de Phong resolve os problemas associados a essas limitações?

6. Considere que se pretende usar uma grelha para representar um terreno, à semelhança do que foi pedido no trabalho prático. As coordenadas dos pontos da grelha são números inteiros e a dimensão dos lados de cada quadrícula da grelha é uma unidade. Para obter a altura dos pontos da grelha é disponibilizada a função  $h(p_i)$ , sendo  $p_i$  um ponto da grelha. Para se poder calcular a iluminação dos pontos da grelha é necessário calcular a normal em cada ponto. Com base na figura, indique como proceder matematicamente para calcular a normal do ponto  $p$ .



$$p1(x1, h(p1), z1)$$

$$p2(x2, h(p2), z2)$$

$$N = u * v / ||u * v||$$

$$p3(x3, h(p3), z3)$$

$$p4(x4, h(p4), z4)$$

$$v = p3 - p1 = (x3 - x1, h(p3) - h(p1), z3 - z1)$$

$$u = p4 - p2 = (x4 - x2, h(p4) - h(p2), z4 - z2)$$

7. A equação de iluminação contempla 3 componentes: ambiente, difusa e especular. Classifique, e justifique tendo em conta os vários modelos de shading e as várias componentes da equação de iluminação, cada uma das seguintes afirmações como sendo verdadeiras ou falsas:

- a) Com uma luz direccional, a intensidade emitida por todos os pixels de um triângulo é sempre igual. **Falso.** Apesar de na luz direccional a intensidade da luz emitida ser constante, a intensidade emitida pelos pixels vai depender do ângulo de incidência da luz assim como também da posição da câmara em relação ao triângulo.
- b) A componente difusa da iluminação depende somente do vector da direcção da luz. **Falso.** Depende da cor do objeto, da intensidade da luz incidente, assim como do ângulo que o vector da direcção da luz faz com a normal da superfície.
- c) A componente especular depende somente da posição da câmara. **Falso.** Depende da cor especular do objeto, da intensidade da luz incidente, do ângulo de incidência e da mancha do brilho (shininess).
- d) A intensidade da componente especular é mínima quando a posição da luz coincide com a posição da câmara. **Falso.** A componente especular não seria mínima já que o ângulo de incidência seria  $90^\circ$ , pelo que  $\cos(90^\circ) = 0$ . No entanto, é importante ter em conta que outros fatores irão influenciar o valor da componente especular.
- e) A intensidade da componente difusa é máxima quando a normal e a direcção que aponta para a luz coincidem. **Verdade.** O ângulo de incidência seria  $0^\circ$ , pelo que  $\cos(0^\circ) = 1$ . No entanto, é importante ter em conta que outros fatores irão influenciar o valor da componente difusa.
- f) Uma luz pontual nunca ilumina de forma igual todos os vértices de um triângulo. **Falso.** Uma luz pontual irá iluminar todos os pontos do triângulo de igual modo, já que os raios de projecção no objeto serão paralelos (luz uniforme).

8. Distinga, de um ponto de vista computacional, os modelos de shading de Phong e Gouraud.
9. Distinga de um ponto de vista qualitativo, considerando a componente especular, os modelos de shading de Phong e Gouraud.
10. O modelo de Gouraud apresenta problemas quando nenhum dos vértices de um triângulo parcialmente iluminado recebe luz. Diga de que forma o modelo de Phong resolve este problema.

11. O modelo Flat assume que a luz está infinitamente distante. Justifique porquê.
12. O modelo Flat assume que a câmara também está infinitamente distante. Justifique porquê.

8.

#### Phong

- calcula da iluminação por cada vértice
- cada vértice tem uma normal associada
- as normais dos vértices são interpoladas de modo a obter as normais para cada pixel
- iluminação é calculada individualmente por cada pixel através das interpolações
- resultados mais suaves e realistas(calculos por pixels)

#### Gouraud

- calcula da iluminação por cada vértice
- cada vértice tem uma cor associada
- as cores são interpoladas em cada vértice para obter as cores para os pixels dentro do triângulo
- iluminação não é calculada individualmente por cada pixel, a cor interpolada no vértice é aplicada diretamente
- resultados menos precisos em termos de brilho e reflexões

9.

- Phong->
- reflexões especulares mais precisas e suaves
  - brilho localizado em áreas específicas
  - maior custo computacional

- Gouraud->
- resultados mais simplificados (interpolação apenas de vértices)
  - menor controlo do brilho especular em áreas distintas (brilho espalha-se pelo objeto)
  - menor custo computacional

10. Este problema designa-se por tonalidade plana, em que os vértices de um triângulo não recebem luz, pelo que a cor interpolada entre os vértices será igual em todo o triângulo. De modo a resolvermos este problema, o modelo de Phong mesmo que os pontos do triângulo não sejam iluminados, são feitas interpolações das normais intermédias de modo a obter a iluminação para cada um dos pixels dos triângulos.

11. O modelo flat admite que a câmara está infinitamente distante, o que simplifica os cálculos já que, os ângulos entre as direções dos raios de luz provenientes dos objetos se tornam muito pequenos. Em distâncias astronômicas, estas podem ser consideradas infinitas, logo todos os raios de luz provenientes dos objetos chegam ao plano focal da câmara de forma paralela.

12. O modelo flat assume que a luz está infinitamente distante. A luz é considerada como ponto no espaço de modo a simplificar a renderização de objetos distantes. Os raios de projeção nos objetos serão paralelos em todos os pontos do triângulo pelo que terão igual iluminação (curvatura espacial nula). Este modelo admite a simetria e uniformidade do universo/espaço (mesma aparência em todas as direções) -luz uniforme. Este modelo é ainda sustentado pela hipótese do princípio cosmológico( em larga escala, o universo é homogêneo e isotrópico).