

Atividade 8: Iluminação, Fontes de Luz e Transparência com Pygame

Discente: Nicolas Expedito Lana Mendes

Matrícula: 22.1.4028

Docente: Rafael Alves Bonfim de Queiroz

Universidade Federal de Ouro Preto

Departamento de Computação

BCC327 - Computação Gráfica

Março de 2025

1 Introdução

Esta atividade apresenta três exercícios que simulam conceitos avançados de iluminação em cenas 3D, utilizando exclusivamente a biblioteca **Pygame** e cálculos manuais, sem o uso de OpenGL. São eles:

1. **Exercício 8.1 – Iluminação e Interação com Superfícies:** Uma cena contendo uma esfera e um plano, onde o modelo de iluminação de Phong é aplicado para calcular os componentes ambiente, difuso e especular. O usuário pode interagir movendo a fonte de luz em tempo real.
2. **Exercício 8.2 – Fontes de Luz:** Uma cena simples com uma esfera (substituindo o cubo) que demonstra diferentes tipos de fontes de luz: pontual, direcional e spotlight. O usuário pode alternar entre os tipos de luz e modificar parâmetros, como a posição da luz e o ângulo de abertura (cutoff) para a spotlight.
3. **Exercício 8.3 – Colorização e Transparência:** Uma cena com múltiplos objetos coloridos com diferentes níveis de transparência, demonstrando o blending dos objetos.

2 Descrição da Implementação

2.1 Exercício 8.1: Iluminação e Interação com Superfícies

A cena consiste em:

- **Esfera:** Renderizada pixel a pixel em um **Surface** do Pygame, onde cada pixel dentro da esfera é iluminado de acordo com o modelo de Phong. A normal é calculada usando a equação da esfera ($x^2 + y^2 + z^2 = R^2$).

- **Plano:** Representado por um retângulo (chão), cuja cor é determinada a partir de um cálculo de iluminação com uma normal fixa.

A fonte de luz é interativa, permitindo o ajuste de sua posição com as teclas:

- **Setas Esquerda/Direita:** movimentam a luz no eixo x .
- **Setas Cima/Baixo:** movimentam a luz no eixo y .
- **Q/E:** movimentam a luz no eixo z .

2.2 Exercício 8.2: Fontes de Luz

A cena apresenta uma esfera com iluminação calculada de forma similar ao exercício 8.1, porém com a possibilidade de alternar entre diferentes tipos de fonte de luz:

- **Luz Pontual:** A direção da luz é calculada a partir da posição da fonte em relação à superfície.
- **Luz Direcional:** Utiliza um vetor direção fixo, obtido invertendo a posição da fonte.
- **Spotlight:** Utiliza a mesma base que a luz pontual, porém, se o ângulo entre o vetor luz e a direção do spotlight (fixada como $(0, 0, -1)$) exceder um ângulo de cutoff, os componentes difusa e especular são desativados.

O usuário pode:

- Pressionar L para alternar entre os tipos de luz.
- Utilizar as mesmas teclas do exercício 8.1 para mover a fonte de luz.
- Ajustar o ângulo de cutoff (spotlight) com as teclas O (diminuir) e P (aumentar).

2.3 Exercício 8.3: Colorização e Transparência

Esta cena contém três objetos (superfícies retangulares) criadas com canal alfa (transparência). Cada objeto possui cor e um valor de alfa (nível de transparência) definido inicialmente.

O usuário pode:

- Selecionar um objeto pressionando as teclas 4, 5 ou 6.
- Ajustar o valor de alfa do objeto selecionado com as teclas Q (aumentar) e A (diminuir).

O blending é realizado utilizando superfícies com suporte a alfa (modo SRCALPHA).

3 Adaptações Realizadas

Como as soluções originais com OpenGL utilizariam funções específicas (como `glTranslatef()`, `glRotatef()`, `gluPerspective()`, `glutSolidSphere()` e blending nativo), as seguintes adaptações foram necessárias:

- **Transformações e Projeção:** Foram implementadas funções manuais para normalização, rotação (ex.: `rotate_y()`) e projeção de pontos 3D para 2D.
- **Iluminação Phong:** O modelo de iluminação foi calculado pixel a pixel em superfícies criadas via `pygame.Surface`, sem o uso de shaders.
- **Fontes de Luz:** A lógica para alternar entre tipos de luz e ajustar parâmetros (posição, ângulo de cutoff para spotlight) foi implementada manualmente, permitindo a modificação interativa via teclado.
- **Blending e Transparência:** Em vez de funções de blending do OpenGL, foram utilizadas superfícies com canal alfa para criar efeitos de transparência.

4 Instruções de Execução

1. Instale o Python e a biblioteca `pygame` (ex.: `pip install pygame`).
2. Salve o código da implementação como `atividade8.py`.
3. Execute o script com `python atividade8.py`.
4. Para alternar entre os exercícios, pressione:
 - 1: Exercício 8.1 – Iluminação com esfera e plano.
 - 2: Exercício 8.2 – Fontes de Luz (esfera com diferentes tipos de luz).
 - 3: Exercício 8.3 – Colorização e Transparência.
5. Nos exercícios 8.1 e 8.2, utilize:
 - Setas Esquerda/Direita: mover a fonte de luz no eixo x .
 - Setas Cima/Baixo: mover a fonte de luz no eixo y .
 - Q/E: mover a fonte de luz no eixo z .
6. No Exercício 8.2, pressione:
 - L: para alternar entre luz pontual, direcional e spotlight.
 - O/P: para ajustar o ângulo de cutoff da spotlight.
7. No Exercício 8.3, utilize:
 - 4, 5 ou 6: para selecionar o objeto.
 - Q/A: para aumentar ou diminuir o nível de transparência (alfa) do objeto selecionado.

5 Resultados e Discussão

Exercício 8.1

A cena exibe uma esfera e um plano com iluminação calculada pelo modelo de Phong. Conforme o usuário move a fonte de luz, observa-se variação na intensidade da iluminação difusa e especular, alterando a aparência da esfera e do plano.



Figure 1: Exercício 8.1: Cena com esfera e plano iluminados com Phong. Parte 1

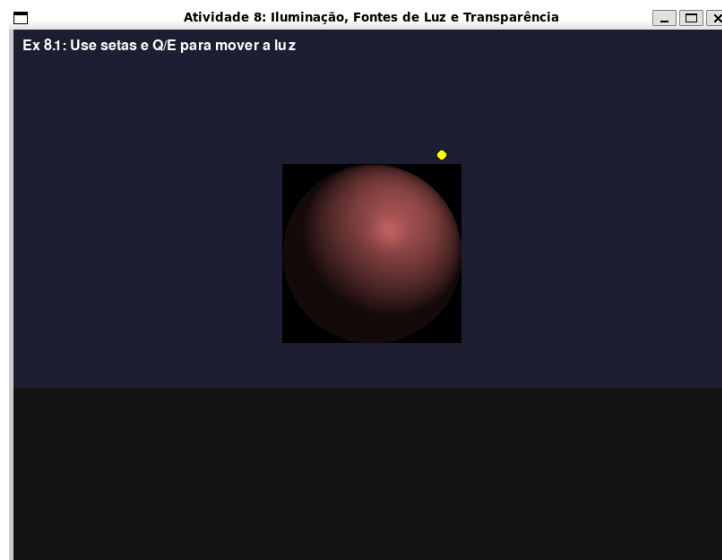


Figure 2: Exercício 8.1: Cena com esfera e plano iluminados com Phong. Parte 2

Exercício 8.2

A cena apresenta uma esfera cujo efeito de iluminação varia de acordo com o tipo de fonte de luz selecionada. Ao alternar entre luz pontual, direcional e spotlight (e ajustar o ângulo de cutoff), o usuário pode observar diferenças na distribuição de iluminação, realces e sombras na superfície da esfera.

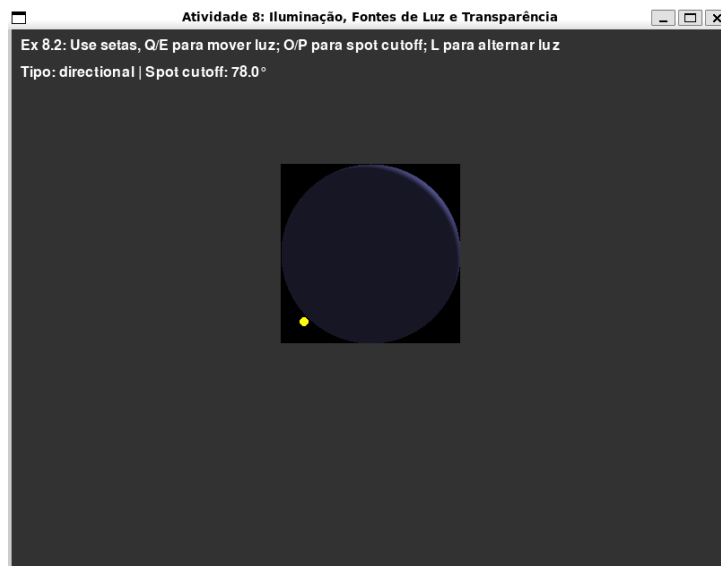


Figure 3: Exercício 8.2: Iluminação variável na esfera conforme o tipo de fonte de luz.
Luz Direcional

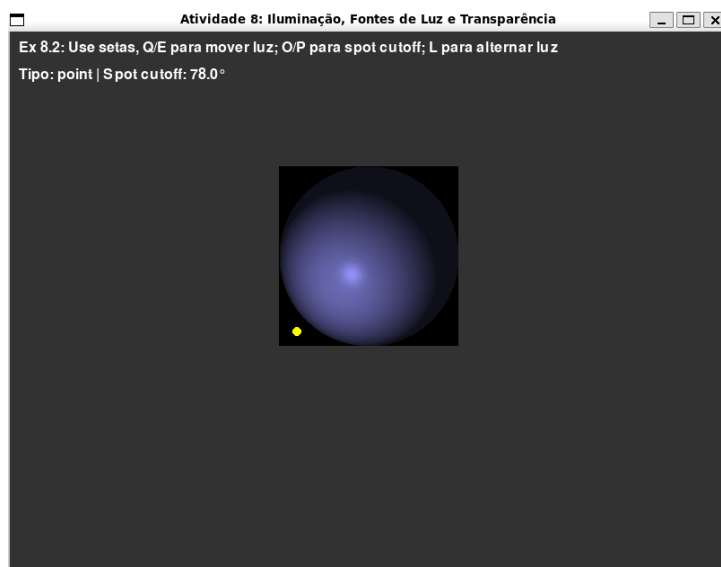


Figure 4: Exercício 8.2: Iluminação variável na esfera conforme o tipo de fonte de luz.
Luz Pontual



Figure 5: Exercício 8.2: Iluminação variável na esfera conforme o tipo de fonte de luz. Luz Spotlights

Exercício 8.3

Nesta cena, três objetos coloridos com diferentes níveis de transparência são sobrepostos. O blending entre os objetos permite visualizar como as cores se misturam, evidenciando os efeitos de transparência que podem ser ajustados interativamente.



Figure 6: Exercício 8.3: Objetos com diferentes níveis de transparência. Parte 1

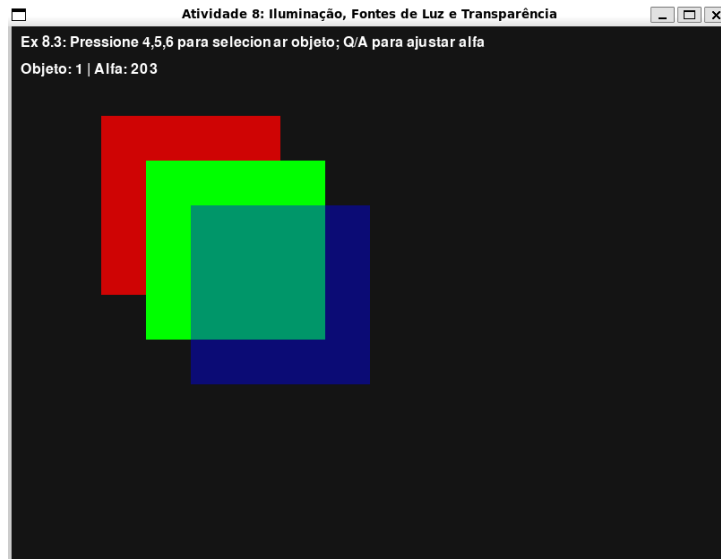


Figure 7: Exercício 8.3: Objetos com diferentes níveis de transparência. Parte 2

6 Conclusão

A implementação dos exercícios 8.1, 8.2 e 8.3 utilizando exclusivamente **Pygame** demonstrou que é possível simular técnicas avançadas de iluminação, alternância de fontes de luz e blending para transparência sem o uso de OpenGL. As adaptações realizadas – por meio de cálculos manuais para iluminação Phong, transformações 3D e blending com superfícies com canal alfa – reforçaram os fundamentos de computação gráfica e evidenciaram a flexibilidade do Pygame para criar cenas 3D interativas.