Q1

A escolha da origem e das formas geométricas dos modelos é feita durante a fase de desenho das primitivas, as transformações posteriores são feitas em relação à origem definida, daí que sejam afetadas por estas decisões

Q2

A utilização das coordenadas homogéneas é crucial na fase das transformações dos modelos, com elas, podemos armazenar todas as transformações na matriz modelview, até as translações

Q3

$1^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 + x^2 \Leftrightarrow x = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

```
def f(mode, color):
    glPolygonMode(GL_FRONT_AND_BACK, mode)
    glColor3f(color);
    glBegin(GL_POLYGON).
        v(2,0)
        v(3/2, √3/2)
        v(1/2, √3/2)
        v(0,0)
        v(1/2, -√3/2)
        v(3/2, -√3/2)
    glEnd()
f(GL_FILL, (1/14, 1/14, 1/14))
f(GL_LINE, (1,1,1))
```

Q4 (Há muitas maneiras)

a) $S(\sqrt{2}, -\sqrt{2}) \rightarrow T(0, \sqrt{2}) \rightarrow R(-45) \rightarrow T(1, 1)$

b)

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sqrt{2}/2 & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 & 0 \\ -\sqrt{2}/2 & \sqrt{2}/2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \sqrt{2} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sqrt{2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\sqrt{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 2 \\ -1 & -1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Q5

a)

```
glOrtho(
    0, 10,
    0, 10,
    -10, 10
);
lookat(
    1,0,0,
    0,0,0,
    0,1,0
);
```

OU

```
glOrtho(
    -5, 5,
    -5, 5,
    -10, 10
);
lookat(
    5,5,-5
    0,5,-5
    0,1,1
);
```

b)

$d = \frac{H}{2} / \tan(\frac{\theta}{2} * \frac{\pi}{180})$

```
perspective(θ, 100, 1000);
lookaT(
    d*10/H, 5, -5,
    0, 5, -5,
    0,1,0
);
```

← d/H faria com que um cubo de tamanho 1, ocupasse H*W pixeis, se multiplicarmos essa distância por 10, um cubo de tamanho 1 passa a ocupar $\frac{1}{10}$ da W e H do ecrã

Q6

a) L2:

dif: $\vec{L} = (0,1,0)$ e $\vec{N} = (0,1,0)$

$\Rightarrow \theta = 0$

Componente R: $1 \cdot 1 \cdot \cos(\theta) = 1$

$(1,0,0)$ no máximo por parte de L2

L1:

spec: $\vec{L} = (1,1,0)$

$\vec{v} = (0,1,1)$ $\vec{r} = 2(\vec{L} \cdot \vec{N}) N - \vec{L} = (-1,1,0)$

$\cos\gamma = \frac{\vec{v} \cdot \vec{r}}{|\vec{r}||\vec{v}|} = \frac{1}{\sqrt{2}\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$

Componente B: $1 \cdot 1 \cdot (\cos(\gamma))^1 = \frac{1}{2}$

$(0,0,\frac{1}{2})$ por parte de L1

Cor final: $(1,0,0) + (0,0,\frac{1}{2}) = (1,0,\frac{1}{2})$

b) $V_1 = V_6 = (1,0,\frac{1}{2})$

$V_2 = V_5 = (1,0,\frac{\sqrt{5}}{3}) \leftarrow$ Maior intensidade

$V_3 = V_4 = (1,0,\frac{\sqrt{3}}{3})$

V_2: $\vec{v} = (-\frac{1}{2}, 1, 1)$

$\vec{L} = (\frac{1}{2}, 1, 0)$

$\vec{r} = 2(0,1,0) - \vec{L} = (-\frac{1}{2}, 1, 0)$

$\vec{v} \cdot \vec{r} = \frac{1}{4} + 1 = \frac{5}{4}$

$|\vec{v}||\vec{r}| = \sqrt{\frac{9}{4}} \cdot \sqrt{\frac{5}{4}} = \frac{3\sqrt{5}}{4}$

$\cos\gamma = \frac{\sqrt{5}}{3}$

V_3: $\vec{v} = (-1,1,1)$

$\vec{L} = (0,1,0)$

$\vec{r} = 2(0,1,0) - (0,1,0) = (0,1,0)$

$\vec{v} \cdot \vec{r} = 1$

$|\vec{v}||\vec{r}| = \sqrt{3} \cdot 1 = \sqrt{3}$

$\cos\gamma = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$

Q7

a) GL_CLAMP_TO_BORDER
GL_CLAMP_TO_BORDER
A(−1, 2)
B(2, 2)
C(2, −1)
D(−1, −1)

b) GL_MIRRORED_REPEAT
GL_MIRRORED_REPEAT
A($\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$)
B($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$)
C($\frac{3}{2}$, $\frac{1}{2}$)
D($\frac{3}{2}$, $-\frac{1}{2}$)

c) Qualquer modo
A($\frac{1}{2}$, 0)
B(0, 0)
C(0, 1)
D($\frac{1}{2}$, 1)

d) Qualquer modo
A($\frac{1}{2}$, 0)
B(0, $\frac{1}{2}$)
C($\frac{1}{2}$, 1)
D(1, $\frac{1}{2}$)