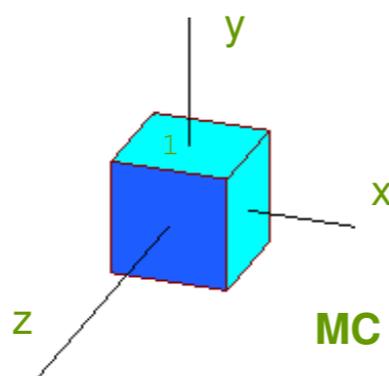
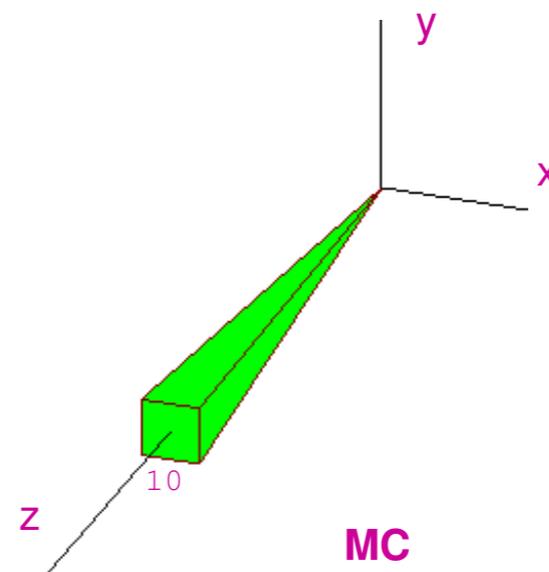
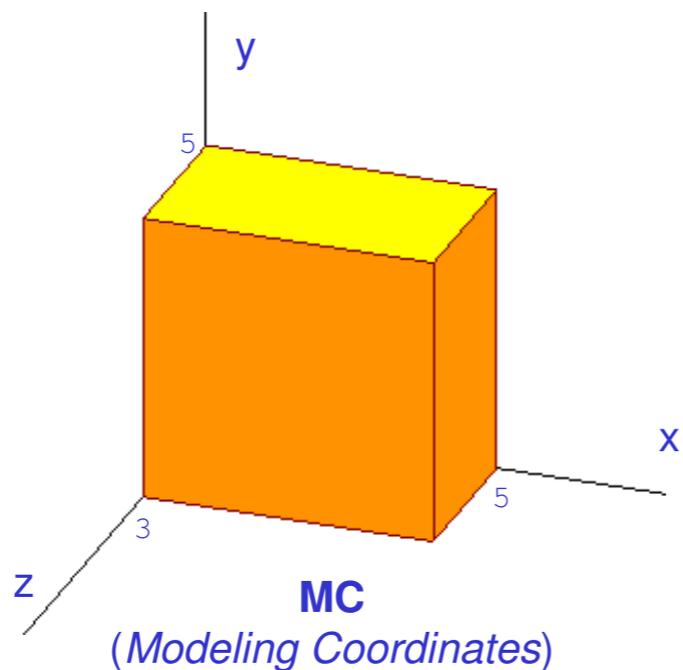


# Modelação Hierárquica

# Modelação Hierárquica

## COMPOSIÇÃO DE TRANSFORMAÇÕES DE MODELAÇÃO

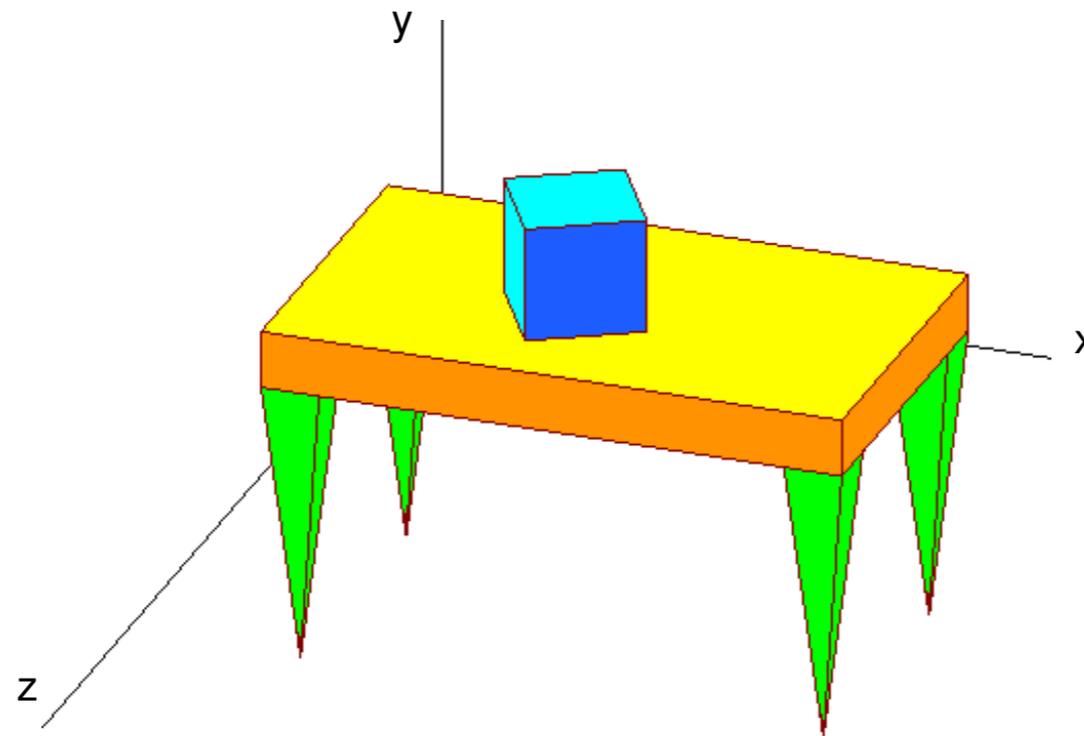


Sistemas de Coordenadas Locais  
(ou de Modelação)

M.Próspero

# Modelação Hierárquica

## COMPOSIÇÃO DE TRANSFORMAÇÕES DE MODELAÇÃO

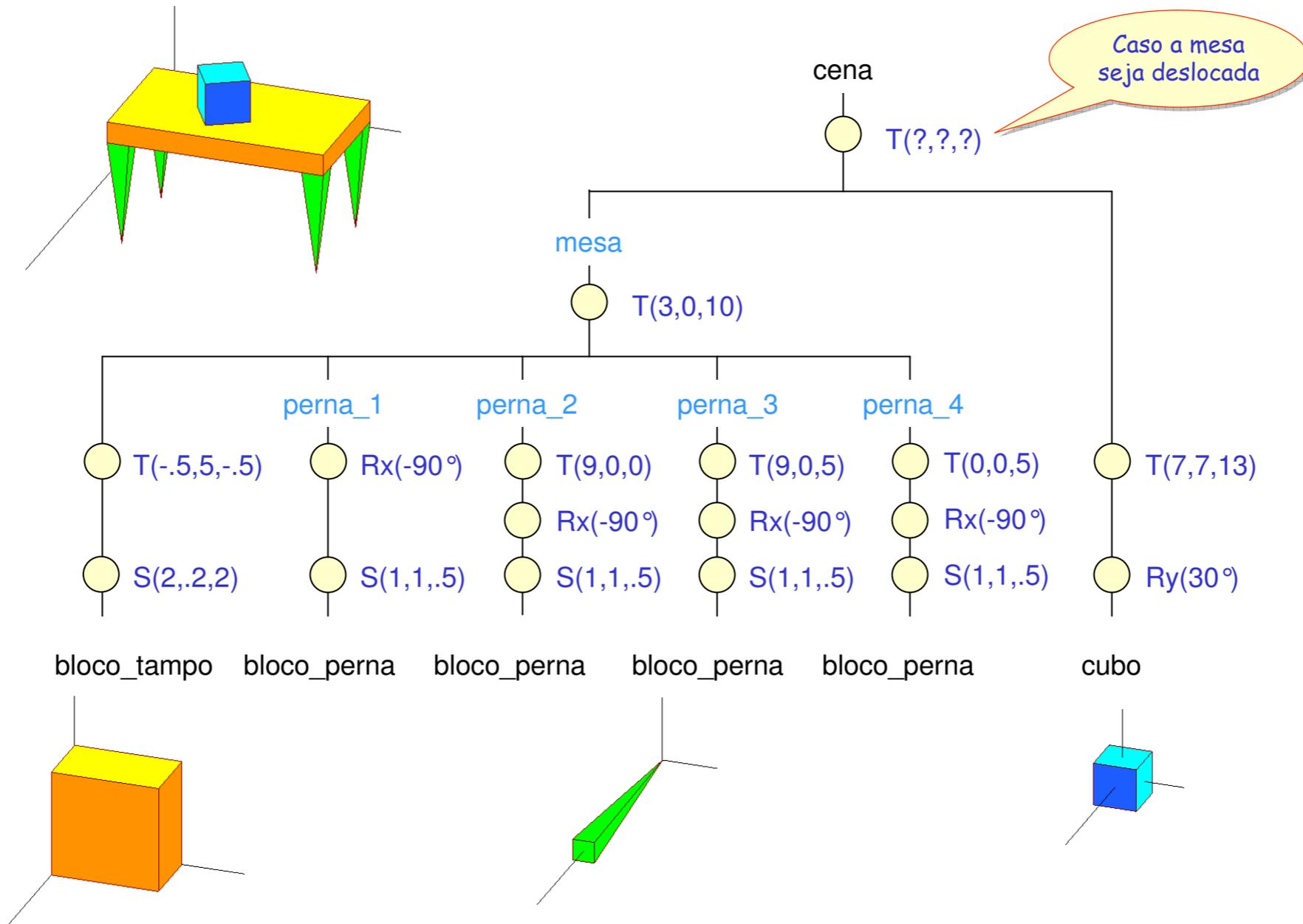


**WC**  
(World Coordinates)

Sistema de Coordenadas Globais  
(ou do Mundo)

M.Próspero

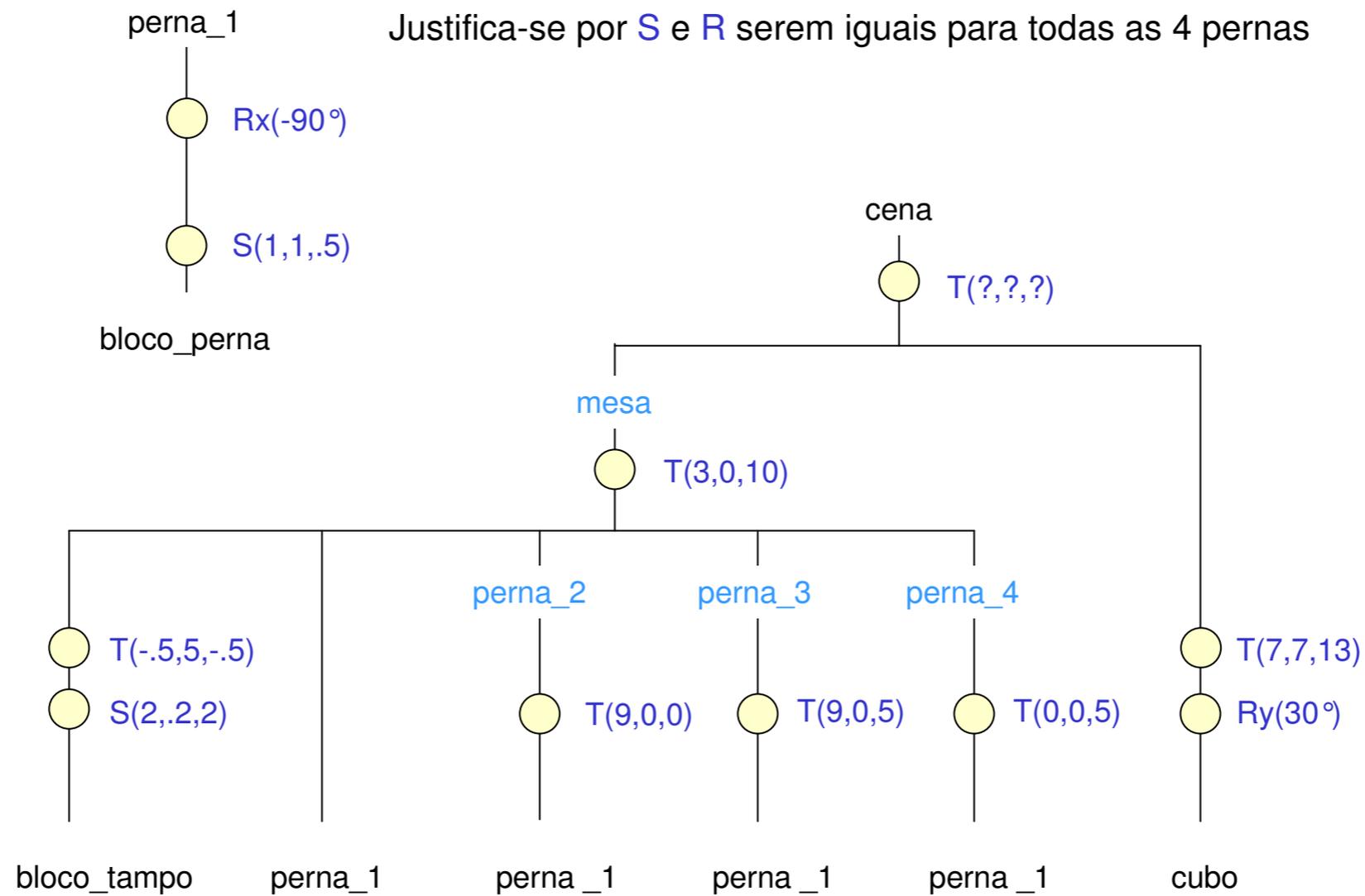
# Grafo da Cena



M.Próspero

# Grafo da Cena

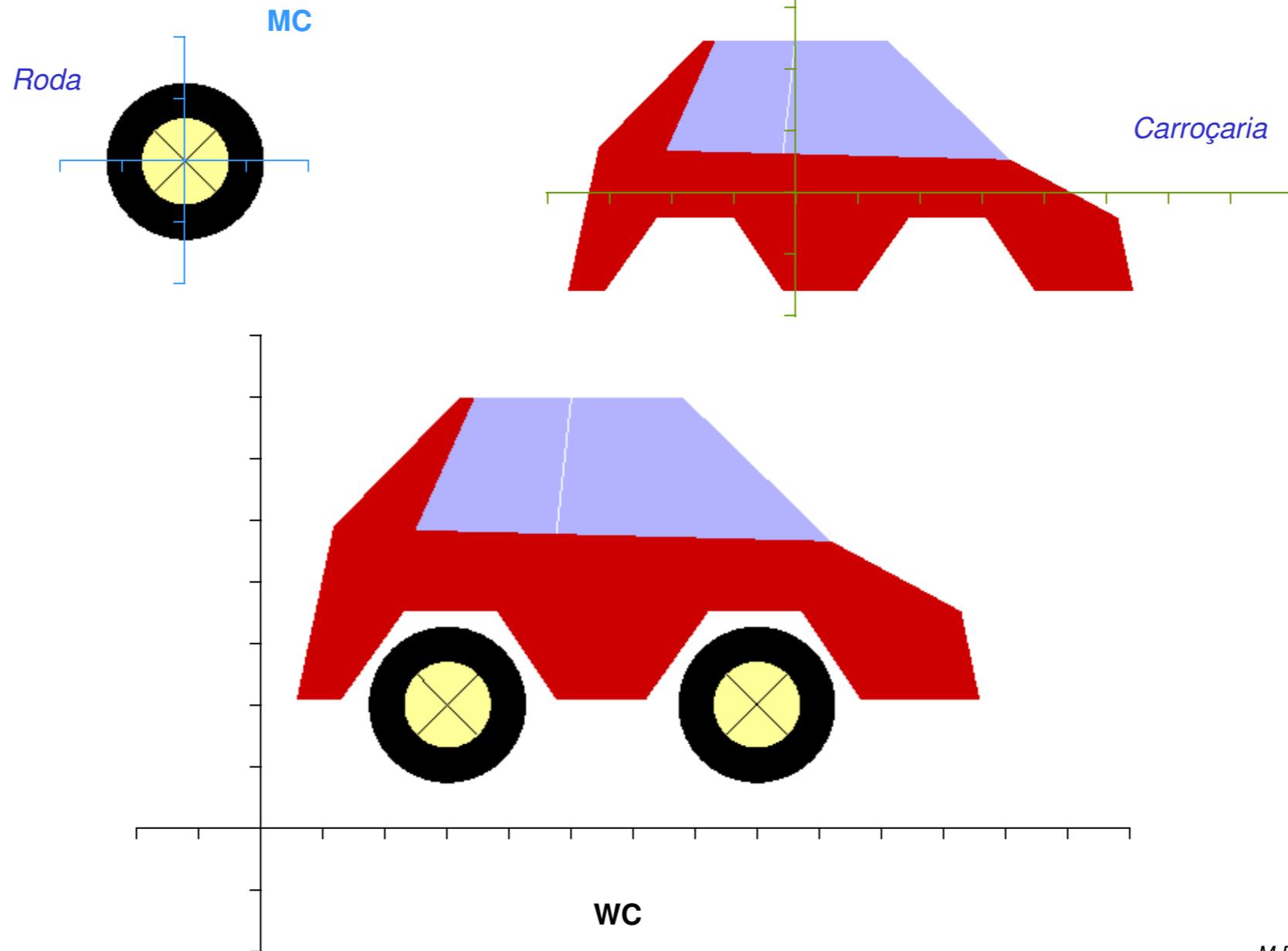
Uma alternativa possível, com base na análise do modelo, usando-se um subgrafo auxiliar:



M.Próspero

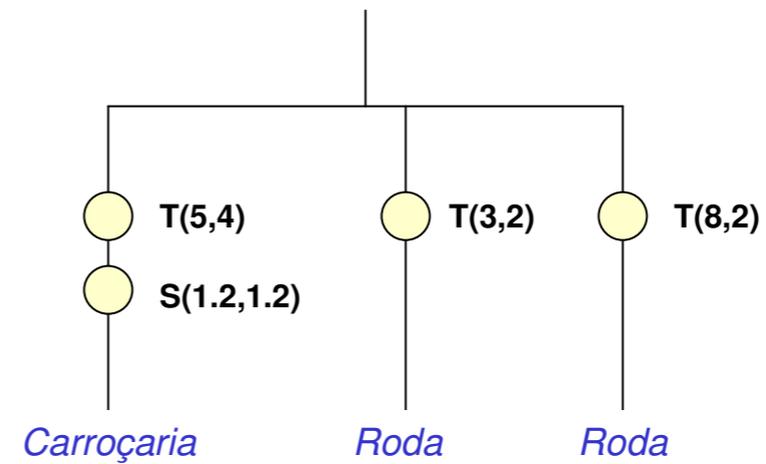
# Exemplo I

Exemplo de um carro em 2D

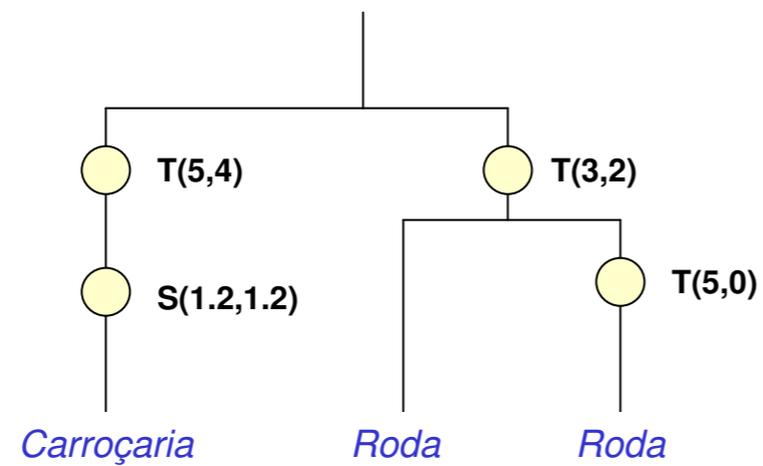


M.Próspero

# Exemplo I - Grafo da Cena



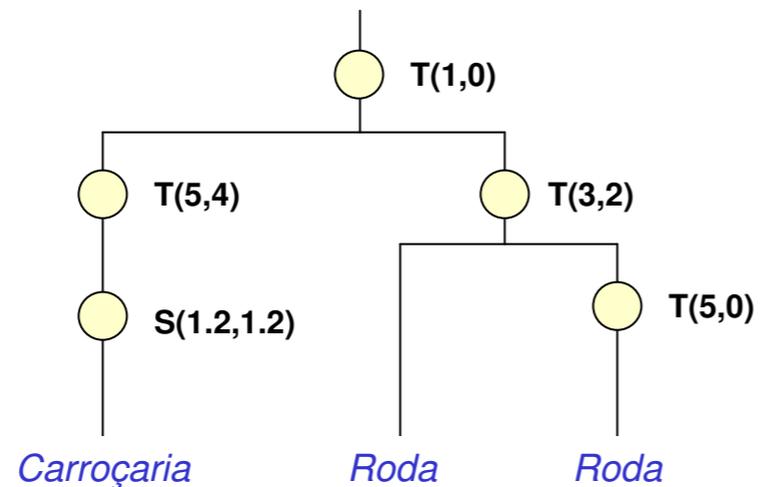
Solução alternativa:



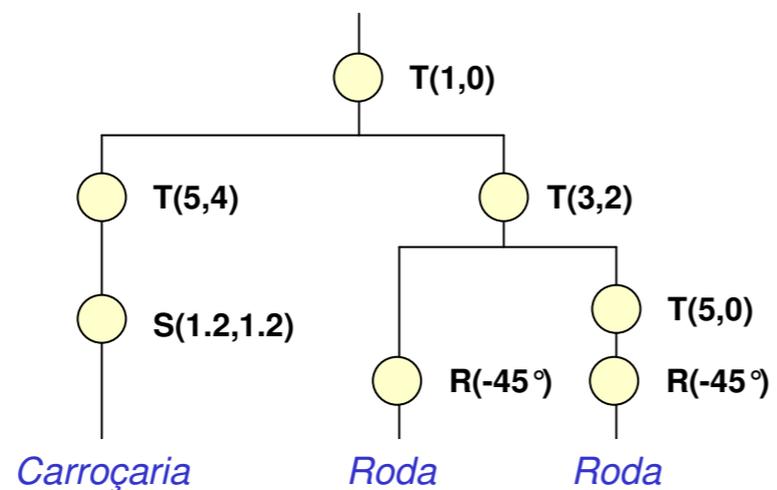
Como fazer avançar o  
automóvel de 1 unidade?

M.Próspero

# Exemplo I - Grafo da Cena



E como fazer girar as rodas,  
de acordo com esse movimento?

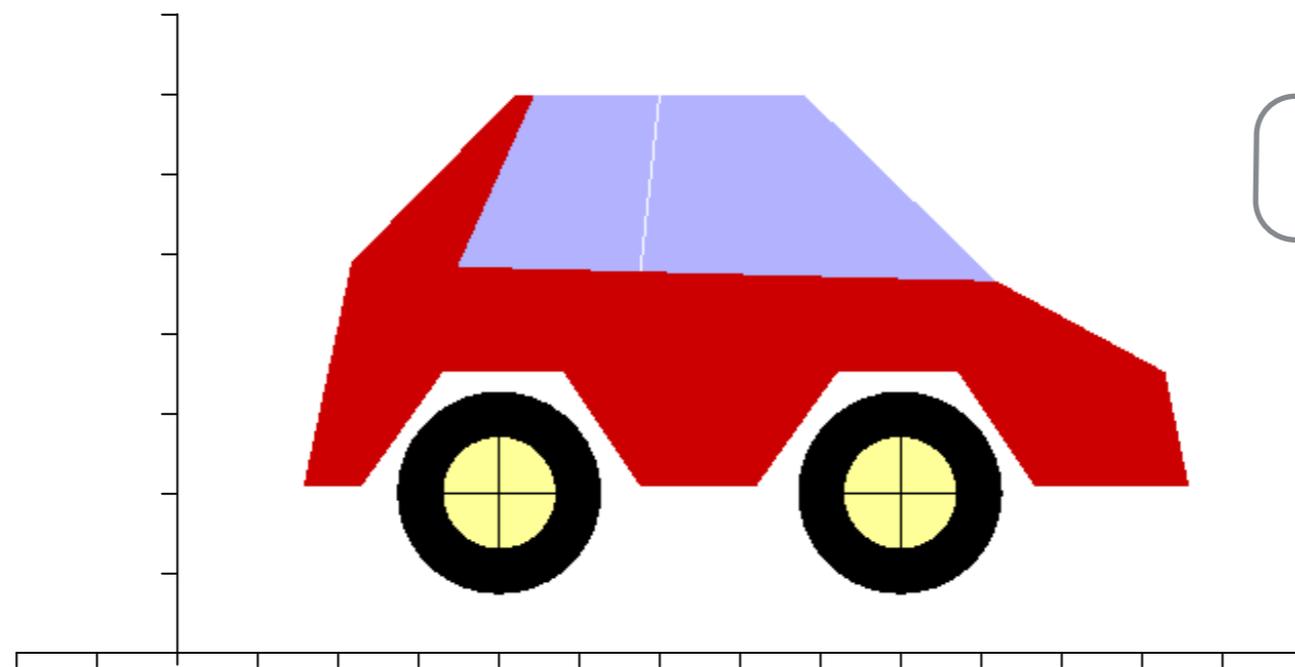
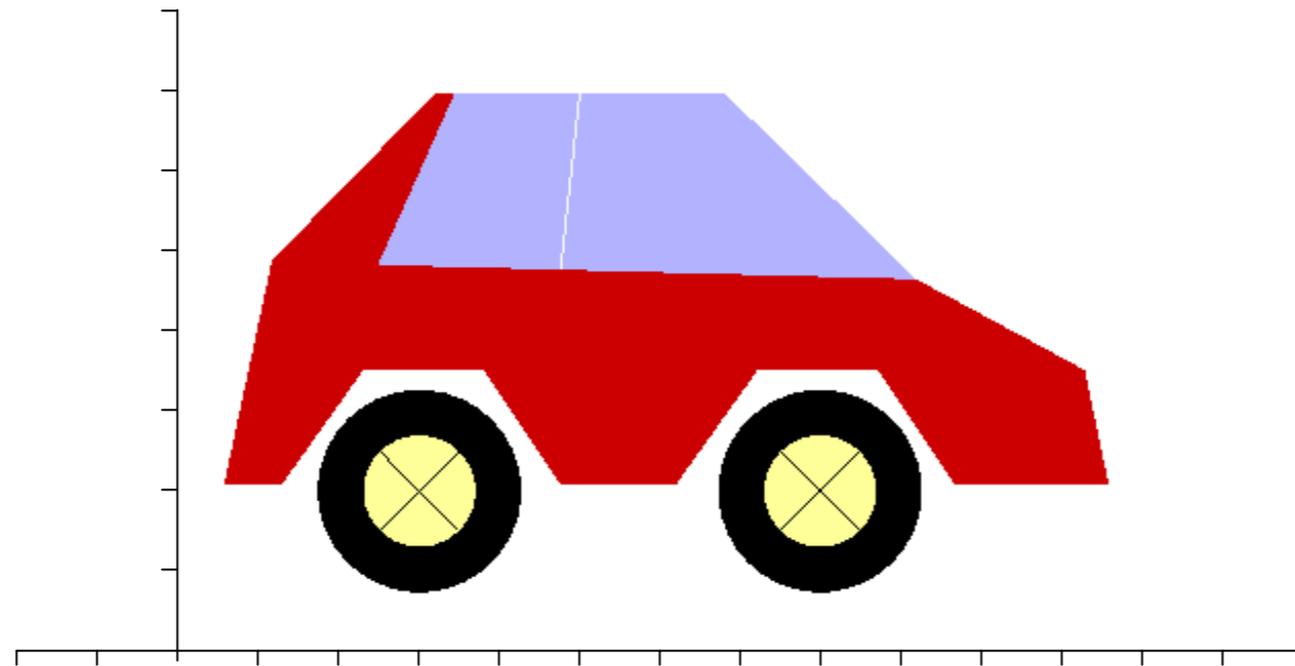


Poder-se-ia construir  
um subgrafo com a  
roda e a rotação

Exercício proposto: Qual seria a  
diferença no caso de um trator agrícola?

M.Próspero

# Exemplo I



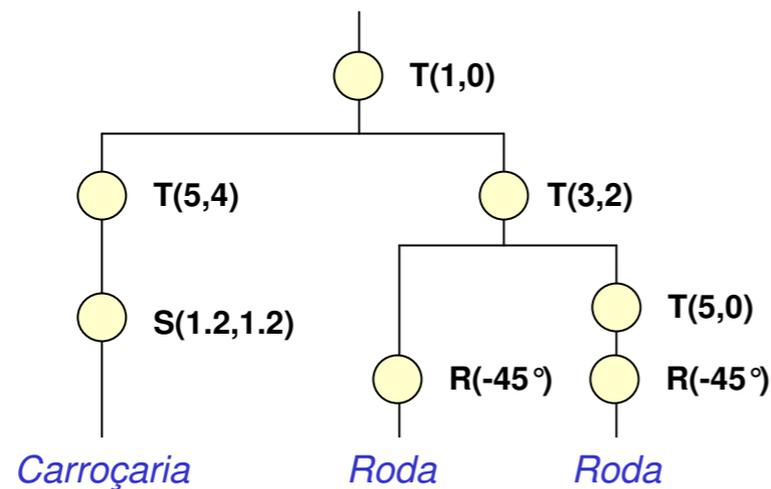
Com rotação das rodas

*M.Próspero*

# Exemplo I: Grafo da Cena $\leftrightarrow$ OpenGL

## Estrutura para programa OpenGL, obtida a partir do Grafo de Cena do carro

i) Tradução direta, em pseudocódigo:



(Travessia prefixada do grafo)

```
T(1,0)
glPushMatrix()
  T(5,4)
  S(1.2,1.2)
  Carroçaria
glPopMatrix()
glPushMatrix()
  T(3,2)
  glPushMatrix()
    R(-45°)
    Roda
  glPopMatrix()
  glPushMatrix()
    T(5,0)
    R(-45°)
    Roda
  glPopMatrix()
glPopMatrix()
```

M.Próspero

# Exemplo I: Grafo da Cena $\leftrightarrow$ OpenGL

## Estrutura para programa OpenGL, obtida a partir do Grafo de Cena do carro

ii) Simplificação do pseudocódigo:

Em cada ramificação, não é necessário preservar a transformação corrente quando se desce pelo ramo mais à direita!

```
T(1, 0)
glPushMatrix()
  T(5, 4)
  S(1.2, 1.2)
  Carroçaria
glPopMatrix()
glPushMatrix()
  T(3, 2)
  glPushMatrix()
    R(-45°)
    Roda
  glPopMatrix()
  glPushMatrix()
    T(5, 0)
    R(-45°)
    Roda
  glPopMatrix()
glPopMatrix()
```

M.Próspero

# Exemplo I: Grafo da Cena $\leftrightarrow$ OpenGL

## Estrutura para programa OpenGL, obtida a partir do Grafo de Cena do carro

iii) Simplificação do pseudocódigo:

```
T(1, 0)
glPushMatrix()
  T(5, 4)
  S(1.2, 1.2)
  Carroçaria
glPopMatrix()

T(3, 2)
glPushMatrix()
  R(-45°)
  Roda
glPopMatrix()
glPushMatrix()
  T(5, 0)
  R(-45°)
  Roda
glPopMatrix()
```

M.Próspero

# Exemplo I: Grafo da Cena $\leftrightarrow$ OpenGL

## Estrutura para programa OpenGL, obtida a partir do Grafo de Cena do carro

iv) Simplificação do pseudocódigo:

```
T(1, 0)
glPushMatrix()
  T(5, 4)
  S(1.2, 1.2)
  Carroçaria
glPopMatrix()

  T(3, 2)
  glPushMatrix()
    R(-45°)
    Roda
  glPopMatrix()

    T(5, 0)
    R(-45°)
    Roda
```

M.Próspero

# Exemplo I: Grafo da Cena $\leftrightarrow$ OpenGL

## Estrutura para programa OpenGL, obtida a partir do Grafo de Cena do carro

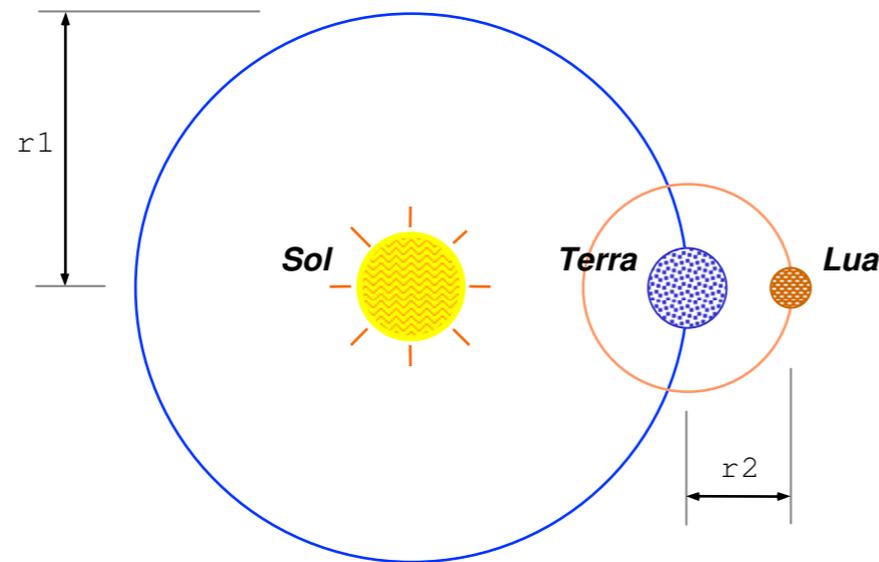
iv) Pseudocódigo simplificado :

```
T(1, 0)
glPushMatrix()
    T(5, 4)
    S(1.2, 1.2)
    Carroçaria
glPopMatrix()
T(3, 2)
glPushMatrix()
    R(-45°)
    Roda
glPopMatrix()
T(5, 0)
R(-45°)
Roda
```

M.Próspero

# Exemplo 2

## Simulação de um Sistema Planetário simplificado

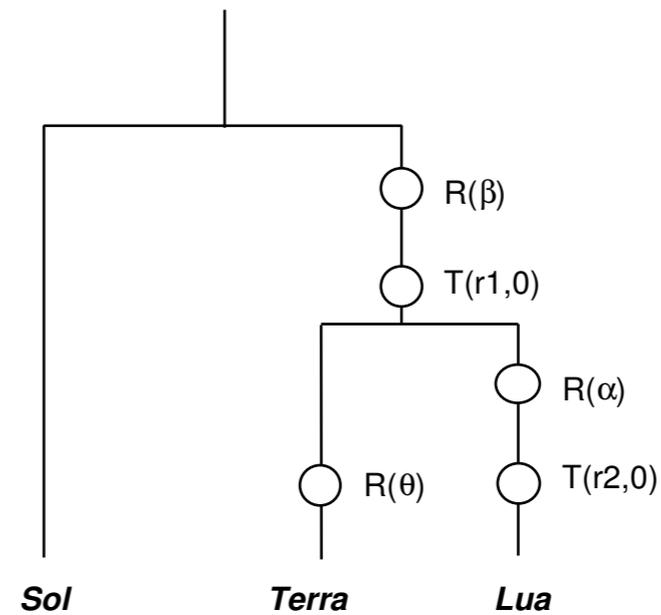


Admite-se que:

- Os objetos primitivos (2D) serão modelados com centro na origem.
- As órbitas dos planetas são circulares e encontram-se no plano XY.

Colocado na origem de WC

### GRAFO DA CENA

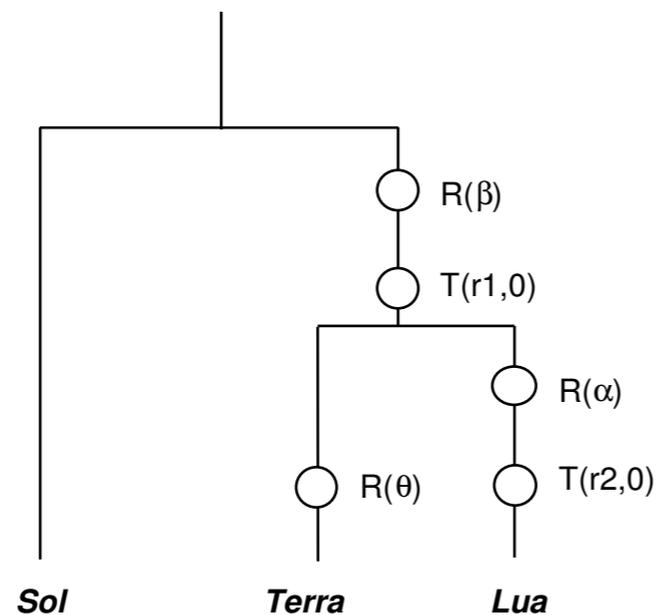


M.Próspero

# Exemplo 2: Grafo da Cena $\leftrightarrow$ OpenGL

## Programação em OpenGL, obtida a partir do Grafo de Cena do sistema planetário

i) Tradução direta, em pseudocódigo:



Esta solução foi escrita supondo que **nada se conhece** sobre a programação dos objetos primitivos, não sendo de excluir que aí possam ter sido utilizadas **transformações geométricas** (ver as instruções Push e Pop como parênteses de cada um desses objetos).

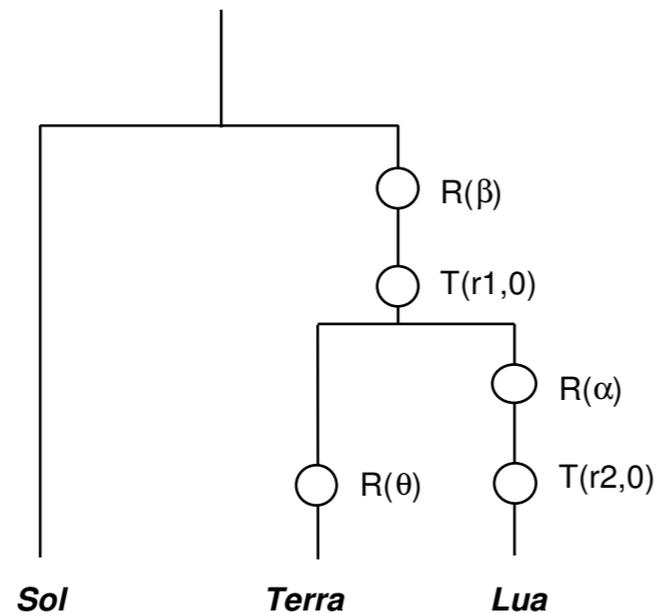
```
glPushMatrix()
  glPushMatrix()
    Sol
  glPopMatrix()
glPopMatrix()
glPushMatrix()
  R(β)
  T(r1,0)
  glPushMatrix()
    R(θ)
    glPushMatrix()
      Terra
    glPopMatrix()
  glPopMatrix()
  glPushMatrix()
    R(α)
    T(r2,0)
    glPushMatrix()
      Lua
    glPopMatrix()
  glPopMatrix()
glPopMatrix()
```

M.Próspero

# Exemplo 2: Grafo da Cena $\leftrightarrow$ OpenGL

## Programação em OpenGL, obtida a partir do Grafo de Cena do sistema planetário

ii) Simplificação do pseudocódigo:



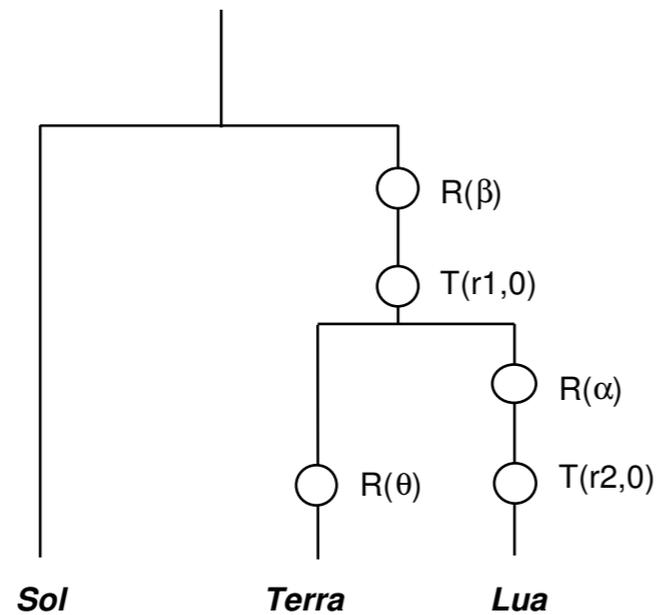
```
glPushMatrix()
    glPushMatrix()
        Sol
    glPopMatrix()
glPopMatrix()
glPushMatrix()
    R(β)
    T(r1,0)
    glPushMatrix()
        R(θ)
        glPushMatrix()
            Terra
        glPopMatrix()
    glPopMatrix()
    glPushMatrix()
        R(α)
        T(r2,0)
        glPushMatrix()
            Lua
        glPopMatrix()
    glPopMatrix()
glPopMatrix()
```

M.Próspero

# Exemplo 2: Grafo da Cena $\leftrightarrow$ OpenGL

## Programação em OpenGL, obtida a partir do Grafo de Cena do sistema planetário

ii) Pseudocódigo simplificado:



```
glPushMatrix()  
  Sol  
glPopMatrix()  
R(β)  
T(r1,0)  
glPushMatrix()  
  R(θ)  
  Terra  
glPopMatrix()  
R(α)  
T(r2,0)  
Lua
```

NOTA: Um Grafo de Cena não pode conter ciclos.

M.Próspero