

MODELAÇÃO HIERÁRQUICA DE OBJECTOS

Computação Gráfica e Interfaces

Modelos hierárquicos

- Instâncias de objectos
- Grafo da cena
- Implementação em OpenGL
- Animação de modelos

X3D

- Grafo da cena

Modelos de objectos

Modelos

- Constituídos por vários objectos
- A sua organização denota uma estrutura hierárquica, obtida a partir de uma composição de transformações de modelação

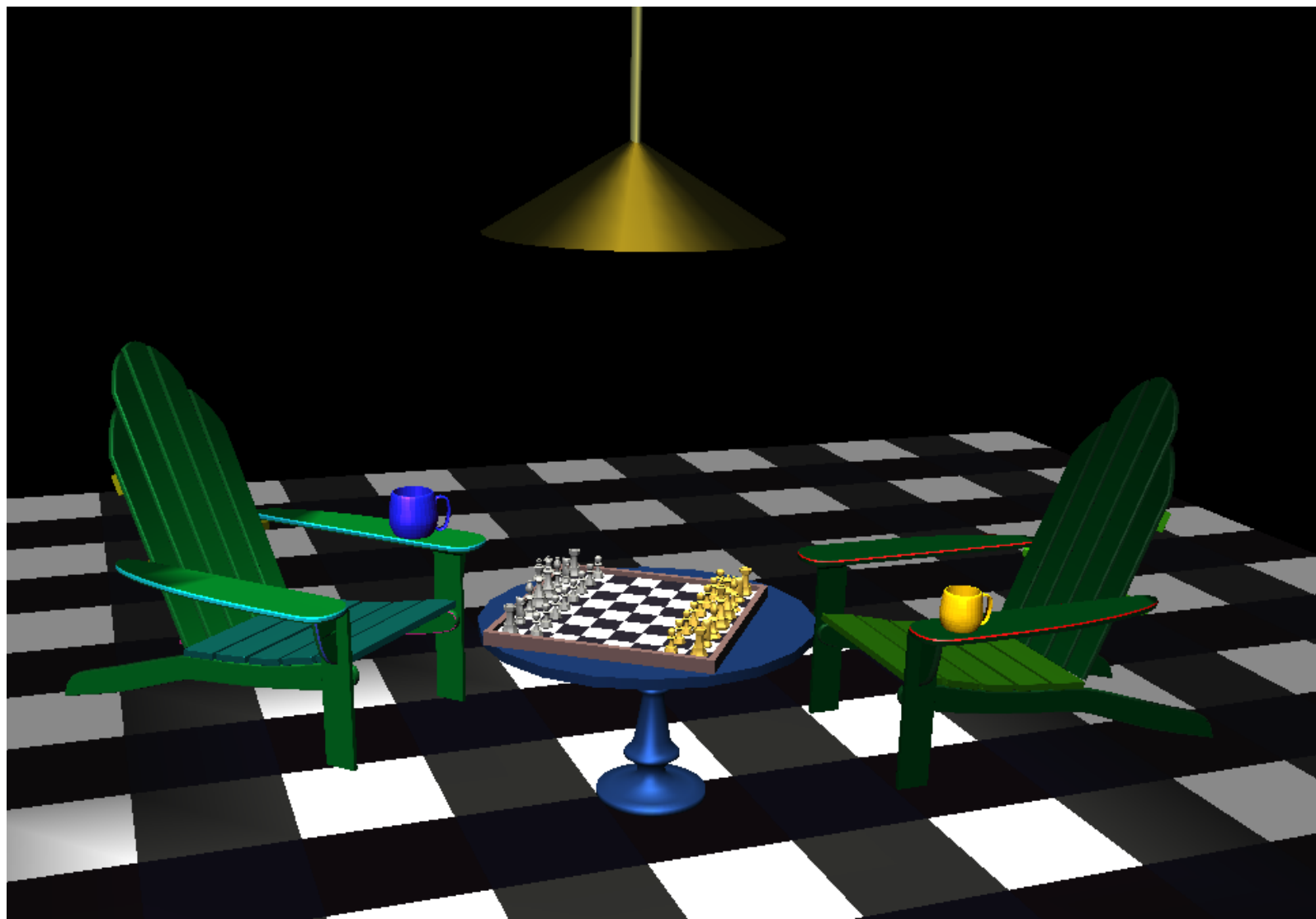
Instâncias de objectos

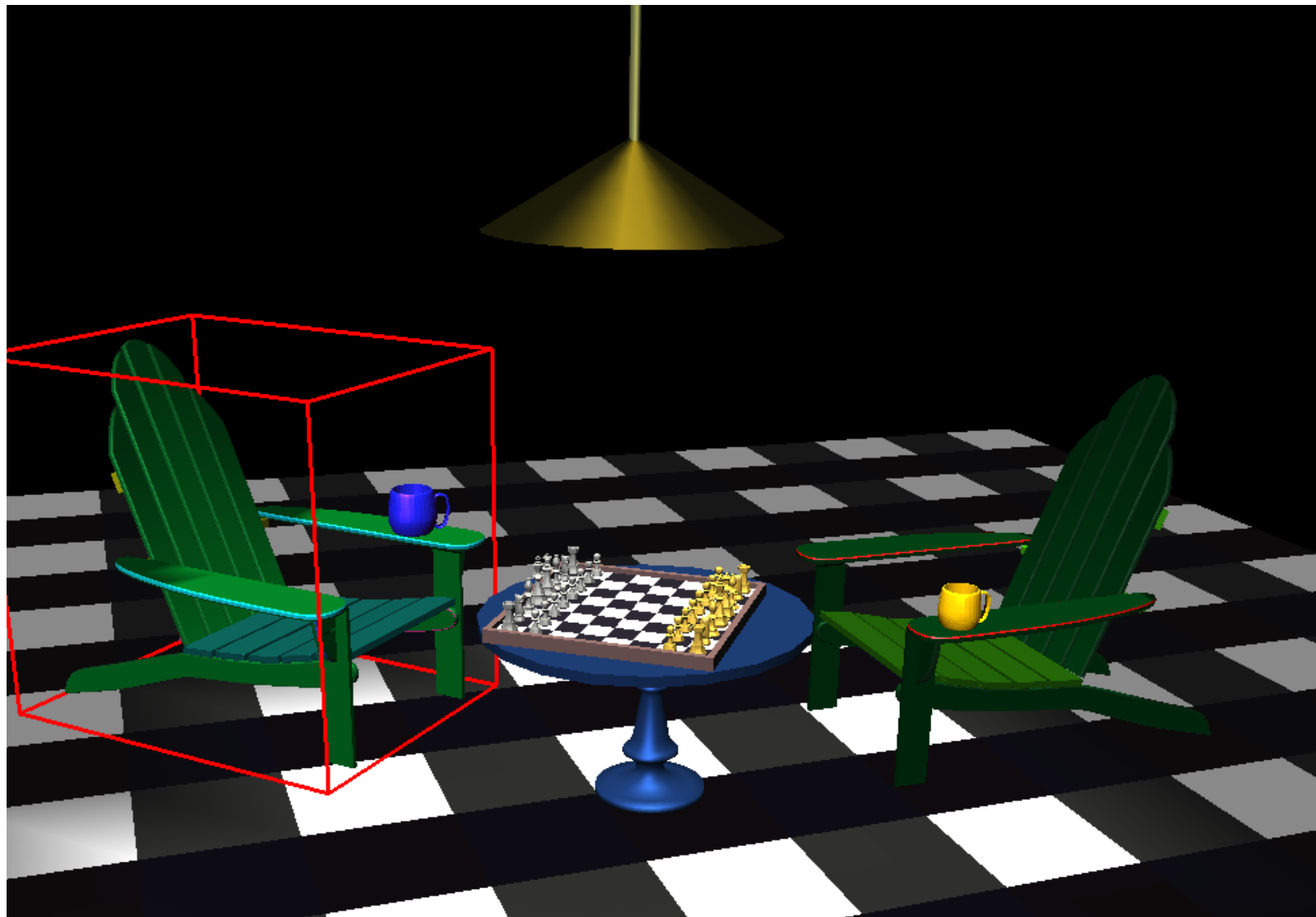
- Os objectos de um modelo (complexo) são definidos a partir de objectos gráficos básicos, e.g. cubo ou esfera, também referenciados como símbolos
- Os objectos são construídos no contexto do seu sistema coordenado local
- As operações geométricas de mudança de escala, rotação e translação permitem definir uma transformação de instância

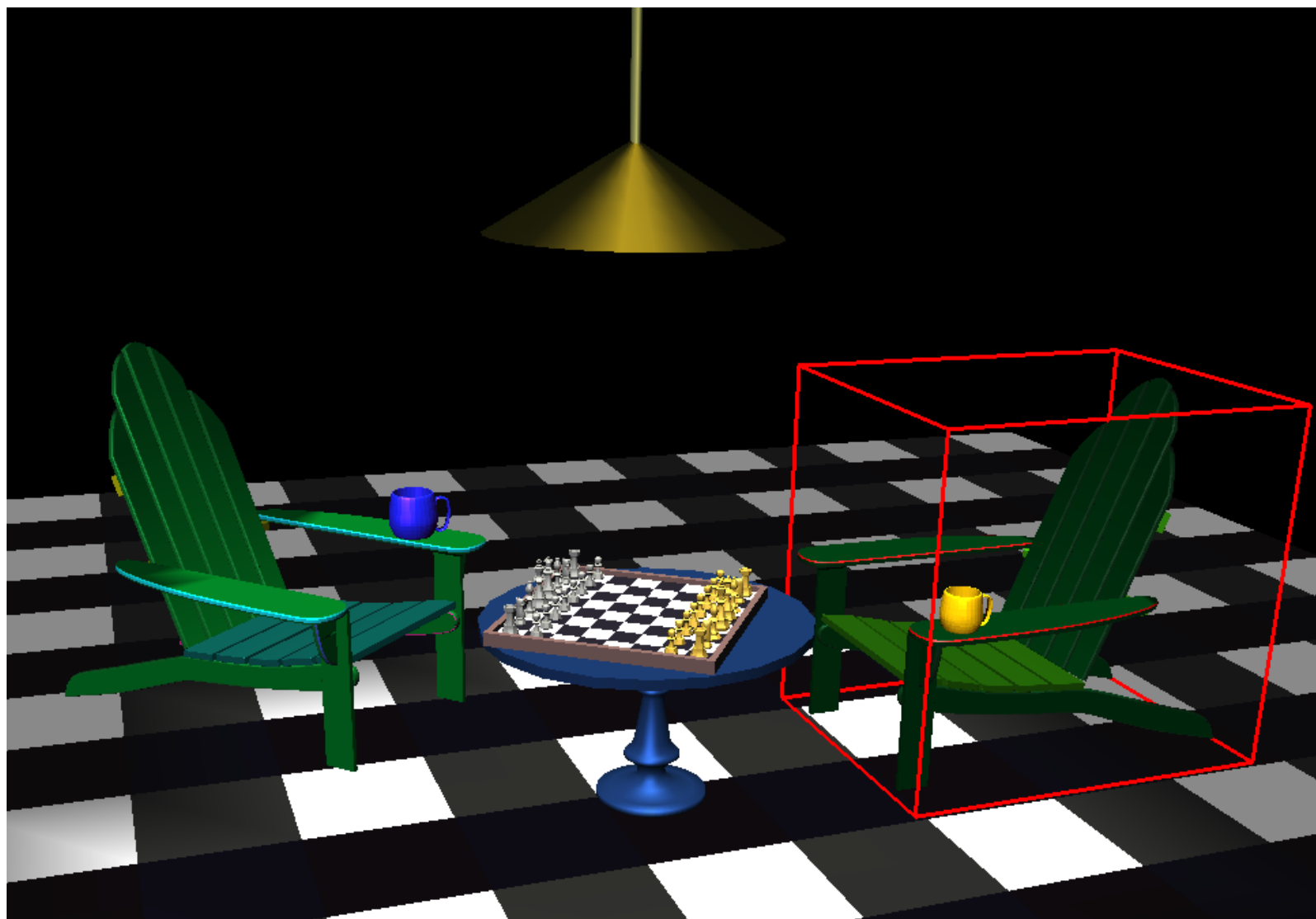
Grafo da cena

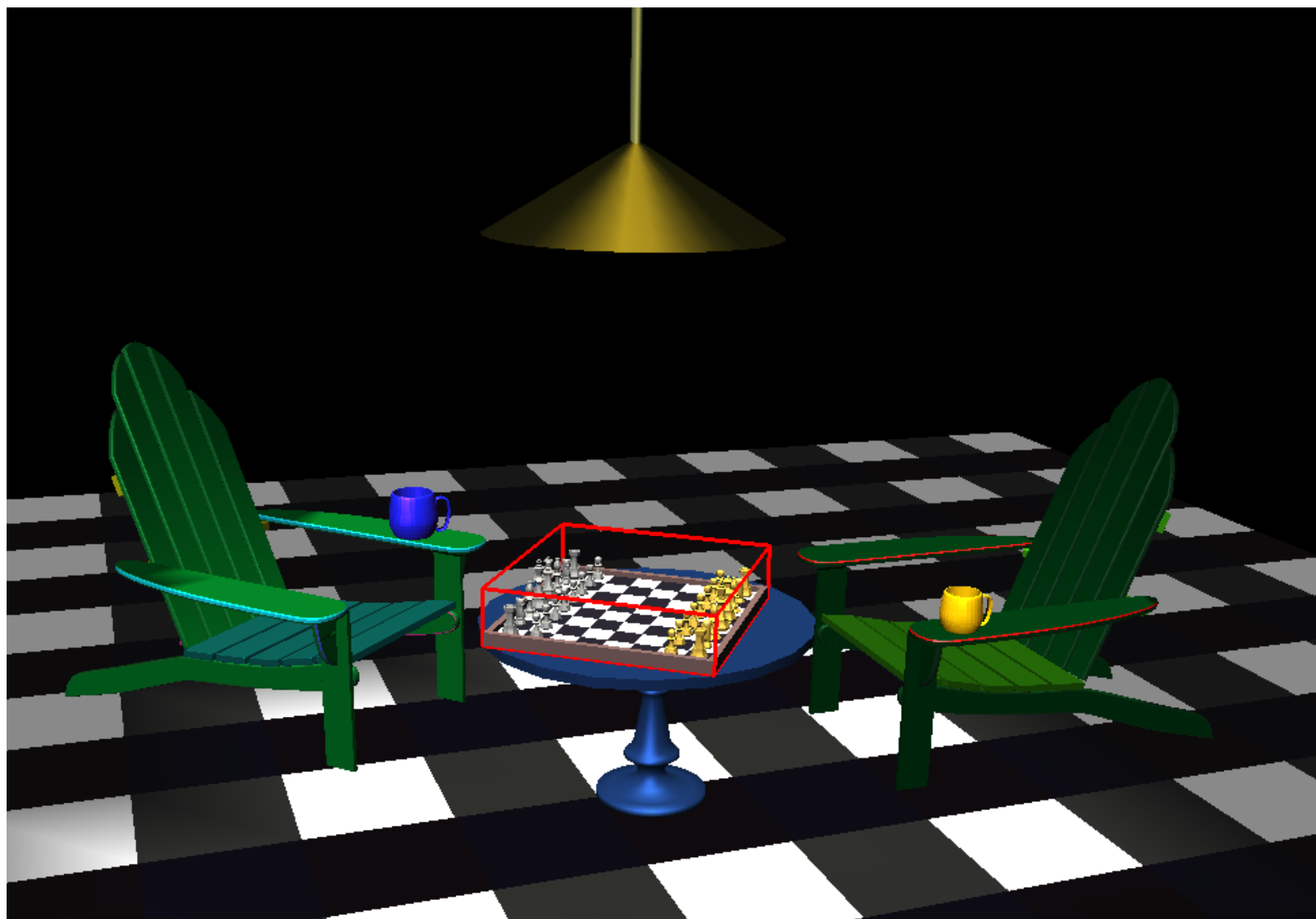
- Representação gráfica sob a forma de árvore que caracteriza a cena/modelos, incluindo parâmetros de transformações geométricas
- Qualquer objecto é posicionado relativamente ao objecto “pai” na estrutura hierárquica
- A reposição de um objecto na estrutura hierárquica afecta a posição dos respectivos filhos, de modo automático e simples

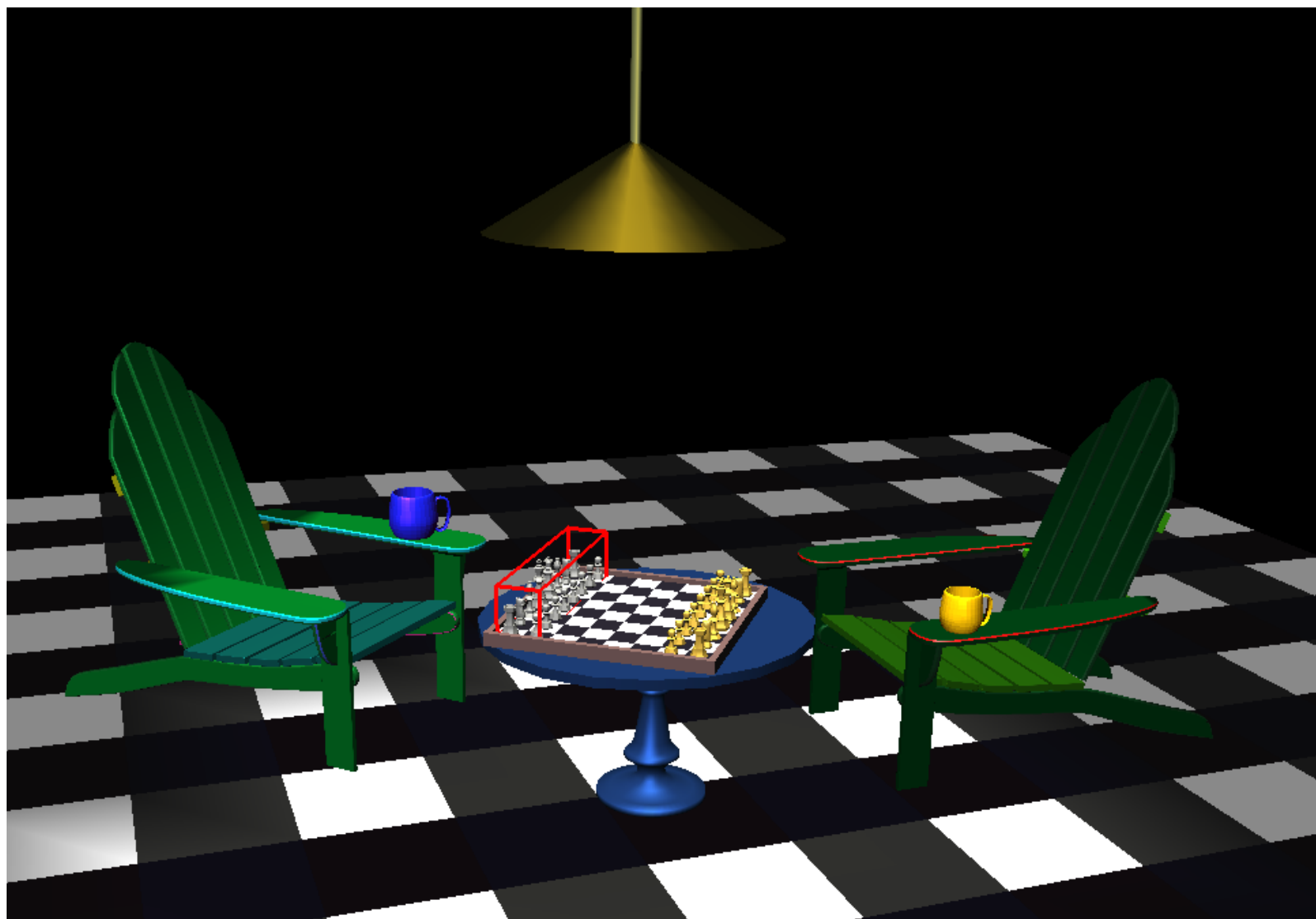
Composição de uma cena

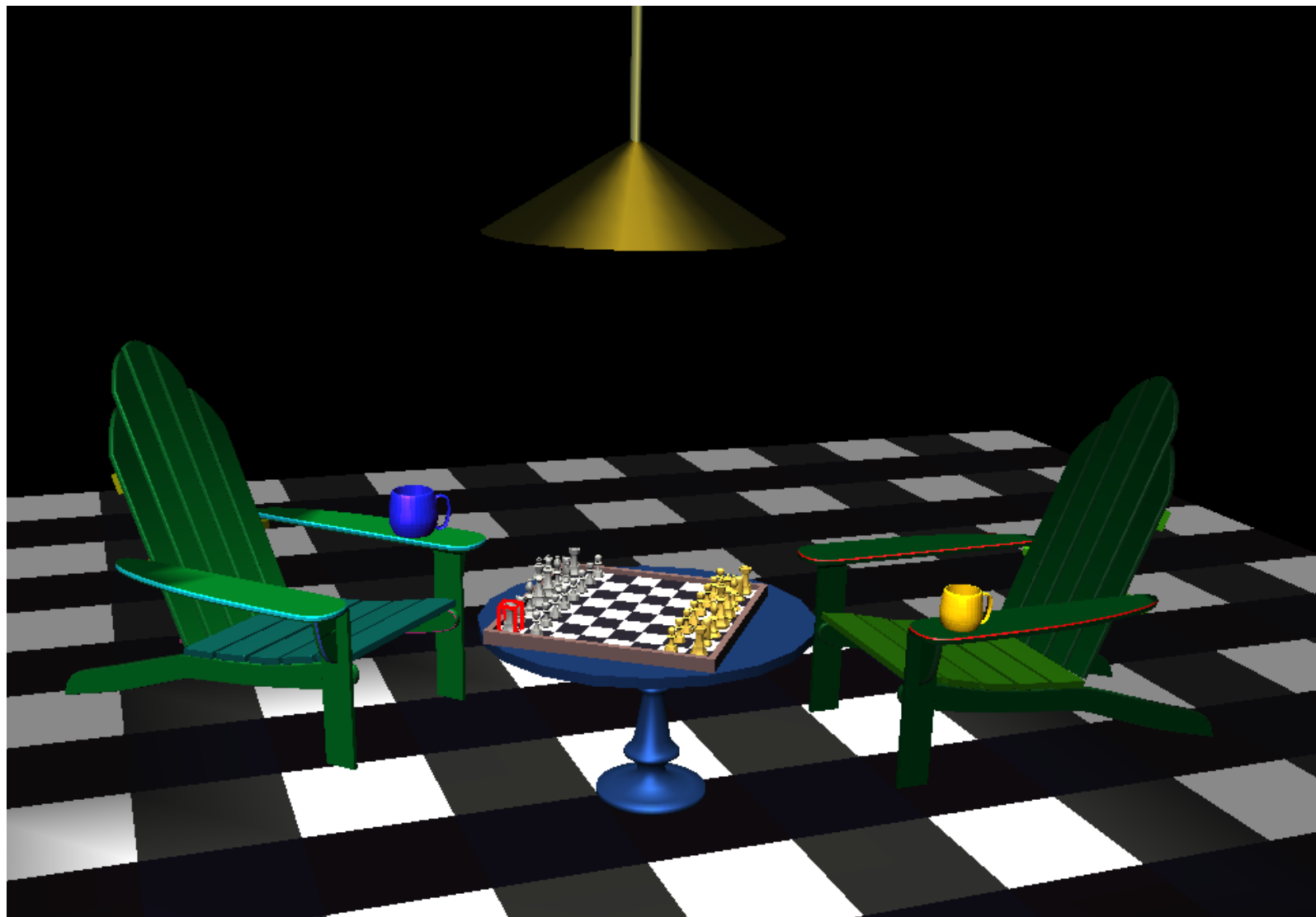


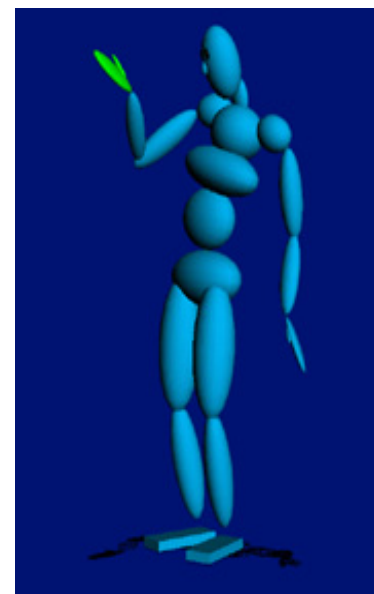
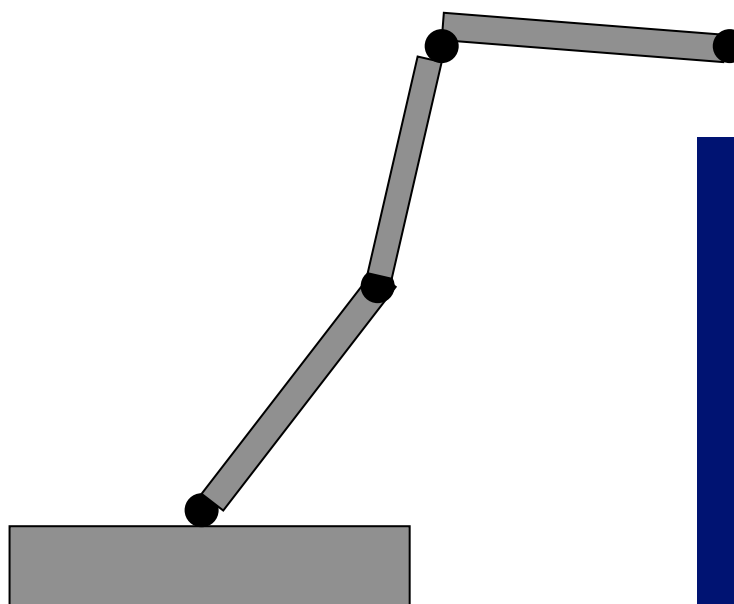
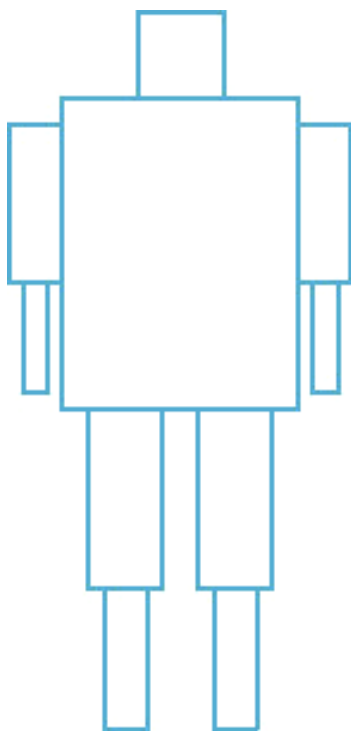
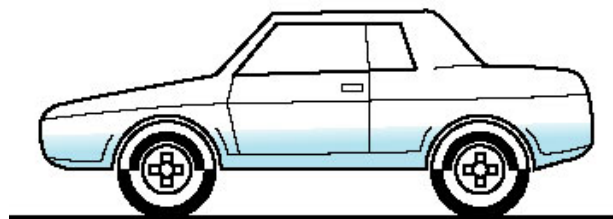








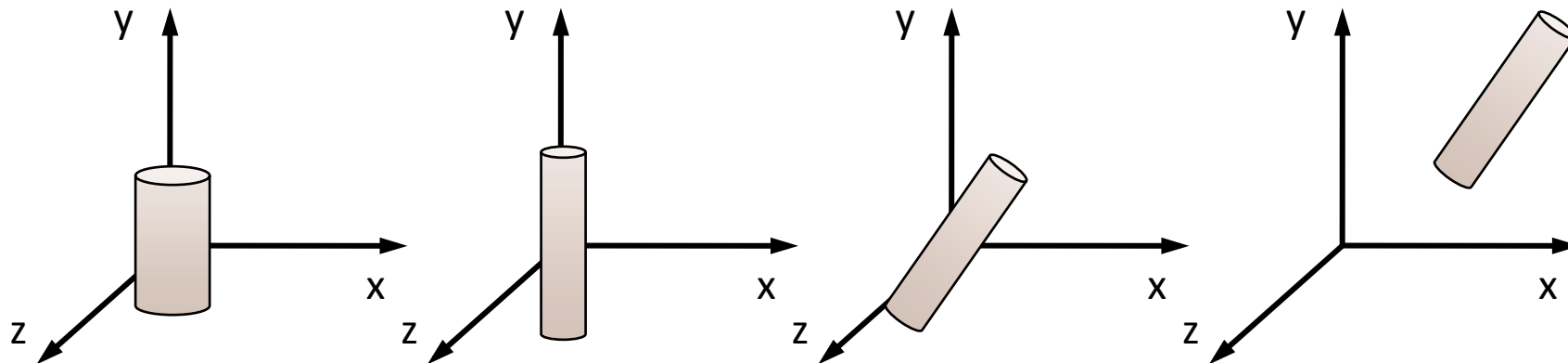




Símbolo



Composição de uma transformação de modelação, com os respectivos valores de instanciação

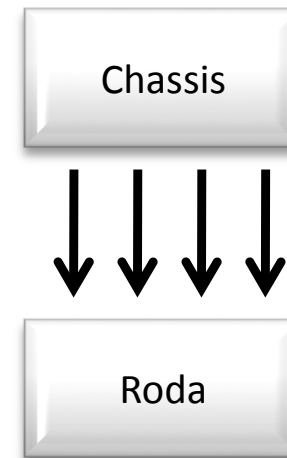
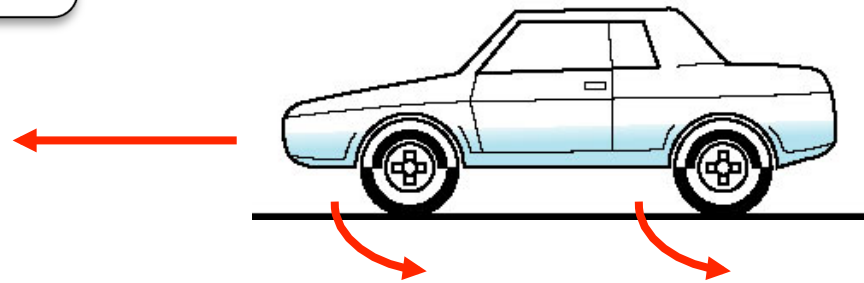


$$M = T(t_x, t_y) R(\theta) S(s_x, s_y)$$

Modelo de um carro

Carro simplificado

- Chassis e 4 rodas idênticas, logo 5 instâncias
- Baseado apenas em dois símbolos: chassis e roda
- Movimento do carro é determinado pela velocidade rotacional das rodas
- Como as 4 rodas são instâncias do mesmo símbolo, é aceitável a representação desse símbolo apenas uma vez. Neste caso, o carro seria representado através de um grafo direccionado, sem ciclos



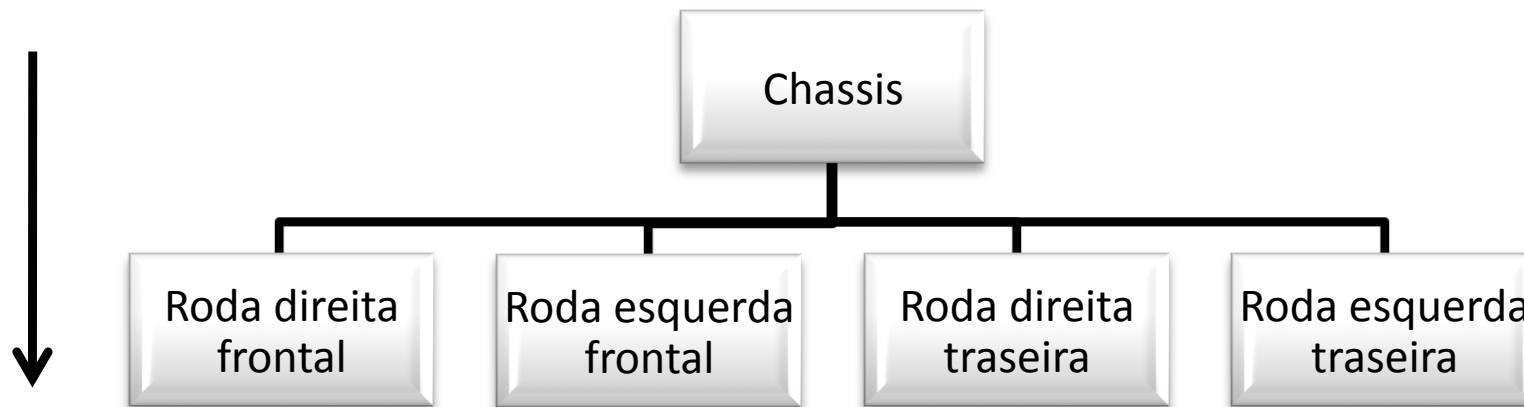
Grafo de cena

Modelo hierárquico

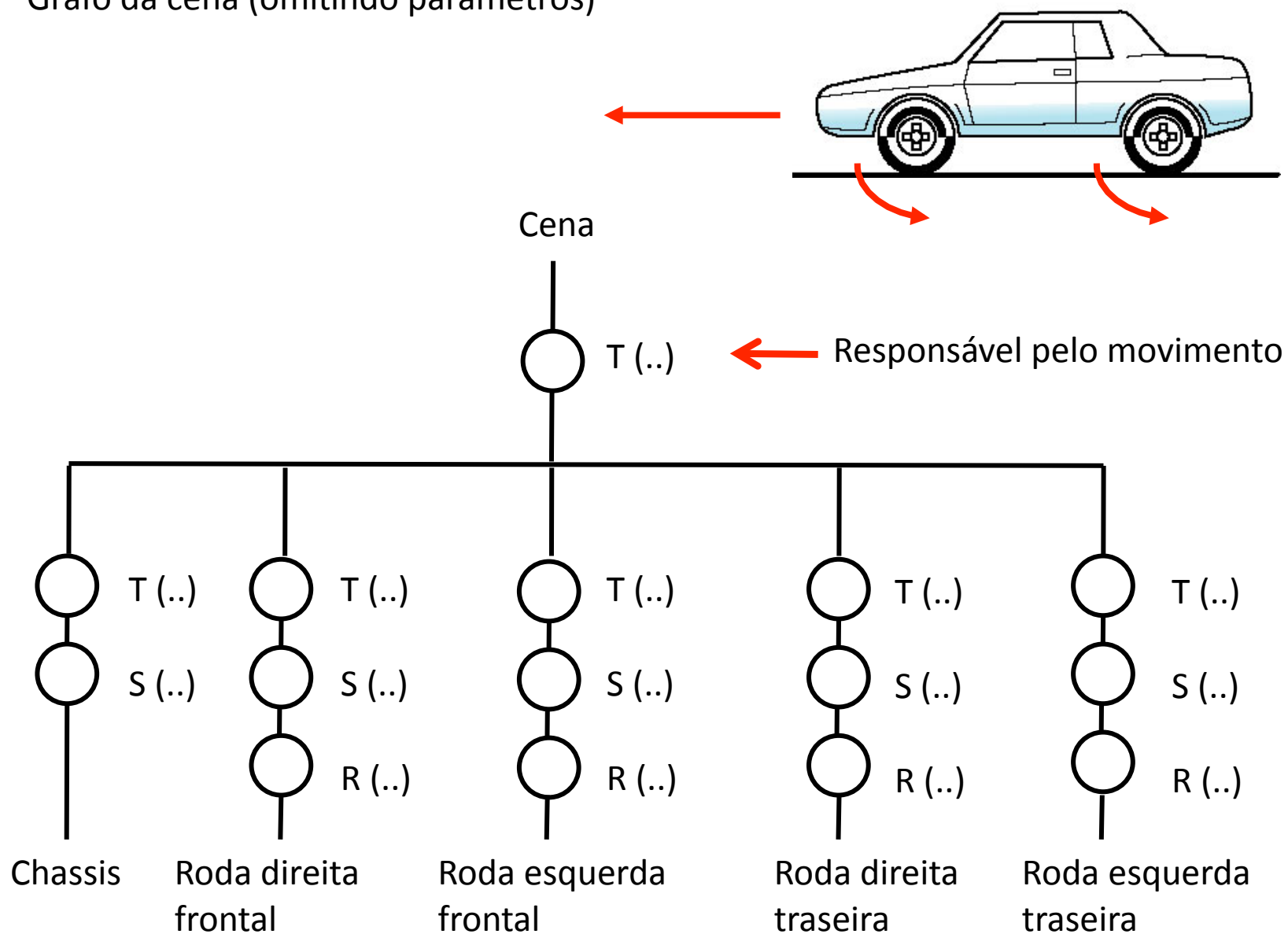
- Um modelo hierárquico é composto por instâncias de símbolos e representado através de árvores ou grafos direccionados, sem ciclos
- As transformações geométricas e as geometrias a desenhar são parte integrante da representação do modelo

Grafo da cena

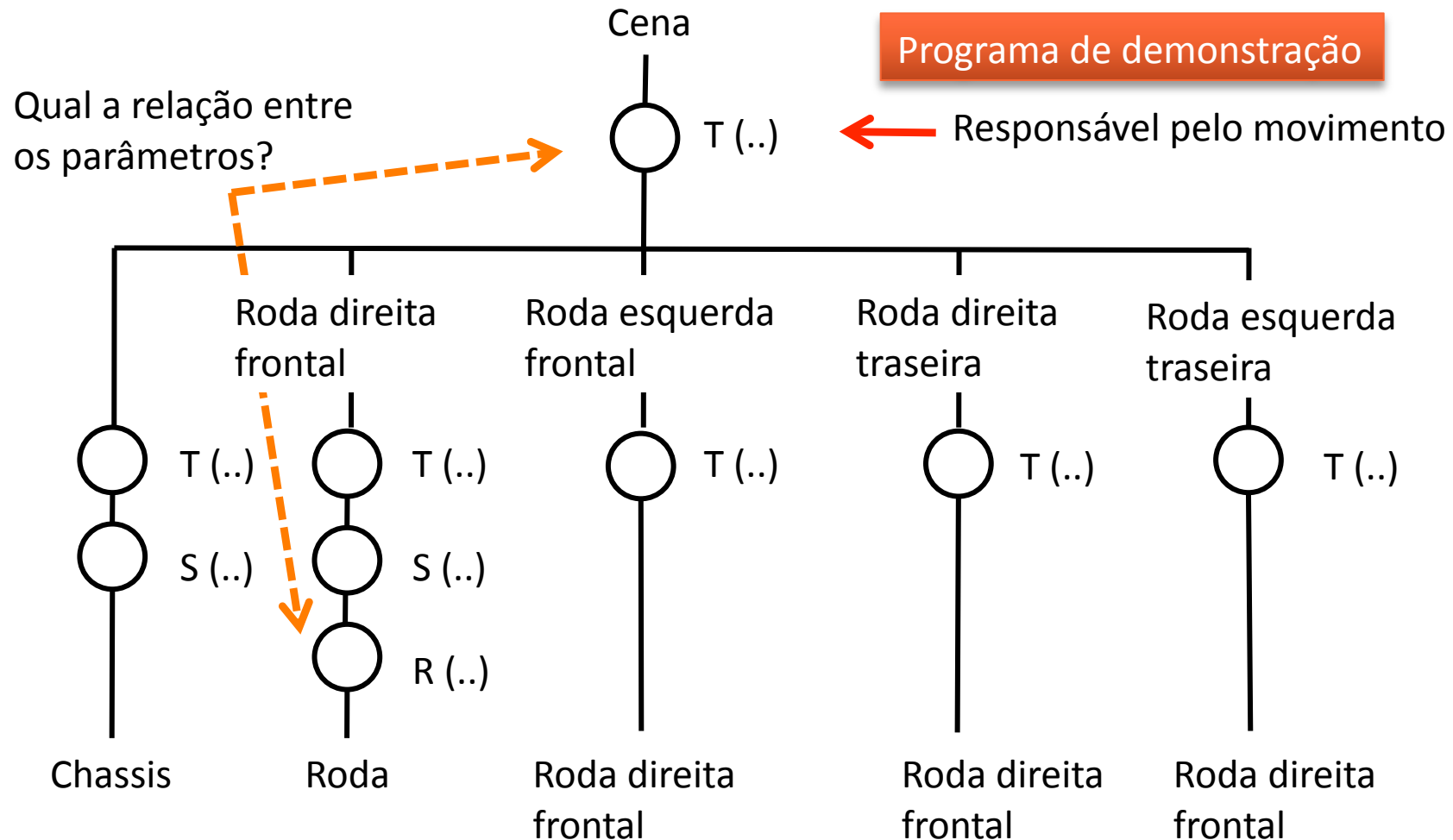
- A estrutura em árvore é a forma mais usual de representação, mostrando a relação entre as várias partes



Grafo da cena (omitindo parâmetros)

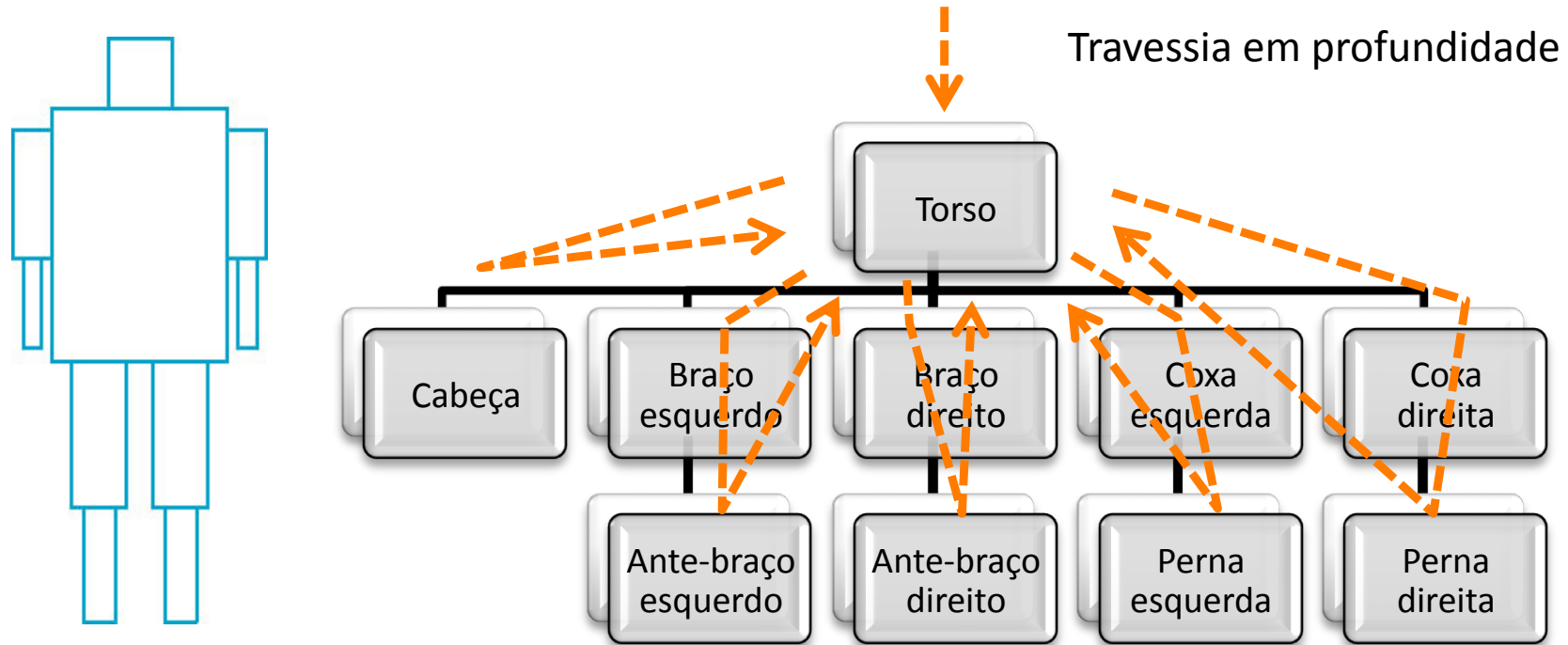


Sendo as rodas todas iguais e com as mesmas condições de movimento, então as respectivas transformações de instância de mudança de escala e de rotação são comuns. Podemos assim re-utilizar uma das instâncias e variar apenas a respectiva transformação de translação. Ou seja, temos apenas 2 símbolos distintos



Humanóide

Modelo constituído por partes rígidas mas ligadas entre si por pontos de ligação. Neste caso, a posição global é determinada por ângulos de ligação



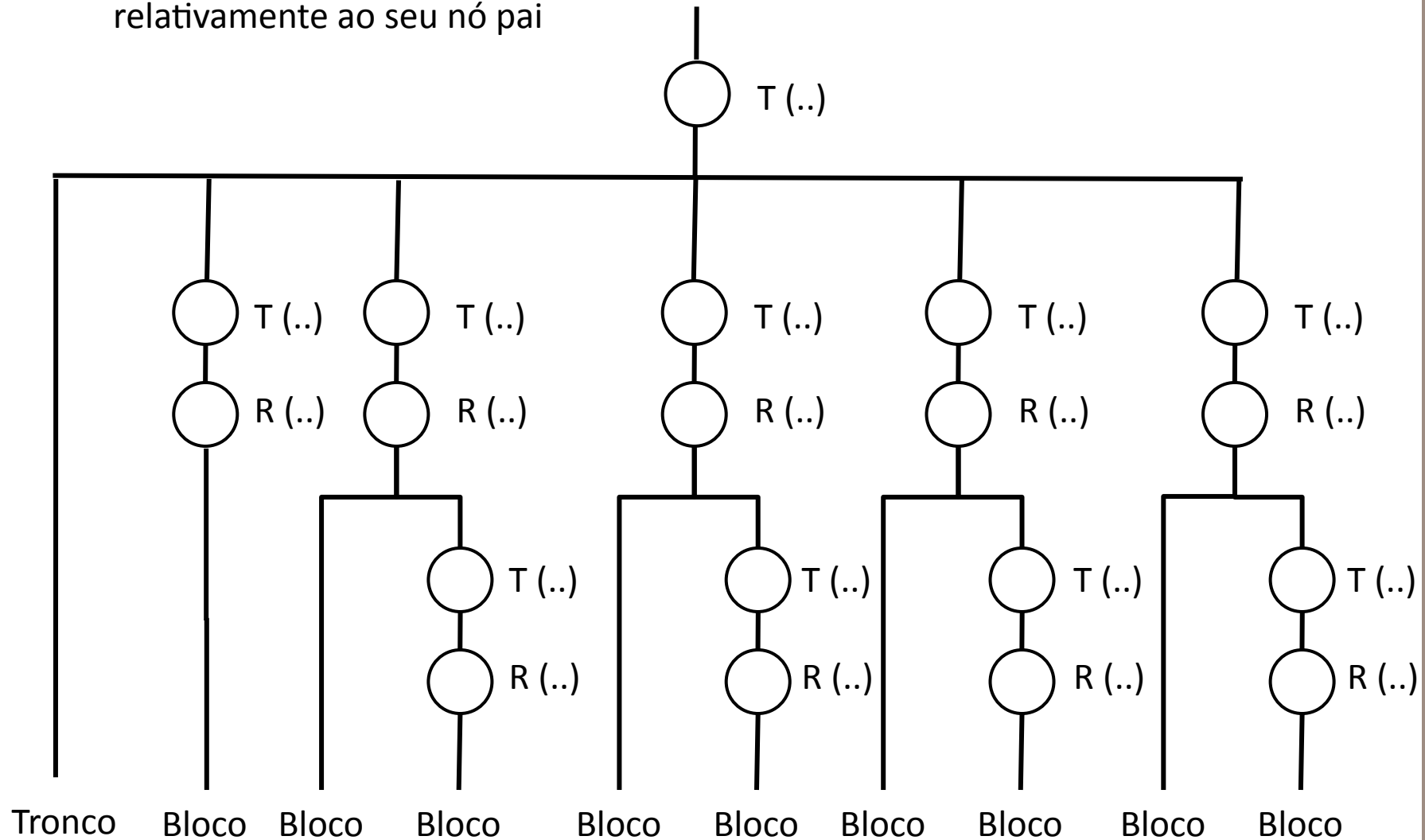
Qual o modo mais eficiente para desenhar o modelo? E o mais sensato?

O modelo pode também ser animado especificando os ângulos nos pontos de ligação (e outros parâmetros) em função do tempo

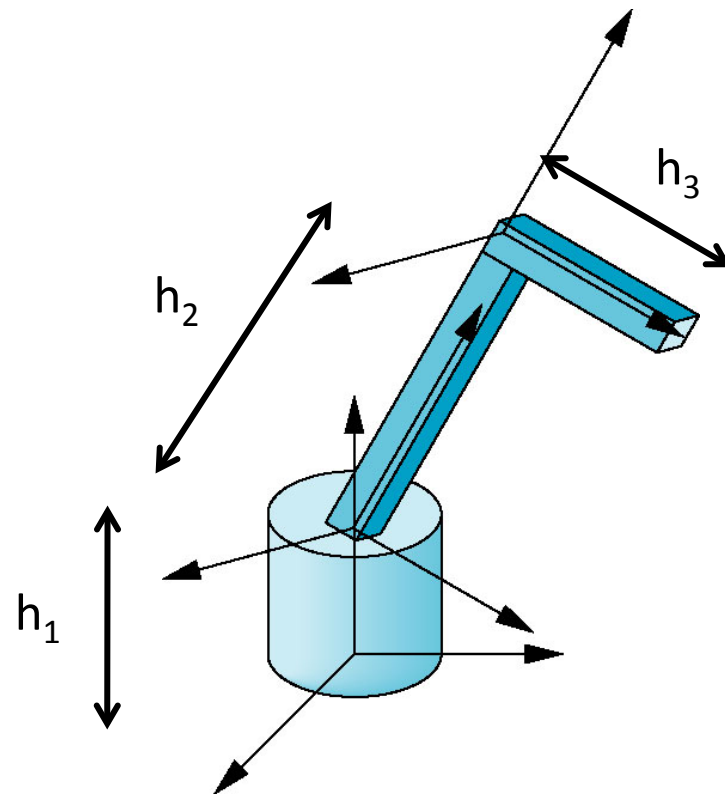
Grafo da cena

Elementos básicos: os símbolos Tronco (elipsóide) e Bloco (cilindro)

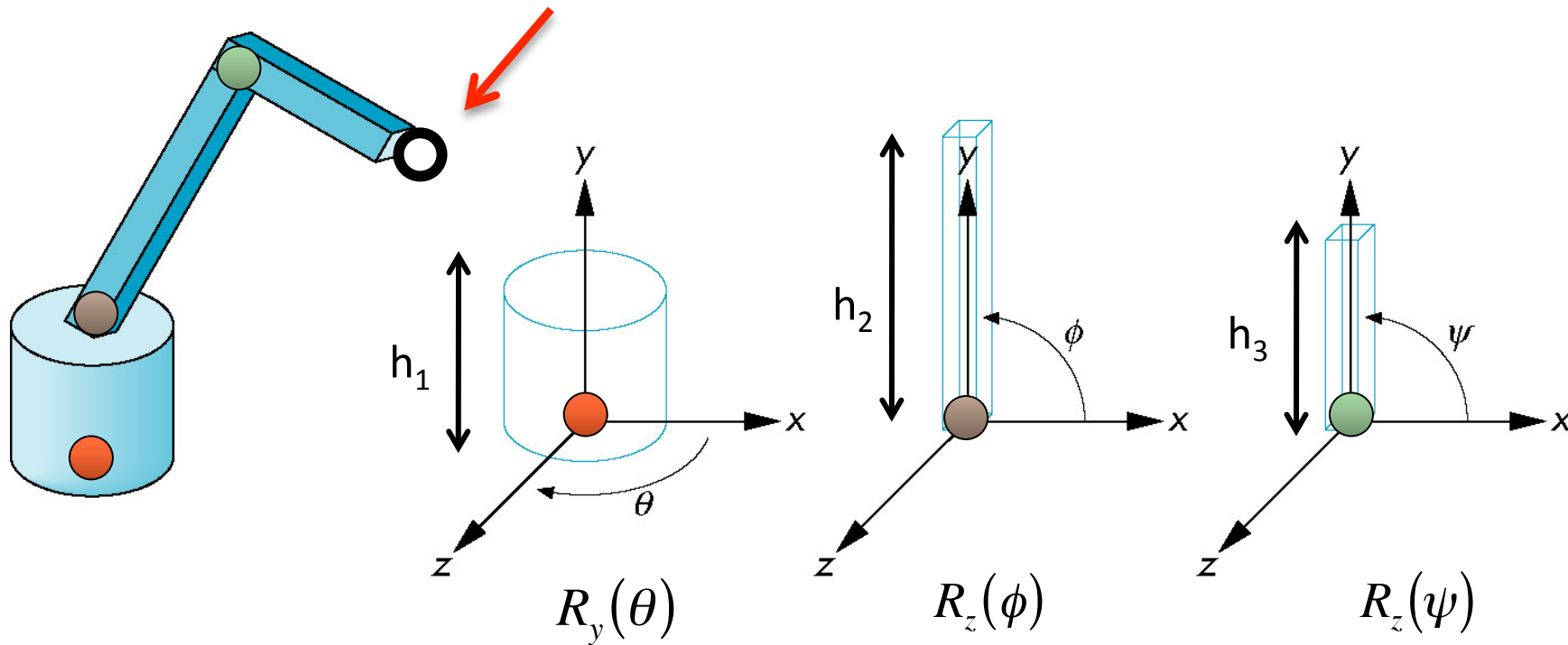
As transformações geométricas descrevem a posição de um nó da árvore relativamente ao seu nó pai



Braço de um robot com 3 graus de liberdade



Exemplo livro Angel



$$R_y(\theta) T(0, h_1, 0) R_z(\phi) T(0, h_2, 0) R_z(\psi) T(0, h_3, 0)$$



Note-se que cada componente é definida no seu próprio sistema coordenado, isto é, utilizam-se sistemas de coordenadas locais (ou de modelação)

Características funcionais

- As várias partes têm pontos de ligação
- O estado do modelo é determinado pelos ângulos associados aos pontos de ligação

Base

Br

- Roda de forma independente
- Um único ângulo determina a sua posição

Braço inferior ligado à base

Br

It Ir

- Posição depende da rotação da base
- Desloca-se relativamente à base e roda sob o ponto de ligação

Braço superior ligado ao braço inferior

Br

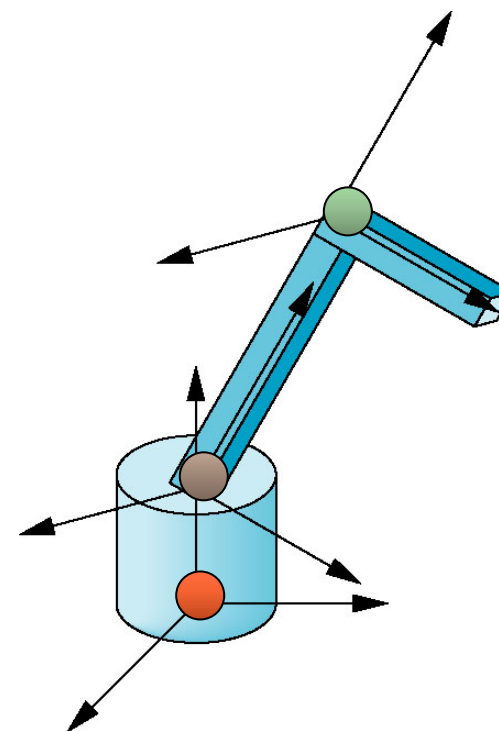
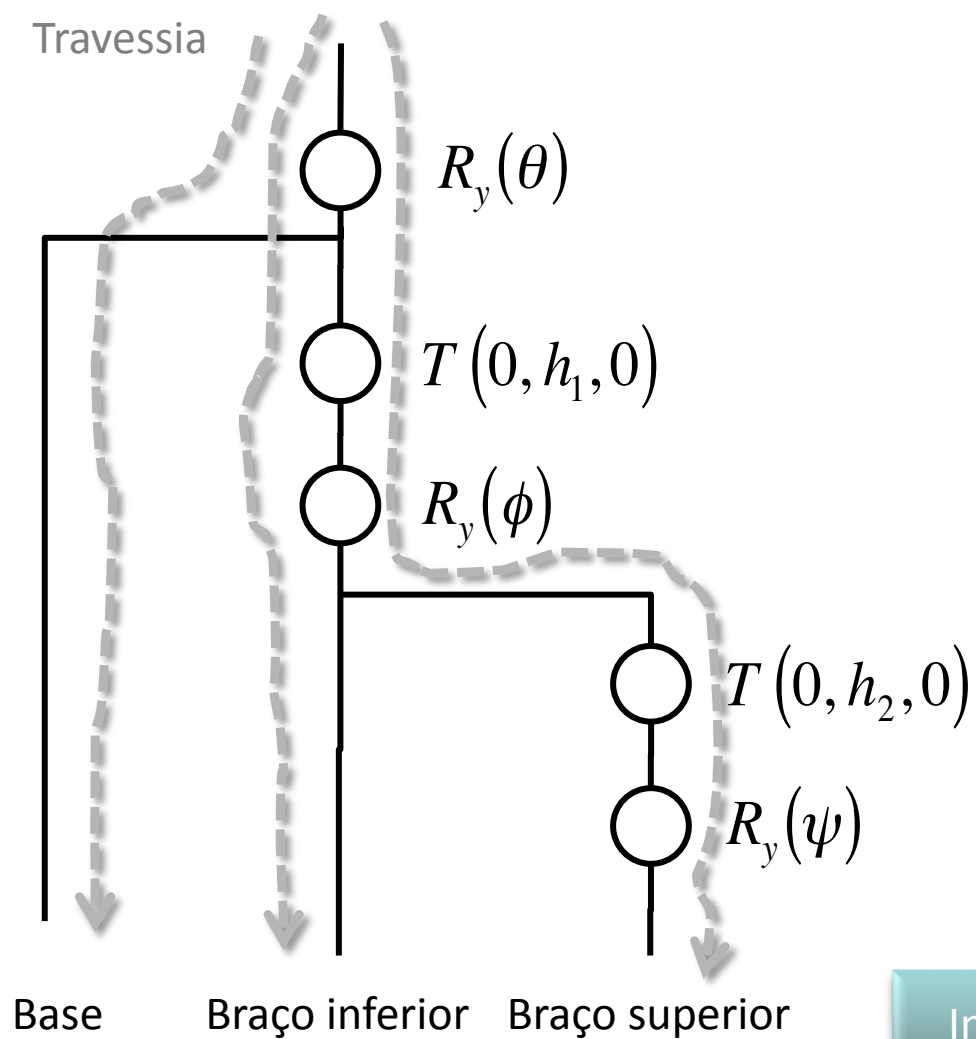
It Ir

St Sr

- Posição depende da base e do braço inferior
- Desloca-se relativamente ao braço inferior e roda sob o ponto de ligação que o liga ao braço inferior

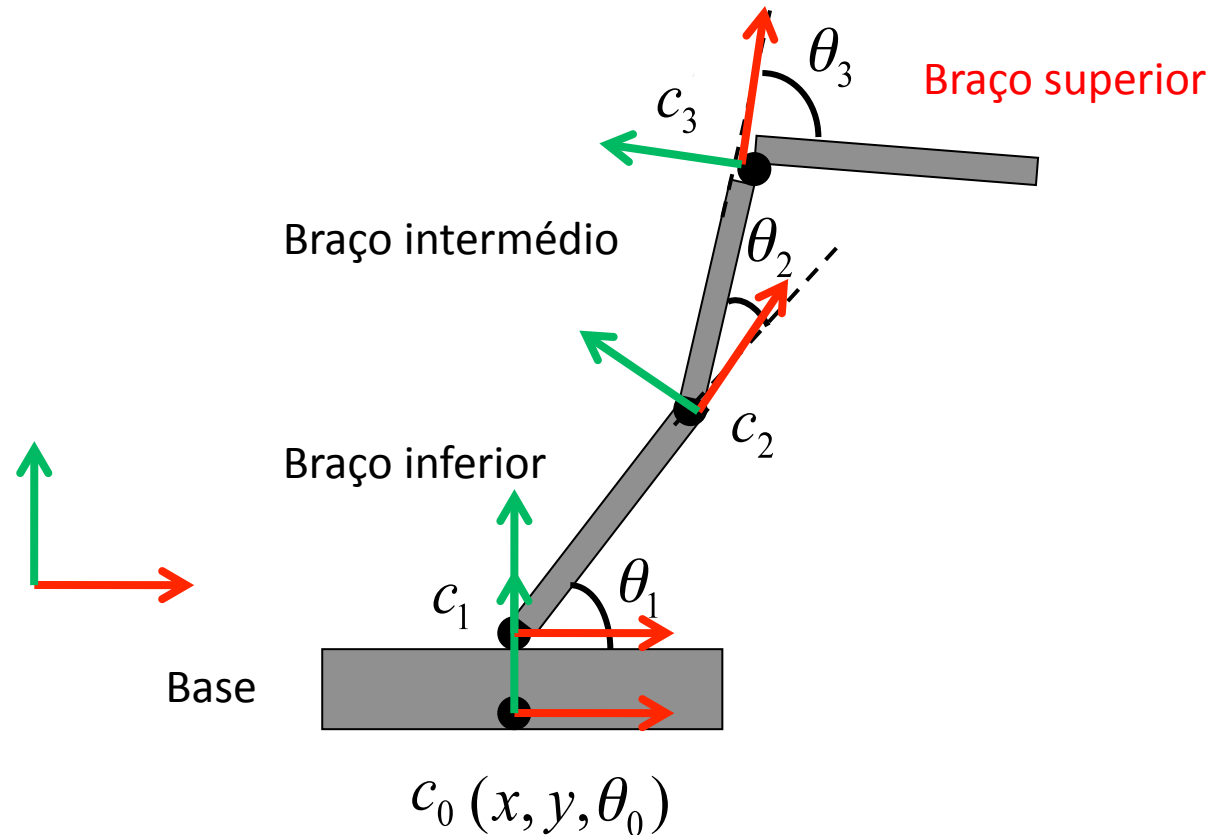
	Mudança de escala	Rotação	Translação
Base	Bs	Br	Bt
Braço Inferior	Is	Ir	It
Braço Superior	Ss	Sr	St

Grafo da cena denota a relação entre as partes

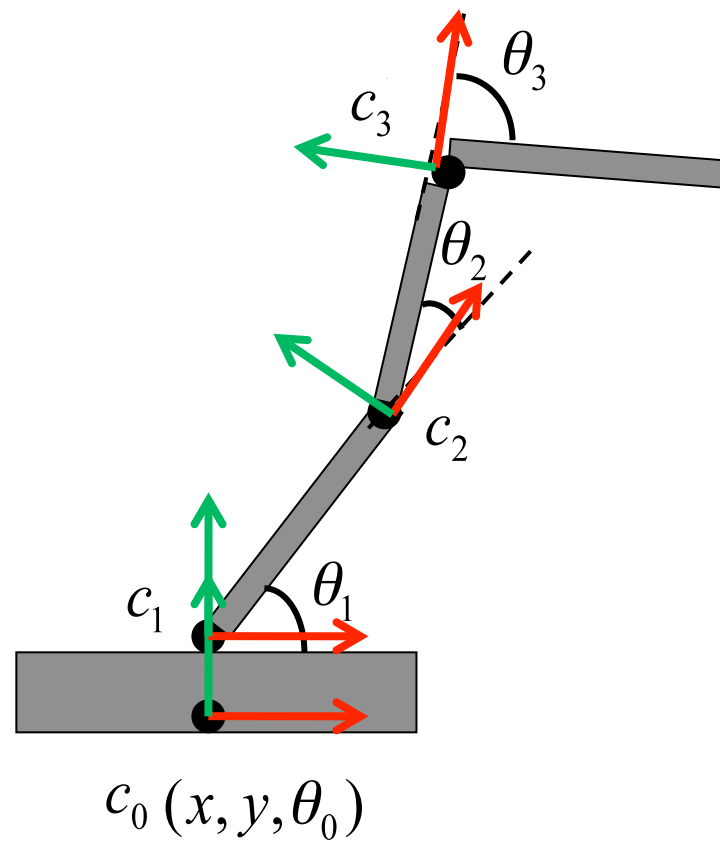
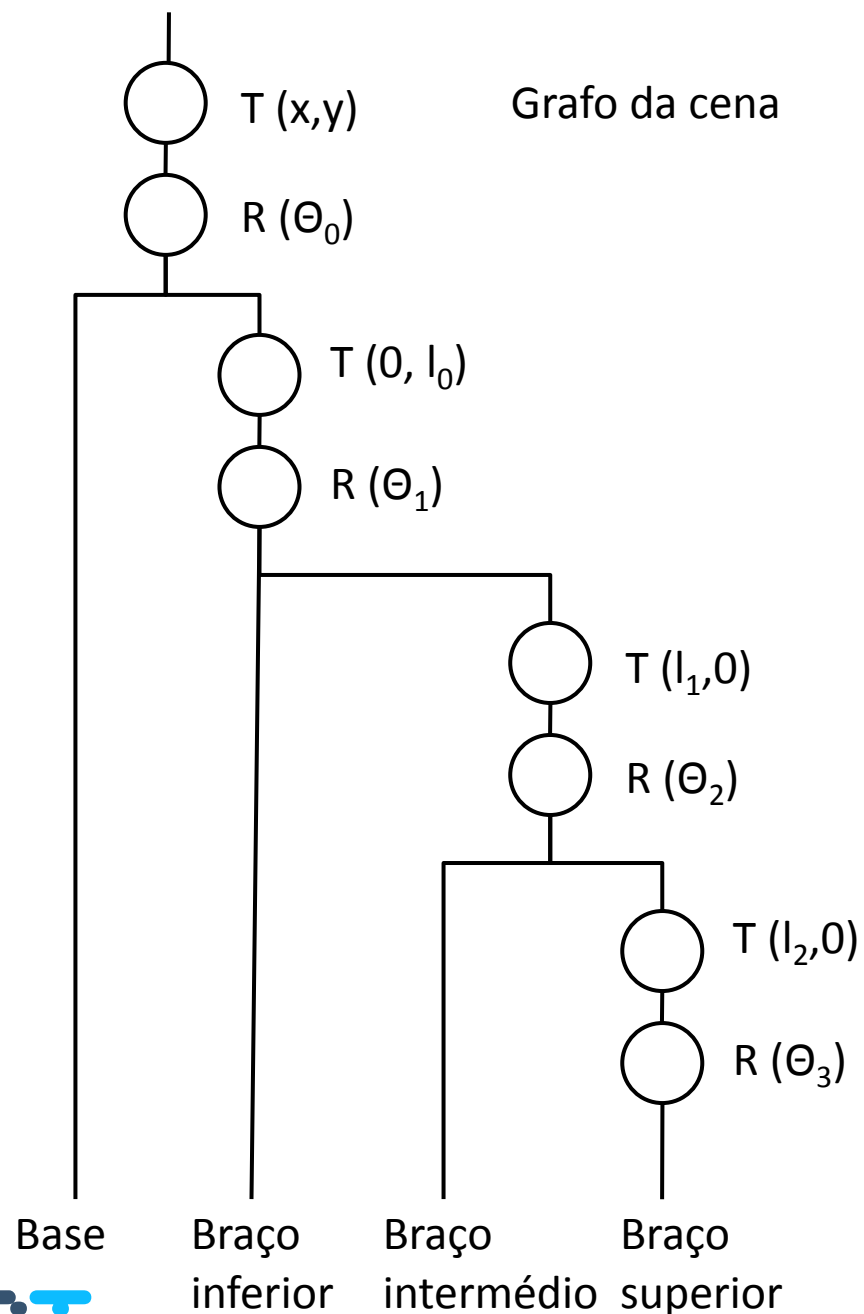


Instâncias de símbolos ...

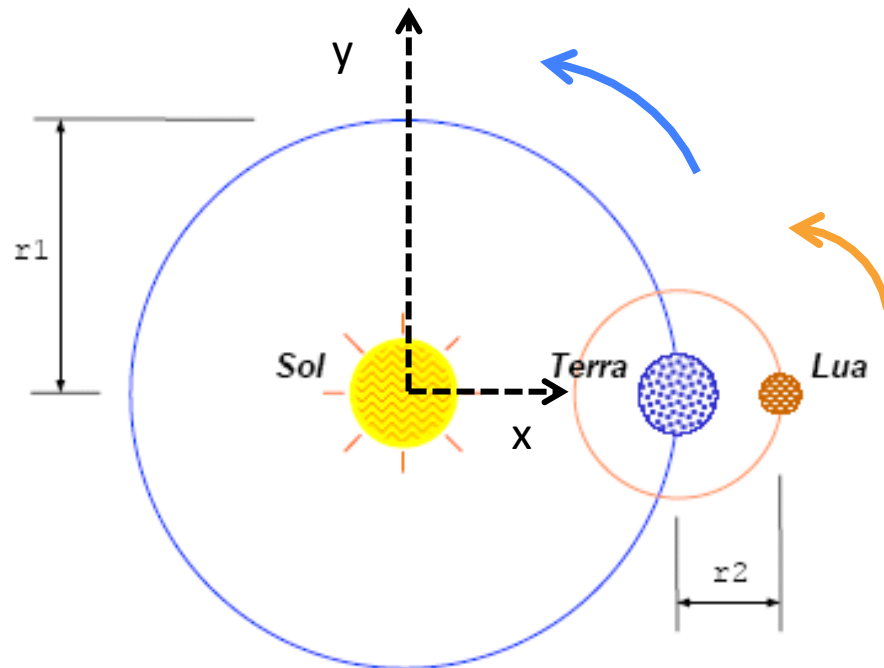
Lâmpada 2D com vários graus de liberdade



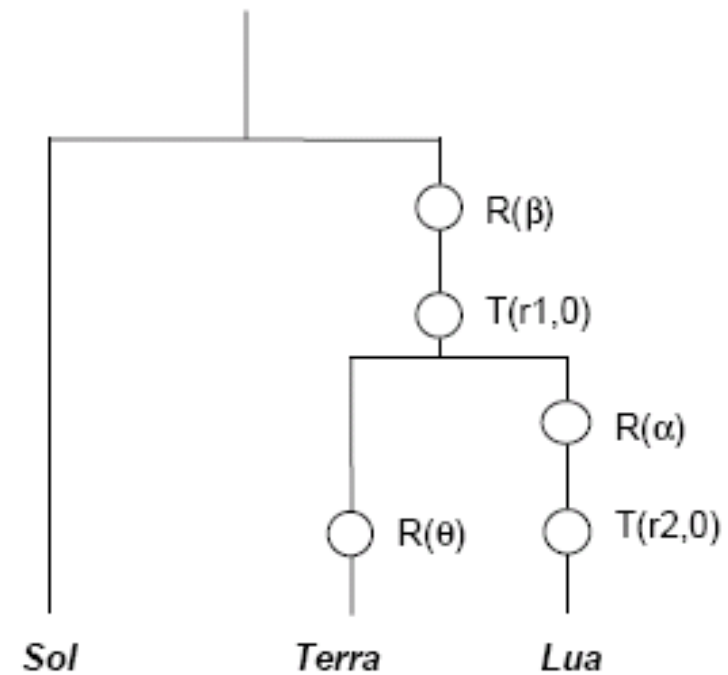
$$T(x, y) R(\theta_0) T(0, l_0) R(\theta_1) T(l_1, 0) R(\theta_2) T(l_2, 0) R(\theta_3)$$



Sistema planetário 2D simplificado



Grafo da cena



M. Próspero Santos

Tradução directa (travessia prefixada)
do grafo da cena, em OpenGL:

```
Sol()
glPushMatrix()
  R(beta)
  T(r1,0)
  glPushMatrix()
    R(tetha)
    Terra()
  glPopMatrix()
  R(alpha)
  T(r2,0)
  Lua()
glPopMatrix()
```

Código simplificado:

```
Sol()
  R(beta)
  T(r1,0)
  glPushMatrix()
    R(tetha)
    Terra()
  glPopMatrix()
  R(alpha)
  T(r2,0)
  Lua()
```



Programa de demonstração

Obs. De modo a evitar que eventuais transformações geométricas existentes na definição das instâncias dos símbolos (Sol, Terra e Lua) possam afectar o modelo final, cada uma dessas instâncias deve ser englobada por um par Push / Pop (a menos que se tenha a certeza que tal não acontecerá)

Estrutura hierárquica

- Essencial para animação pois só assim será possível manter a integridade do modelo
- Exemplo: mãos deslocam-se com os braços; pés com as pernas, etc.



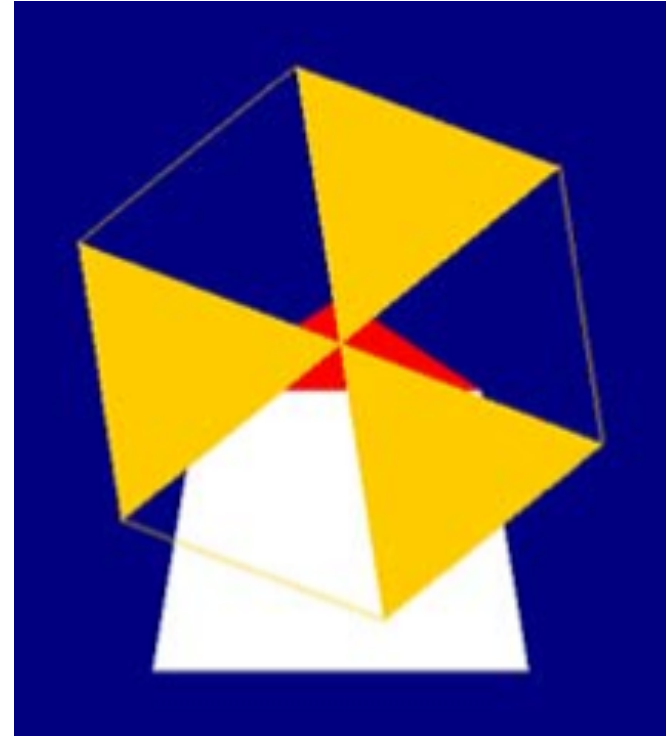
Tempo

- Parâmetros associados às transformações geométricas existentes no grafo de cena e directamente relacionados com animação variam em função do tempo
- Exemplo: ângulo de rotação da pá de um moinho



Implementação

- Possibilidade de adoptar uma estratégia de desenho consecutivo, em intervalos de tempo constantes. Por exemplo, através da chamada automática da função de desenho do sistema gráfico, de modo a obter um determinado número de quadros por segundo (*Frames Per Second*)
- Utilização de dois buffers de imagem: enquanto se visualiza uma imagem a partir de um buffer, escreve-se a imagem seguinte noutra buffer. No instante seguinte, os buffers trocam de conteúdo (ou tarefa) entre si



Obs.: Consultar os apontamentos “Introdução ao OpenGL - Animação e Profundidade”

Programa de demonstração

Modelos hierárquicos

- Instâncias de objectos
- Grafo da cena
- Implementação em OpenGL
- Animação de modelos

X3D

- Grafo da cena

Grafo da cena orientado para X3D

X3D

- Consultar curso baseado no livro de referência (<http://x3dgraphics.com/>) e disponível no site CGEMS (<http://cgems.inesc.pt/>)

Nó Transform

- Permite a especificação de qualquer combinação das três transformações geométricas elementares, S, R e T
- A ordem de execução das transformações, em cada nó, é S – R – T , independentemente da ordem de escrita no nó Transform
- As transformações com valores por omissão não precisam de ser escritas no grafo

Programas de demonstração

