



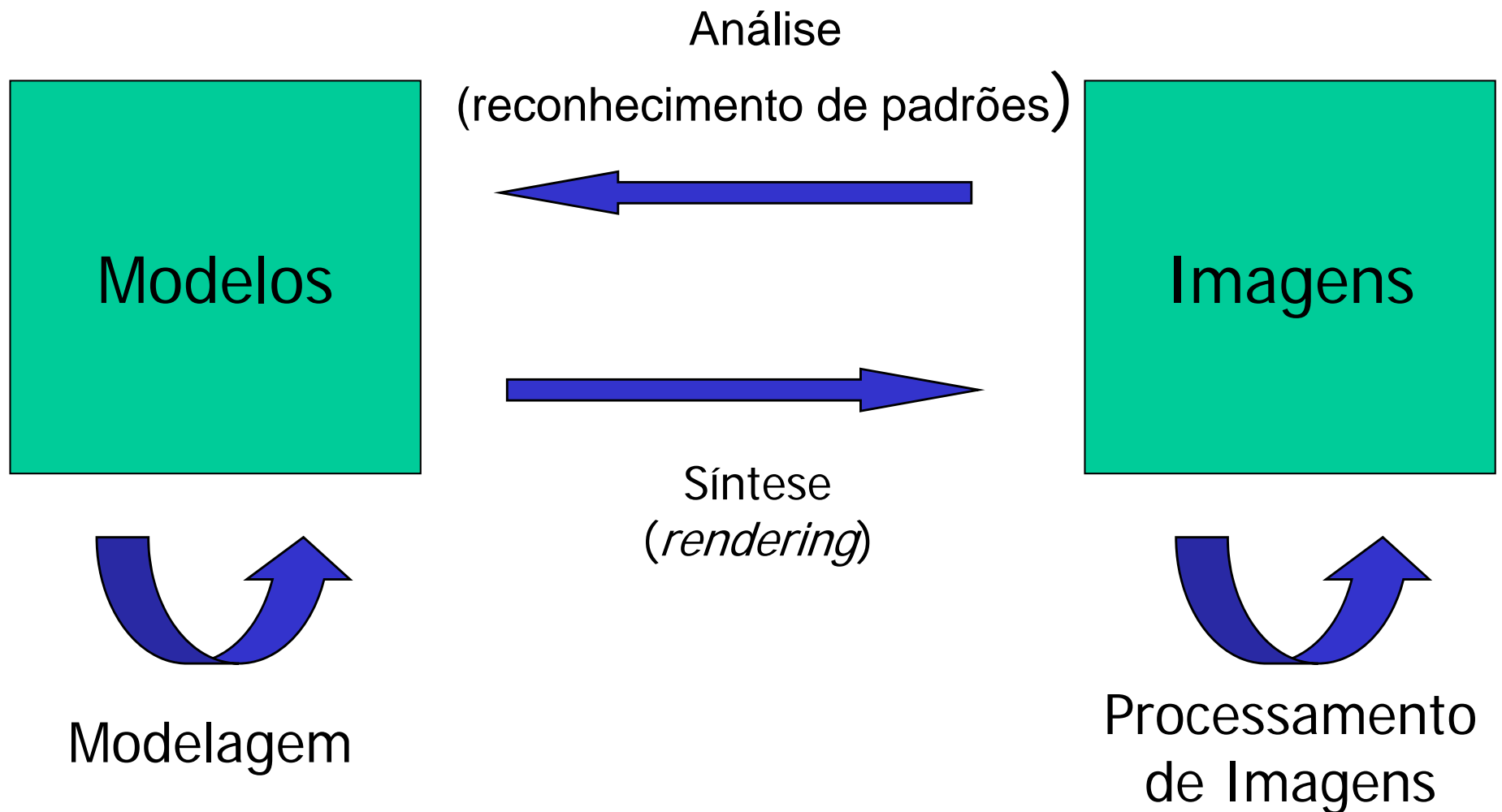
# Computação Gráfica

## Modelagem

*Professor: Luciano Ferreira Silva, Dr.*



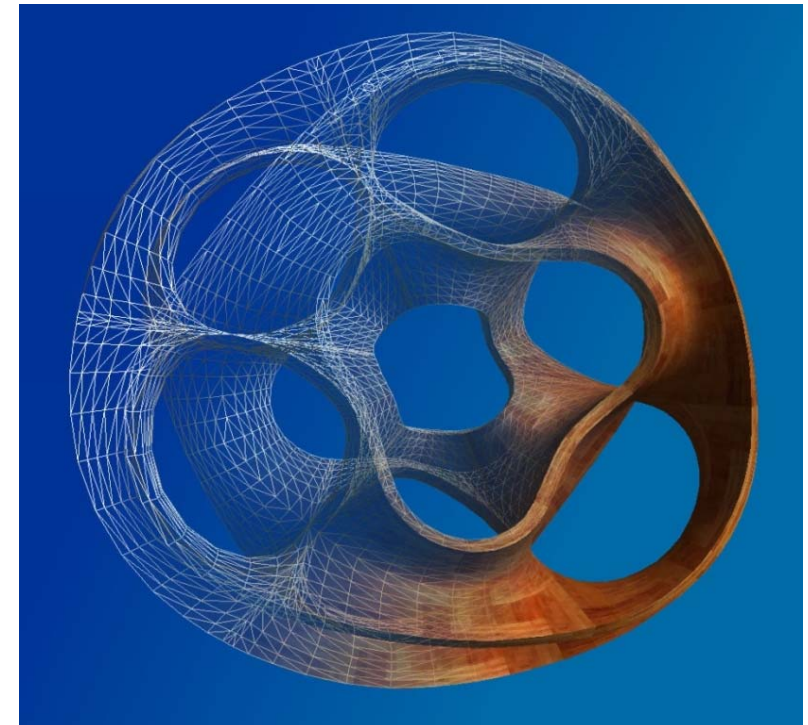
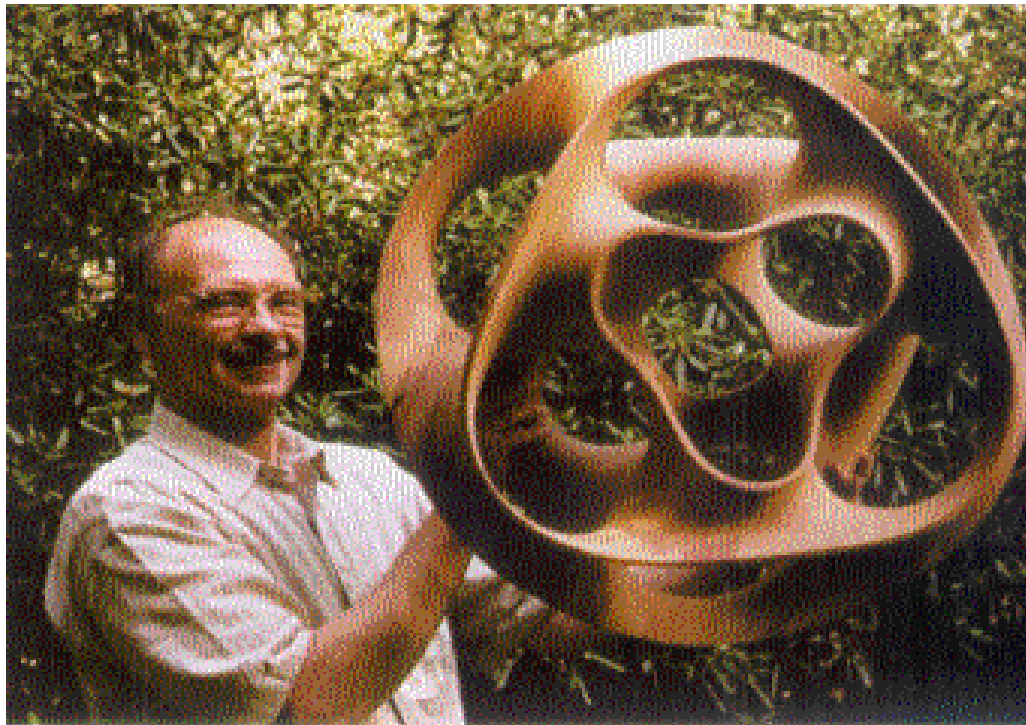
# Computação Gráfica





# Modelagem

- A modelagem na CG consiste em todo o processo de descrever um modelo, objeto ou cena, de forma que se possa desenhá-lo;





# Modelagem vs. Visualização

## ■ Modelagem:

- ✓ Interessada na descrição de uma cena
- ✓ Externamente: representação na forma de arquivo contendo as informações geométricas (e outras)
- ✓ Internamente (na execução do programa): representação em estrutura de dados residente em memória;

## ■ Visualização:

- ✓ Interessada na visualização (display) da cena a partir de uma dada câmera (posição do observador)

## ■ A princípio, são conceitos independentes.

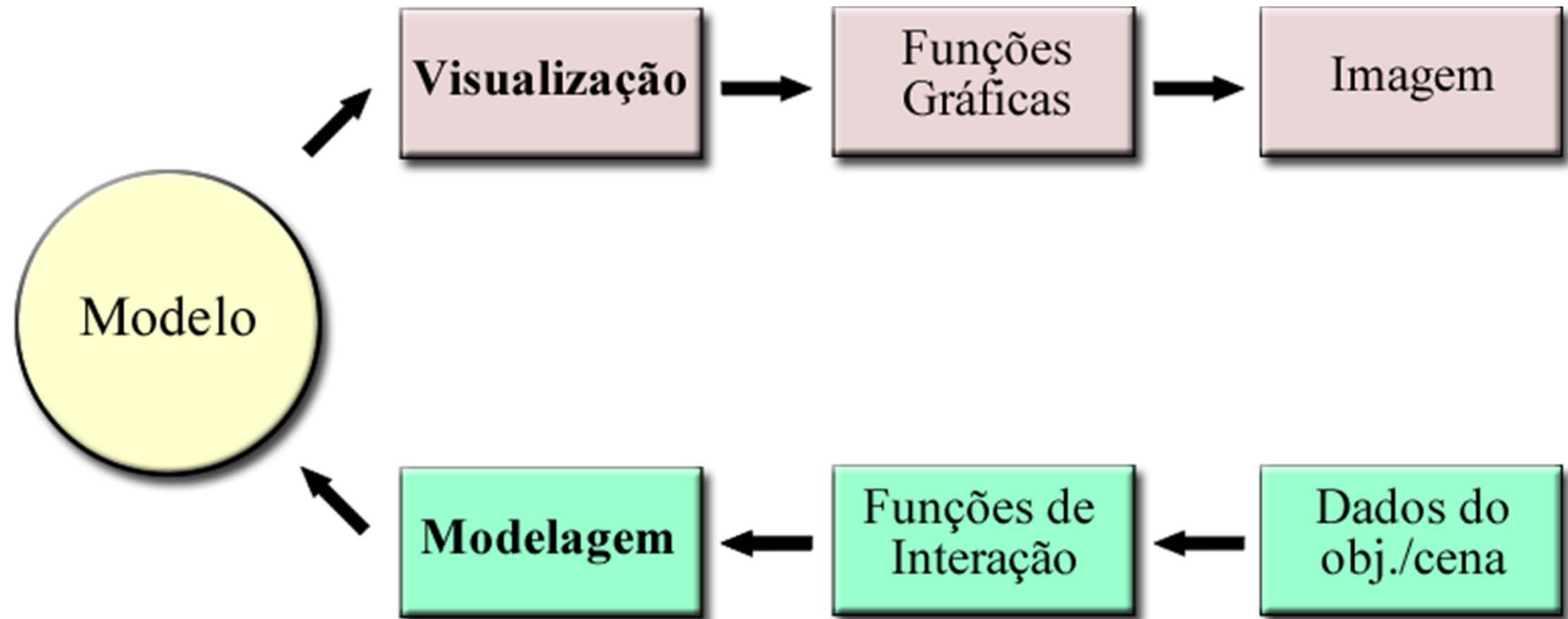


# Modelos

- Modelos são utilizados para representar entidades físicas ou abstratas e fenômenos no computador;
- não só com o objetivo de elaborar e visualizar imagens, mas também para representar sua estrutura e/ou comportamento.



# Modelos

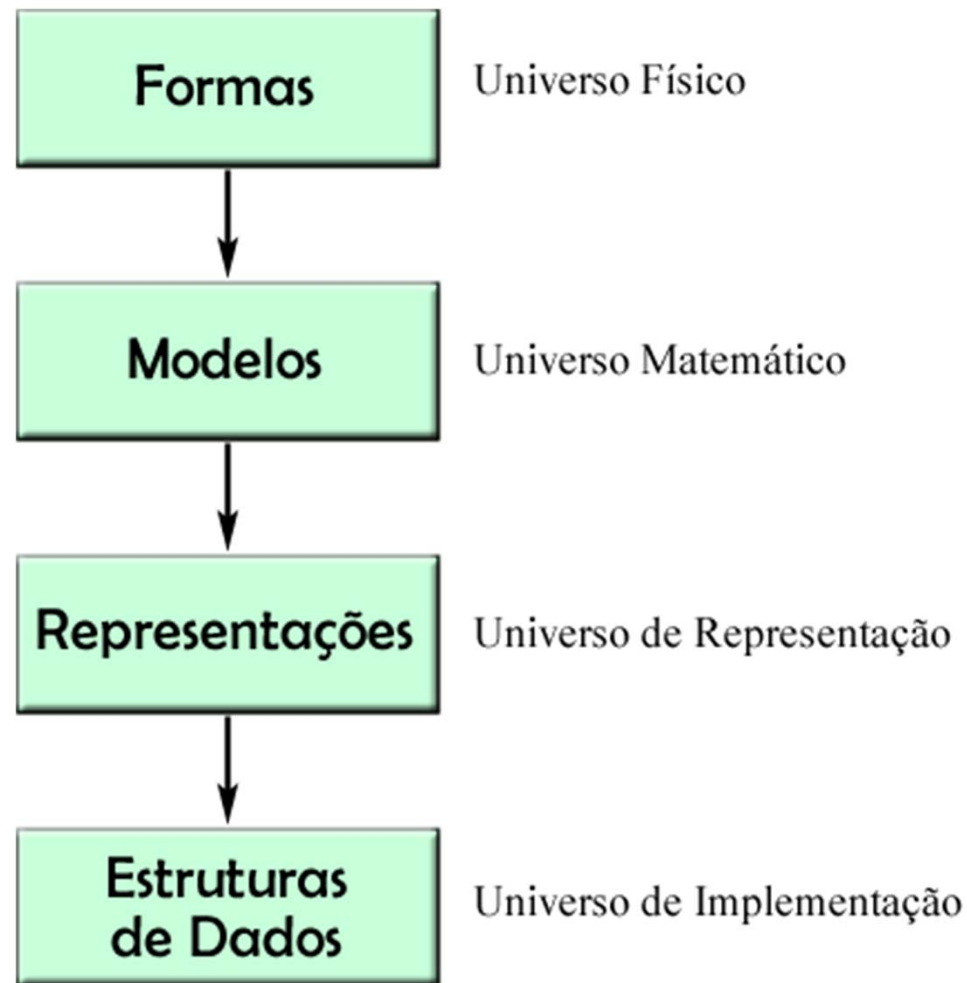






# Paradigma dos 4 universos

- Para geometrias:





# Modelos Matemáticos

- O objeto O consiste de um conjunto de pontos no espaço ambiente,  $S = \{p \subset R^3 : p \in O\}$ ;
- Neste momento devem ser colocadas restrições;
  - ✓ ex.: a geometria será modelada com elementos da dimensão 1 (curvas), 2 (superfícies) e 3 (sólidos);
- Os elementos devem ser especificados via uma descrição;
- A descrição funcional





# Descrição Funcional

- **Paramétrica:** o conjunto de pontos  $p \in S$  é definido diretamente através de uma função  $p = f(u)$ .
  - ✓ *Ex.: Circunferência:  $(x, y) = (r \cdot \cos u, r \cdot \sin u)$*
- **Implícita:** a geometria é definida indiretamente como o conjunto de pontos  $p \in R^3$  que satisfazem a equação  $g(p) = c$ .
  - ✓ *Ex.: Circunferência:  $x^2 + y^2 = r^2$*



# Esquemas de Representação

- Os mais comuns são:

- ✓ Famílias de Primitivas;

- ✓ Construtivos;

- ✓ Decomposição



# Esquema de representação por primitivas

- **Definição de classes de objetos;**

- ✓ Biblioteca de formas + funções de transformação;

- **Ex.: Família de Esferas:**

- ✓ Objeto: formas esféricas.

- ✓ Modelo: descrição funcional

- Forma paramétrica:

$$(x, y, z) = (r.\cos u.\cos v, r.\sen u.\cos v, r.\sen v)$$

- Forma implícita:  $x^2 + y^2 + z^2 = r^2$

- ✓ Representação: parâmetros da descrição: nome e raio ( $id, r$ )

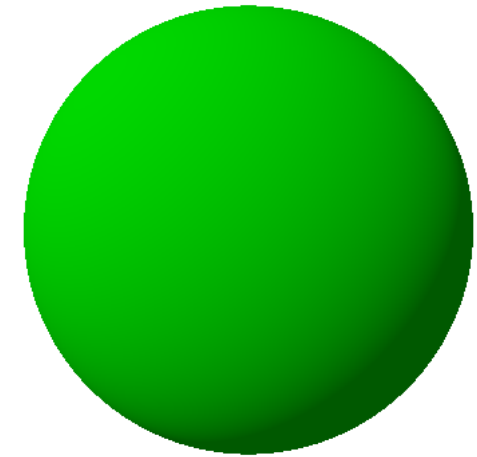
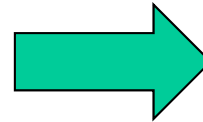
- ✓ Estrutura de dados: lista associativa:  $id_k \rightarrow r_k$ .



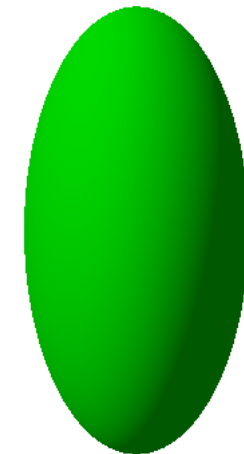
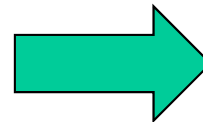
# Técnica de Modelagem: Instanciamento de primitivas

## POV-Ray

```
sphere {  
    <0, 0, 10>, 2  
    pigment {Green}  
}
```



```
sphere {  
    <0, 0, 10>, 2  
    pigment {Green}  
    scale <0.5, 1, 1>  
}
```



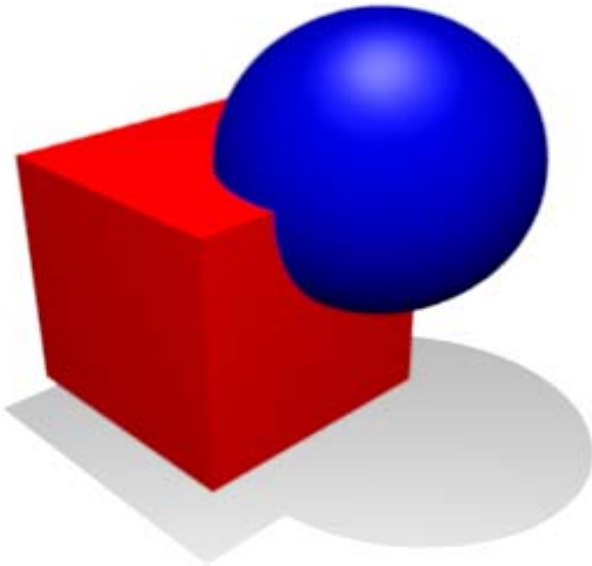


# Esquema de representação construtiva

- Visa construir objetos compostos mais complexos a partir de objetos primitivos mais simples;
- primitivos geométricos + operações de combinação;
- Ex.:
  - ✓ Objeto: combinação de formas esféricas.
  - ✓ Modelo: primitivas: esferas; operadores:  $\cap$ ,  $\cup$ , --
  - ✓ Representação: expressão booleana
  - ✓ Estrutura de dados: árvore binária da expressão.

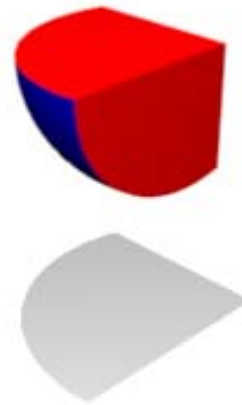


# Técnica de Modelagem: CSG (Geometria Sólida Construtiva)



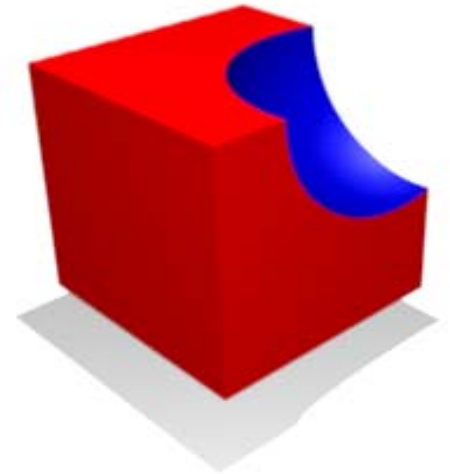
**União**

```
union {  
    box {...}  
    sphere {...}  
}
```



**Interseção**

```
difference {  
    box {...}  
    sphere {...}  
}
```



**Diferença**

```
intersection{  
    box {...}  
    sphere {...}  
}
```

POV-Ray

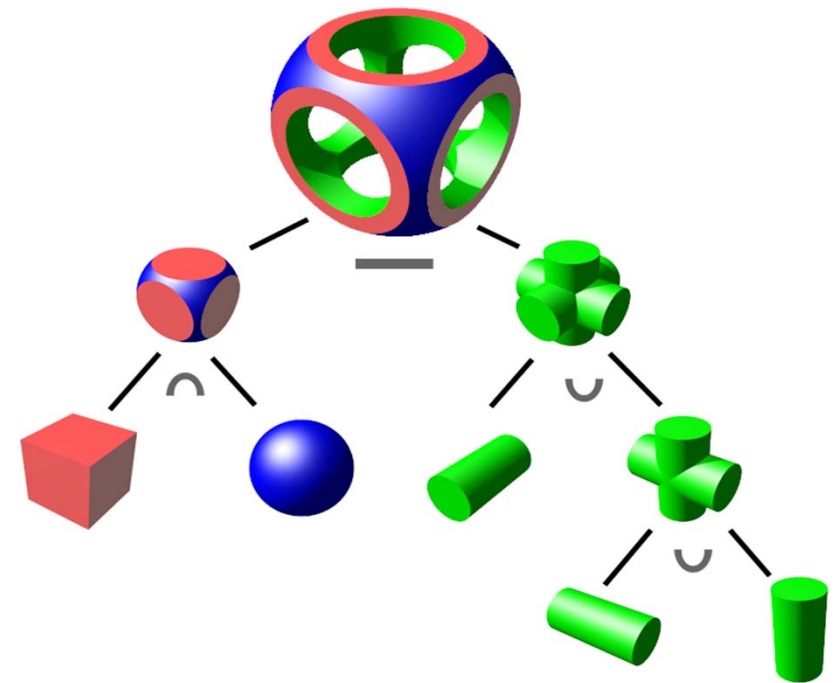




# Árvore CSG

- Um modelo CSG é codificado por uma árvore.

- ✓ Os nós internos contêm operações de conjunto ou transformações lineares afim.
- ✓ Folhas contêm objetos primitivos (tipicamente, quádricas).





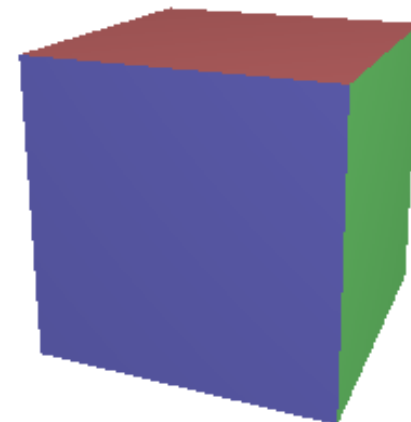
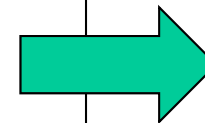
# Esquema de representação por decomposição

- **Adota-se a estratégia oposta ao esquema construtivo.**
  - ✓ decompõem-se formas complexas em partes mais simples;
- **Ex.:**
  - ✓ Objeto: formas facetadas.
  - ✓ Modelo: decomposição linear por partes da geometria.
  - ✓ Representação: superfície dada por malha poligonal.
  - ✓ Estrutura de dados: lista direta de faces.



# Exemplo POV-Ray

```
mesh {  
    triangle {  
        <-10, 10, -10>, <10, 10, -10>, <10,  
10, 10>  
        texture { Red }  
    }  
    triangle {  
        <-10, 10, -10>, <-10, 10, 10>, <10,  
10, 10>  
        texture { Red }  
    }  
    .  
    .  
    .  
}
```





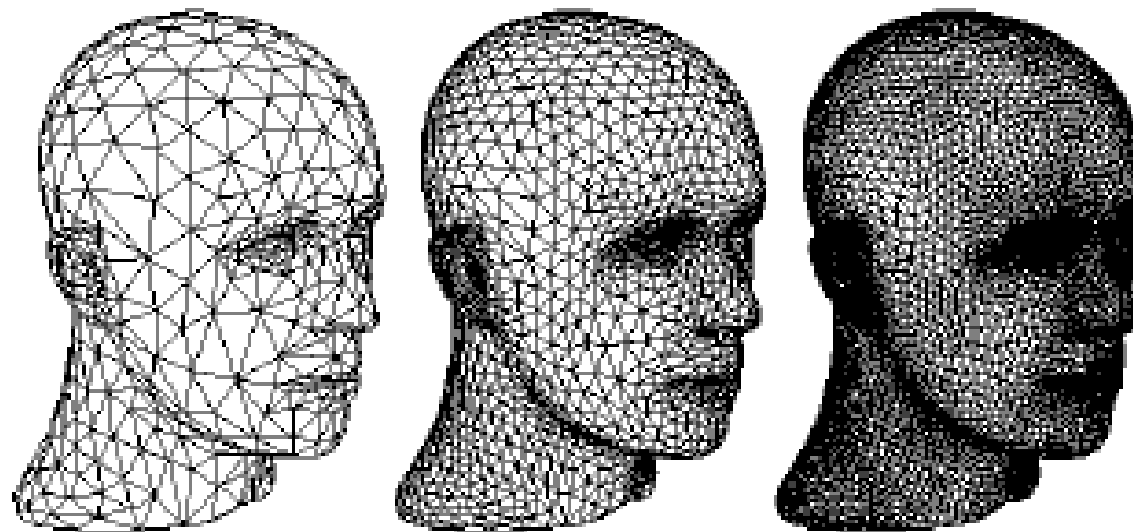
# Aproximação de superfícies e Malhas poligonais

- É um problema baseado na decomposição;
- Os métodos de aproximação empregam duas operações básicas:
  - ✓ Amostragem, que consiste em obter pontos na superfície para produzir os retalhos. Temos os métodos *uniformes* e *adaptativos*.
  - ✓ Estruturação, que envolve a colagem dos retalhos para formar uma malha.



# Malha de Polígonos

- Coleções de polígonos (ou faces) que, juntos, formam a “pele” ou “casca” do objeto
  - ✓ Forma rápida e prática para representar objetos;





# Aproximação Linear por Partes

- Cada polígono se aproxima da uma parte da superfície;
- Método mais popular;
  - ✓ simplicidade dos algoritmos e representações;
- A representação usada para a aproximação linear por partes de superfícies é uma malha de polígonos.
- elementos topológicos da malha, que incluem: vértices; arestas; e faces;
- As estruturas mais usadas são: lista direta de polígonos; e listas de vértices e faces;