

# Animacão

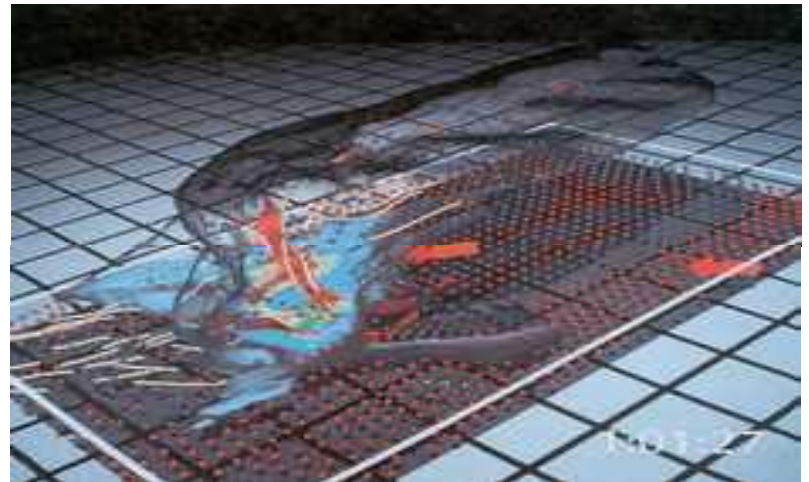
Luis Rivera

# Animação ou Simulação

- Animação
  - Gera variação de objetos no tempo de acordo à ação desejada
- Simulação
  - Prediz como os objetos variam no tempo de acordo às leis físicas



Pixar

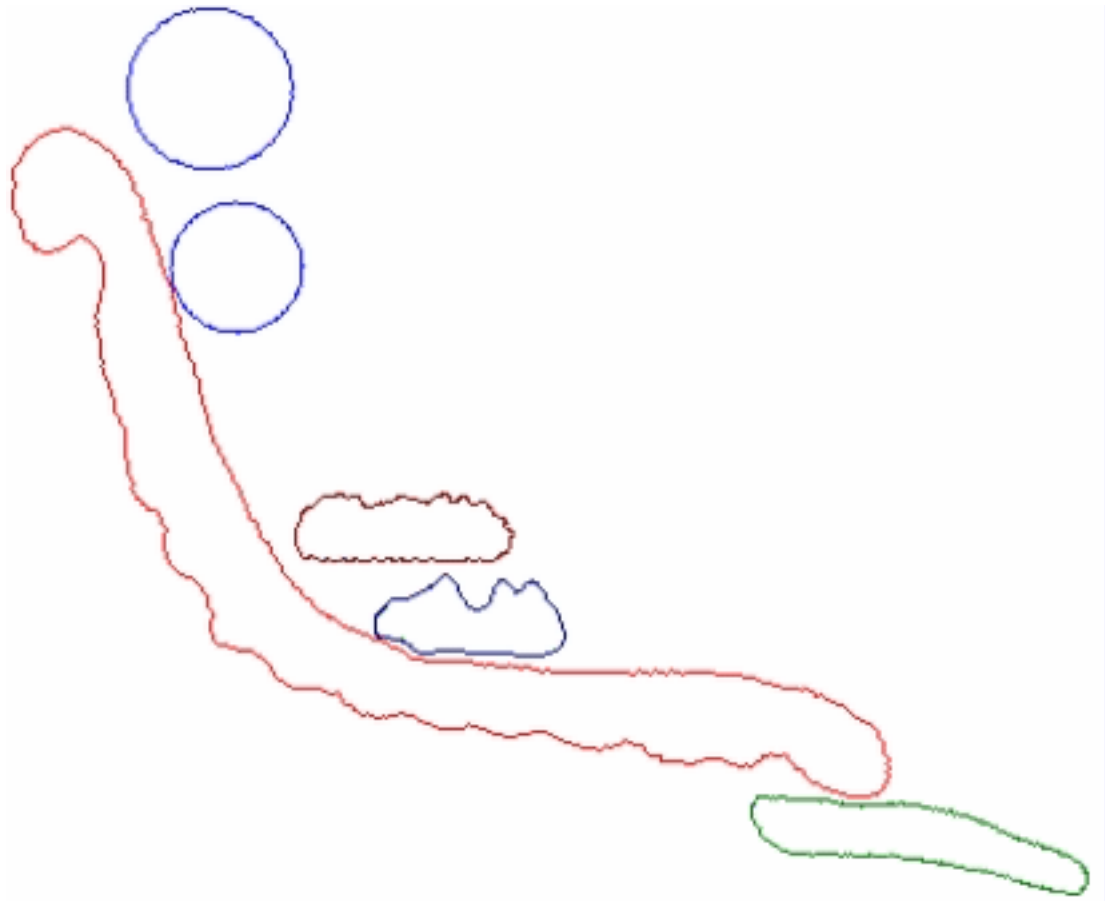


University of Illinois

# Animação Baseada em Física



# Animação Baseada em Física



# Aplicação

- Medias
  - Filmes e propagandas
- Engenharia
  - Verificação de resistências e impactos
- Medicina
  - Entendimento dos movimentos do corpo humano
- Outros

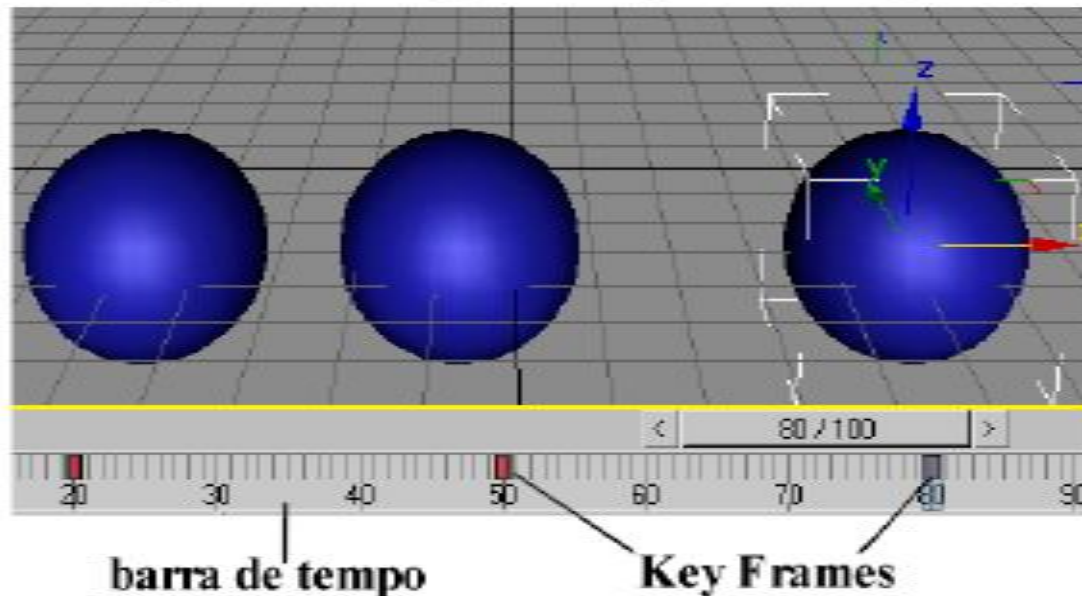
# Animação por Computador

- Animação Tradicional
  - Desenhos
    - Sequência de imagens
  - Modelos físicos
    - Fotos de bonecos em diferentes posições de animação
- Animação por Computador
  - Animação assistida por computador
    - KeyFrames
  - Animação gerada por computador
    - Técnicas de baixo nível
      - Mecanismos que ajudam especificar os movimentos
      - (exem. Todos os movimentos de virar para a direita)
    - Técnicas de alto nível
      - Descrever o comportamento do ator
      - (exem. Gire para a direita devagar)

# Formas de Animação

- Classificados por Magnet-Thalmann e Thalmann, 1991
  - a) KeyFrames
    - Definidos os quadros críticos
      - Os intermediados gerados por interpolação

**Posição da esfera para os key frames 20,50 e 80**



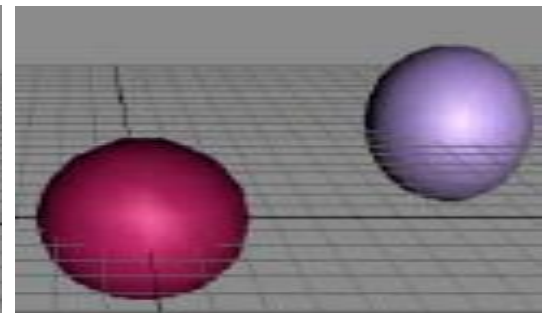
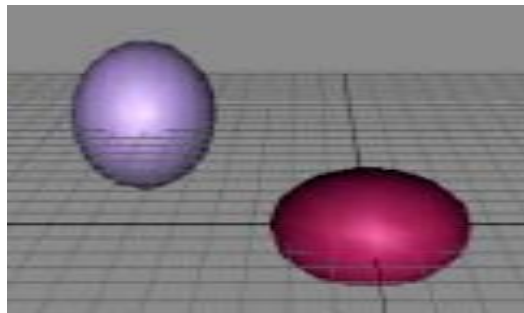
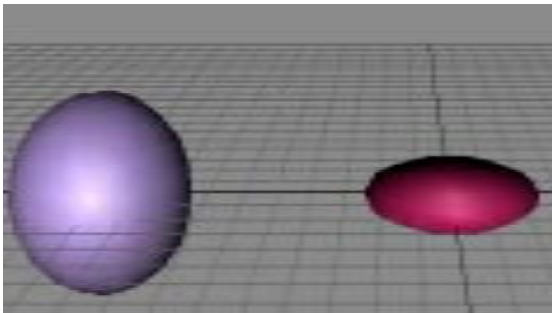
# Formas de Animação

## b) Script

- Sequência de instruções numa linguagem interpretável
  - Controle de objetos, propriedades, textura e comportamento

- Exemplo:

```
b = GeoSphere(); s = sphere ()  
animate on  
(  
    at time 0 (move b [-100, 0, 0]; scale s [1, 1, 0.25])  
    at time 35 move b [0, 100, 0]  
    at time 100 (move b [200, 0, 0]; scale s [1, 1, 3])  
)
```

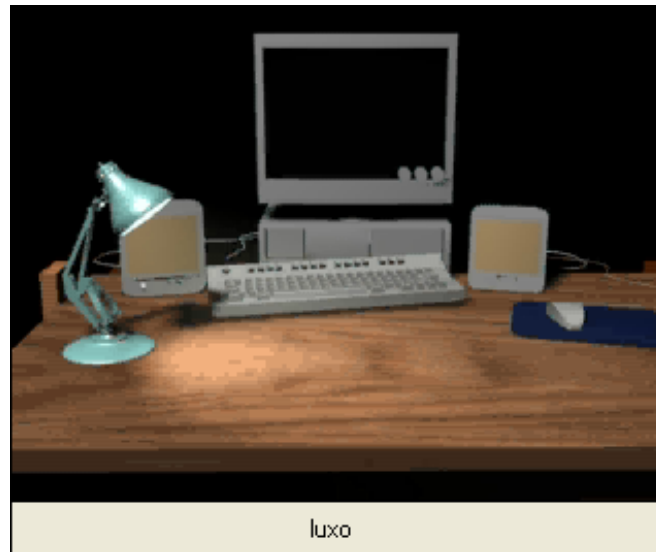




# Formas de Animação

## c) Procedimental

- Modelos de geração de movimento implementados usando linguagem procedimental
  - Modelos baseados em leis físicas



# Formas de Animação

## d) Representacional

- Objeto varia sua forma
  - Articulados: ao andar
  - Deformação suave: cabelos, gestos, etc.
  - Morphing: transformação



# Formas de Animação

## e) Estocástica

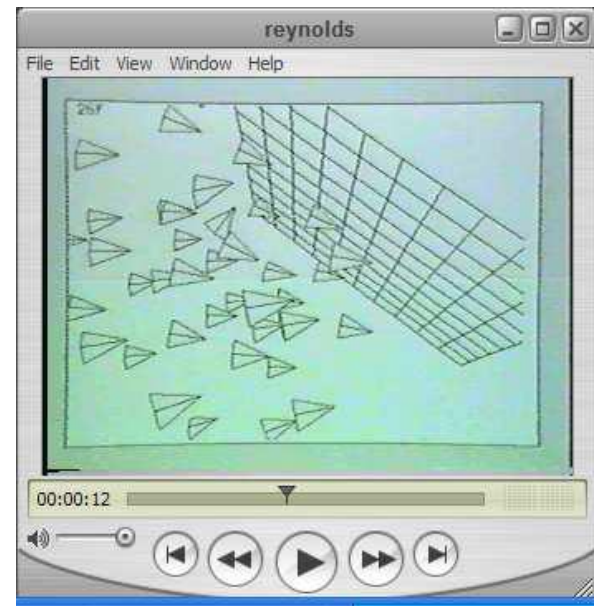
- Usa processos aleatórios para controlar grupos de objetos
  - Partículas



# Formas de Animação

## f) Comportamental

- Regras de comportamento para um conjunto de objetos
  - Grupos, bandos, etc.



# Canal Alpha

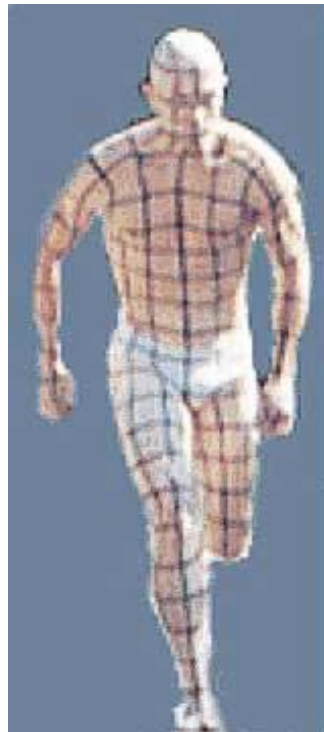
- Pixel para transparência
  - Branco (opaca) ← cinza → Preto (transparente)
  - Pixel R(8bits), G(8bits), B(8bits), A(8bits) = 32bits



# Captura de Movimento

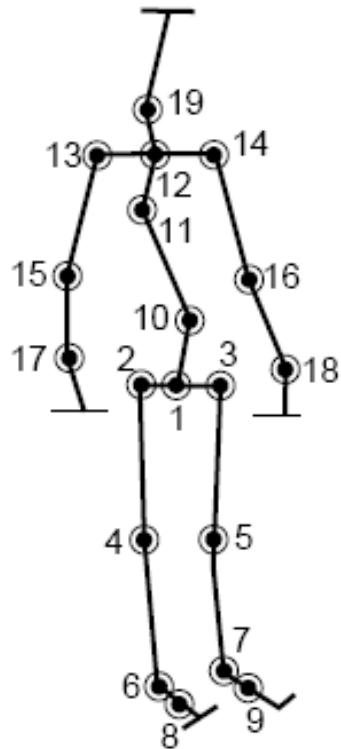
Movimento de ator real → ator virtual

- Rotoscopia
  - Base vídeo de movimento

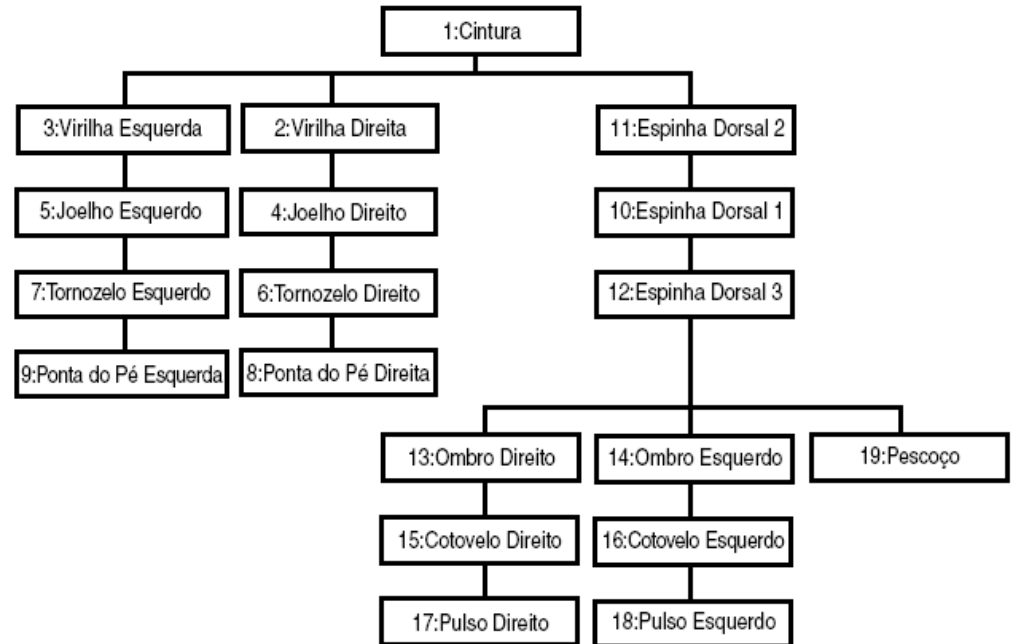


Exterminador do futuro

# Animação de Personagens 3D



- 1:Cintura
- 2:Virilha Direita
- 3:Virilha Esquerda
- 4:Joelho Direito
- 5:Joelho Esquerdo
- 6:Tornozelo Direito
- 7:Tornozelo Esquerdo
- 8:Ponta do Pé Direita
- 9: Ponta do Pé Esquerda
- 10:Espinha Dorsal 1
- 11:Espinha Dorsal 2
- 12:Espinha Dorsal 3
- 13:Ombro Direito
- 14:Ombro Esquerdo
- 15:Cotovelo Direito
- 16:Cotovelo Esquerdo
- 17:Pulso Direito
- 18:Pulso Esquerdo
- 19:Pescoço



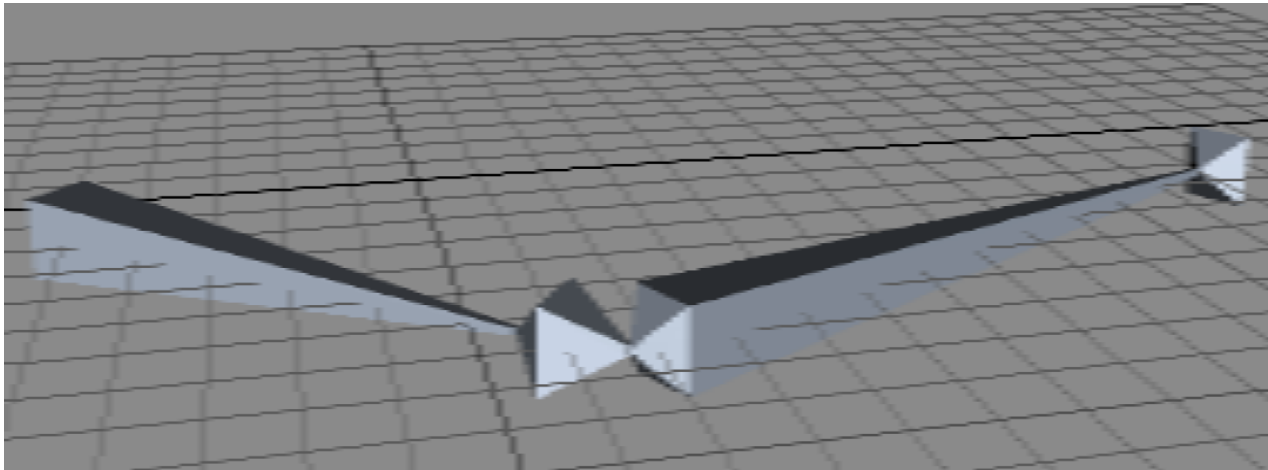
# Cinemática

- Dada a posição inicial e final
  - Calcular a trajetória dos corpos
    - Braços, pernas, etc.
  - Usada em robótica, jogos, etc.
- Direta
  - Estrutura em hierarquia
  - Ação de superiores → efeito de inferiores
- Inversa
  - Estrutura em hierarquia
  - Ação de inferiores → efeito de superiores



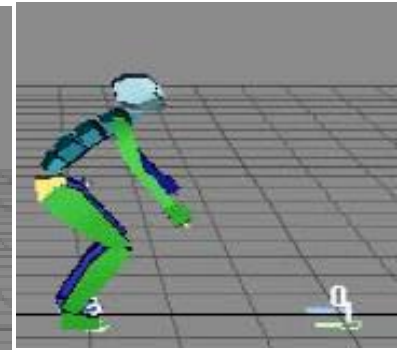
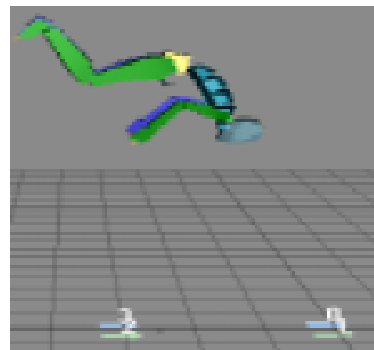
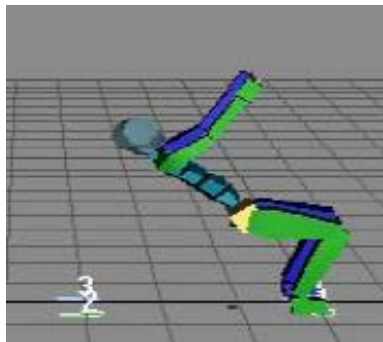
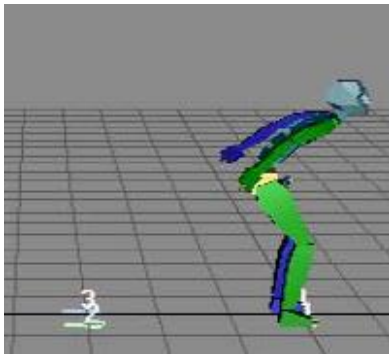
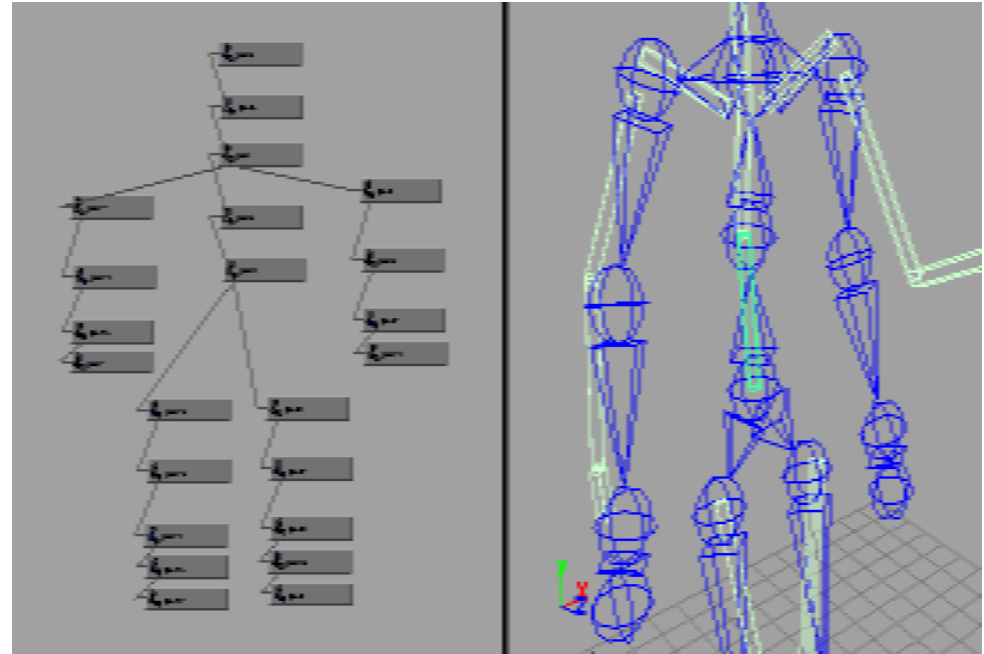
# Ossos

- Segmentos rígidos, em hierarquia
- Com articulações



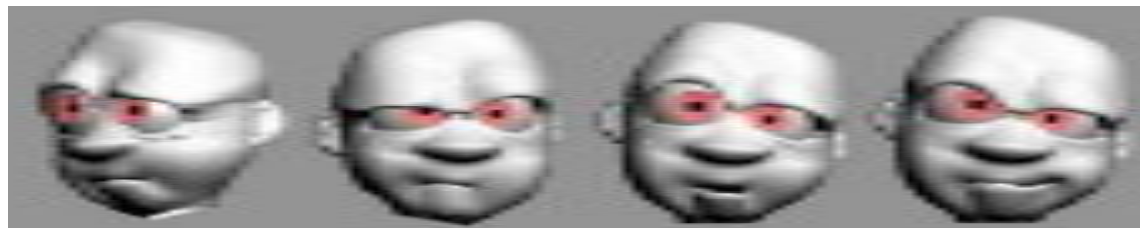
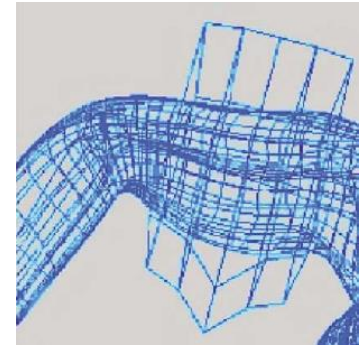
# Esqueleto

- Conjunto de ossos e articulações
  - Jerarquia
- Controladores por cinemática inversa



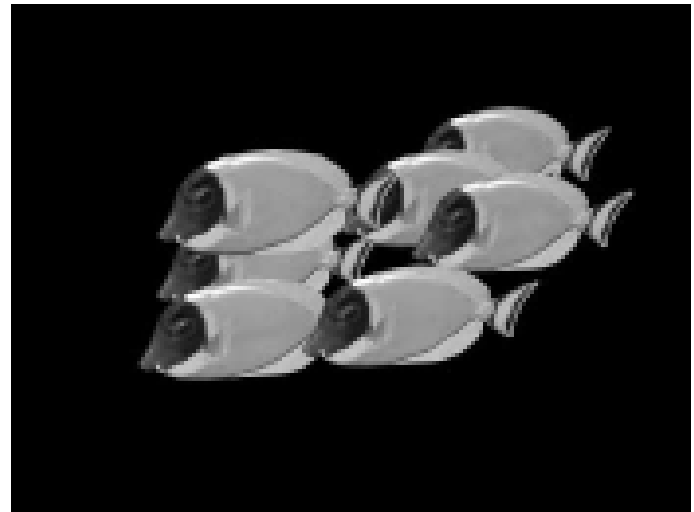
# Animação com deformação

- Massa muscular
  - Malhas e latices
- Cabelos e pelos
  - Interpolação de cabelos guias
- Facial
  - Expressões
    - Morphing
    - Sequencia de texturas
- Corpos
  - Molas



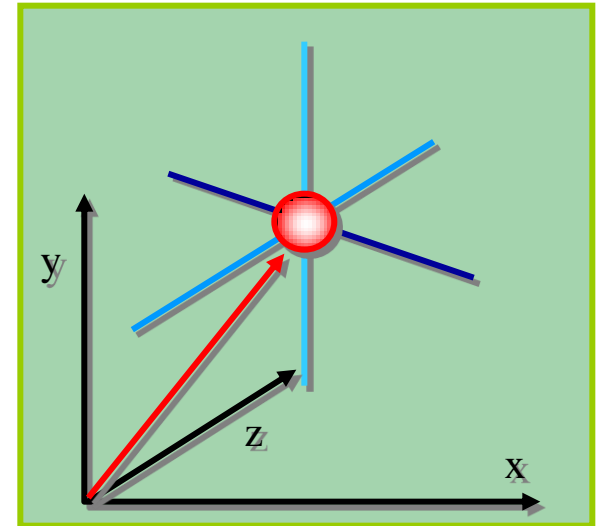
# Sistema de Partículas

- Permite criar objetos sem arestas e faces
  - Neve, chuva, fogo, nuvens, etc.
- Contribui na modelagem de multidões, exércitos, grupos, etc.
- Propriedades geométricas e Físicas simples
  - Ponto
  - Massa
  - Velocidade
  - Aceleração
  - Quantidade de movimento

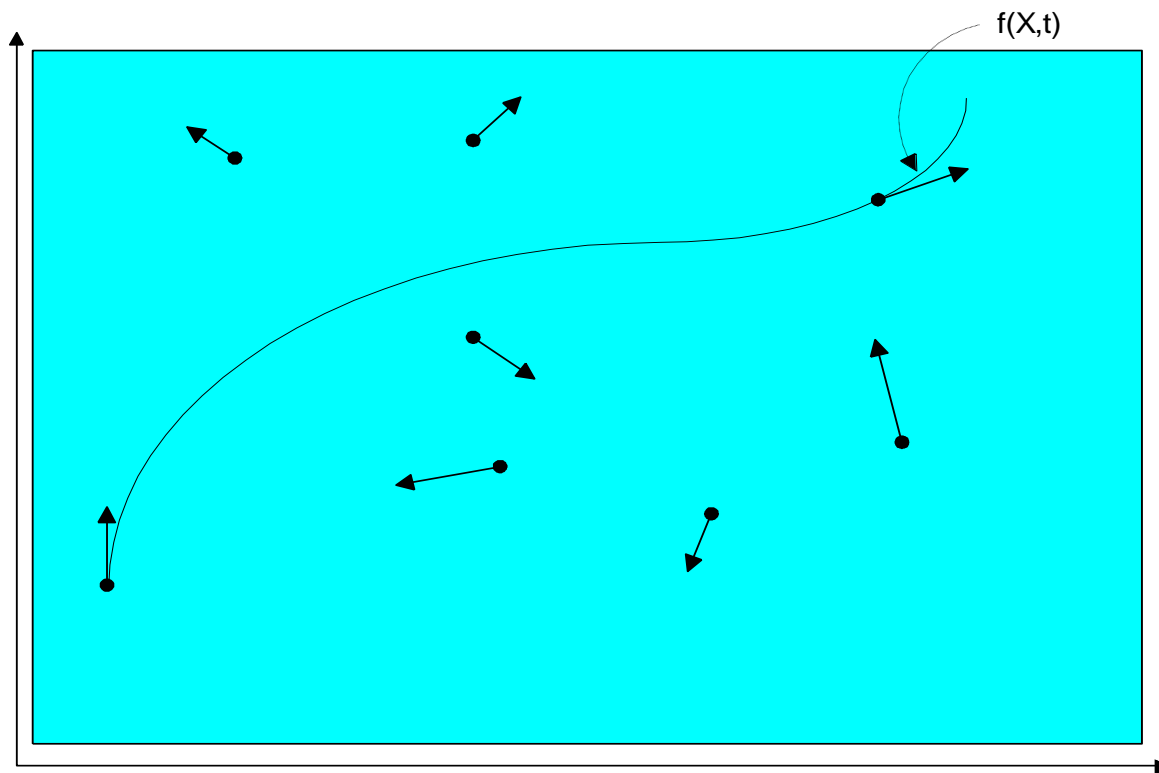


# Propriedades de Partículas

- Três graus de liberdade
  - Deslocamento em  $x$ ,  $y$ ,  $z$
- Posição ( $p$ ).
- Não tem volume
  - Não tem orientação
- Tem massa ( $m$ )
- Pode ter velocidade ( $v$ ), aceleração ( $a$ )
- Influencia de forças ( $f$ )
  - Internas e externas

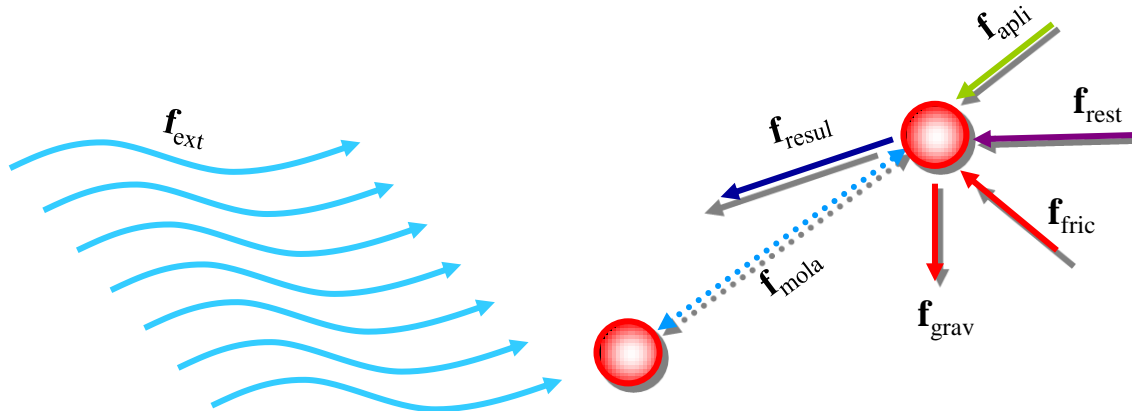


# Dinâmica de Sistema de Partículas



# Dinâmica de partículas em Animação

- As partículas podem ter condutas interessantes
  - Restringidas por molas, barras, forças externas
- Não há ponto de aplicação da força
  - Não há torques, momentos angulares
- Força resultante  $\mathbf{f}_{\text{resul}}$  define comportamento da partícula
  - $\mathbf{f}_{\text{resul}} = \mathbf{f}_{\text{grav}} + \mathbf{f}_{\text{ext}} + \mathbf{f}_{\text{mola}} + \mathbf{f}_{\text{apli}} + \mathbf{f}_{\text{rest}} + \mathbf{f}_{\text{atri}}$



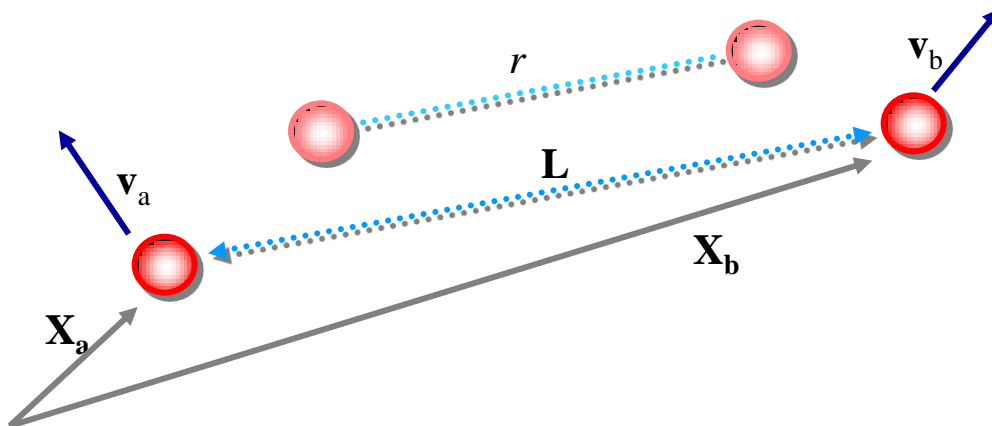
# Animação de Partículas

Mostrar o Aplicativo Básico: Iup Led



# Forças que atuam sobre a partícula

- Gravidade:  $\mathbf{f}_{\text{grav}} = m (0, -g, 0)$
- Externa:  $\mathbf{f}_{\text{ext}}$  vento, magnético, etc.
- Atrito:  $\mathbf{f}_{\text{fric}} = -c \cdot |\mathbf{N}| \mathbf{t}$  caso de contato com superfície de coef.  $c$
- Aplicada:  $\mathbf{f}_{\text{apl}}$  aplicada pelo usuário
- Mola: 
$$\mathbf{f}_{\text{mola}_a} = - \left[ k_s (|\mathbf{L}| - r) + k_d \frac{\mathbf{i} \cdot \mathbf{L}}{|\mathbf{L}|} \right] \frac{\mathbf{L}}{|\mathbf{L}|}, \quad \mathbf{f}_{\text{mola}_b} = -\mathbf{f}_{\text{mola}_a}$$



$\mathbf{L} = \mathbf{X}_a - \mathbf{X}_b$  : vetor distância entre  $a$  e  $b$

$r$  : distância de repouso

$k_s$  : constante de elasticidade

$k_d$  : constante de amortecimento

$\mathbf{i} : \mathbf{v}_a - \mathbf{v}_b$ , derivada de  $\mathbf{L}$  no tempo

# Estado de uma partícula

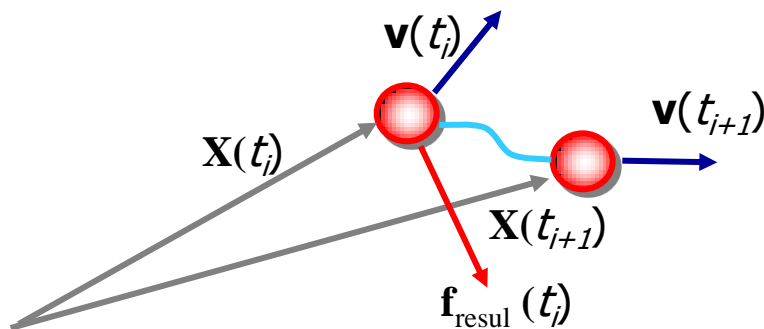
- Uma partícula, no instante  $t_i$  tem:

- $\mathbf{X}(t_i)$  : posição no espaço
- $\mathbf{v}(t_i)$  : velocidade linear ( $\mathbf{X}'(t_i)$  )
- Estado:

$$\mathbf{S}(t_i) = [\mathbf{X}(t_i), \mathbf{v}(t_i)]$$

- No instante  $t_{i+1} = t_i + dt$  a posição será

- $\mathbf{S}(t_{i+1}) = [\mathbf{X}(t_{i+1}), \mathbf{v}(t_{i+1})] = \mathbf{S}(t_i) + \Delta\mathbf{S}(t_i)$ .



$\Delta\mathbf{S}(t_i)$  é variação da posição  $\mathbf{X}$   
e a velocidade  $\mathbf{v}$

# Representação básica de partículas

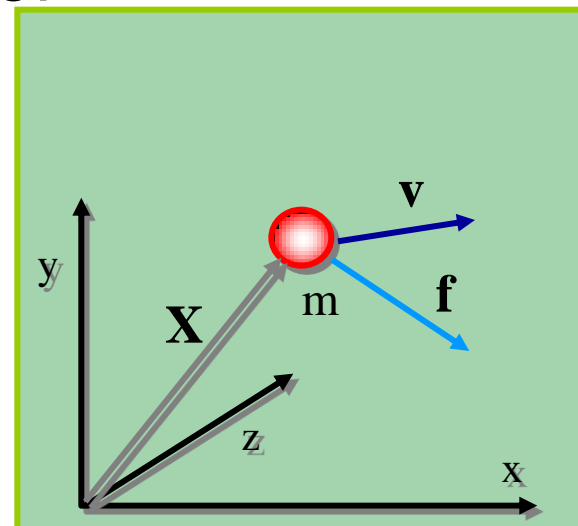
- Uma partícula se caracteriza por

- Massa ( $m$ )
- Posição ( $\mathbf{X}$ )
- Velocidade ( $\mathbf{v}$ )
- Força resultante ( $\mathbf{f}$ )

Partícula:

	$m$	Massa
	$\mathbf{X}$	Posição
	$\mathbf{v}$	Velocidade
	$\mathbf{f}$	Acumulador de forças

Posição no espaço face



- ♦ Na prática pode ter outras propriedades adicionais, com restrições

# Dinâmica da Partícula

- A variação do estado  $\Delta \mathbf{S}(t_i)$  determina:
  - Var. da posição  $\Delta \mathbf{X}(t_i)$  é a velocidade  $\mathbf{v}(t_i) = \mathbf{X}'(t_i)$
  - Var. de la veloc.  $\Delta \mathbf{X}(t_i)$  é a aceleração  $\mathbf{a}(t_i) = \mathbf{X}''(t_i)$ 
    - Por Newton  $\mathbf{f}_{\text{resul}}(t_i) = m \cdot \mathbf{a}(t_i) \rightarrow \mathbf{a}(t_i) = \mathbf{f}_{\text{resul}}(t_i)/m$
    - A aceleração  $\mathbf{a}(t_i) = \mathbf{X}''(t_i)$
- Um problema de Equação Diferencial Ordinária (EDO) com valor inicial
  - Dados
$$\mathbf{S}(t_i) = [\mathbf{X}(t_i), \mathbf{X}'(t_i)] \quad y$$
$$\mathbf{S}'(t_i) = [\mathbf{X}'(t_i), \mathbf{X}''(t_i)],$$
$$\text{calcular } \mathbf{S}(t_{i+1}) = [\mathbf{X}(t_{i+1}), \mathbf{X}'(t_{i+1})]$$

# Soluções numéricas

- Método de Euler
  - Calcula  $s(t_1)$  a partir de  $s(t_0)$  y  $s'(t_0)$ :
    - $s(t_1) = s(t_0) + (t_1 - t_0) s'(t_0)$
  - Bons resultados para equações de primeira derivada (velocidade)
  - Em presença de aceleração (2da derivada) não é apropriada

