

# Animación por ordenador



**Diego Gutiérrez**  
**Eva Cerezo**  
**Juan Ignacio Pulido**



Grupo de Informática  
Gráfica Avanzada



Departamento de  
Informática e  
Ingeniería de Sistemas



Centro Politécnico  
Superior



Universidad de  
Zaragoza



# Animación por ordenador



**Diego Gutiérrez**  
**Eva Cerezo**  
**Juan Ignacio Pulido**



Grupo de Informática  
Gráfica Avanzada



Departamento de  
Informática e  
Ingeniería de Sistemas



Centro Politécnico  
Superior



Universidad de  
Zaragoza

Edita:

Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas  
C/María de Luna 1, Campus Río Ebro, Edificio Ada Byron  
50018 Zaragoza (España)

ISBN: 84-689-9891-5

Depósito Legal: Z-2199-2006

Imprime: Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas

# Índice

<b>El proceso de producción</b>	
Argumento e ideas, promoción	4
Guión	6
Storyboard	7
Modelado I: personajes	9
Modelado II: decorados y atrezzo	10
Audiciones y diálogos	11
Carrete Leica. Animática	12
El trazado. Hojas de localización	13
Texturado	14
Iluminación	19
Renderización	21
Posproducción	22
FX	24
Música y sonidos	25
Publicidad y distribución	26
<b>Introducción a la animación</b>	
Preliminares	29
Modelar para animar	34
Fundamentos de la animación	45
<b>Animación de personajes</b>	
Estudiando a los personajes	76
Jerarquías y deformaciones (rigging)	84
Esqueleto y deformaciones	100
Locomoción	105
Comportamiento	113
Animación facial	122
Captura de movimiento	135
Animación antropomórfica	151
Animación de animales	154
<b>Técnicas avanzadas</b>	
Animación de cámara	168
Tejidos, roturas, pelo	178
Manipulación de objetos. Interacción	195
Animación de grupos	196
<b>Bibliografía</b>	202



## Animación por Ordenador: Índice

- Tema 1. El proceso de producción
- Tema 2. Introducción a la animación
- Tema 3. Animación de personajes
- Tema 4. Técnicas avanzadas

**Diego Gutiérrez, Eva Cerezo y Juan Ignacio Pulido**



## Tema 1. El proceso de producción I

1. Argumento e ideas, promoción
2. Guión
3. Storyboard
4. Modelado I: Personajes.
5. Modelado II: Decorados y atrezzo
6. Audiciones y Diálogos
7. Carrete Leica. Animática
8. El trazado. Hojas de localización

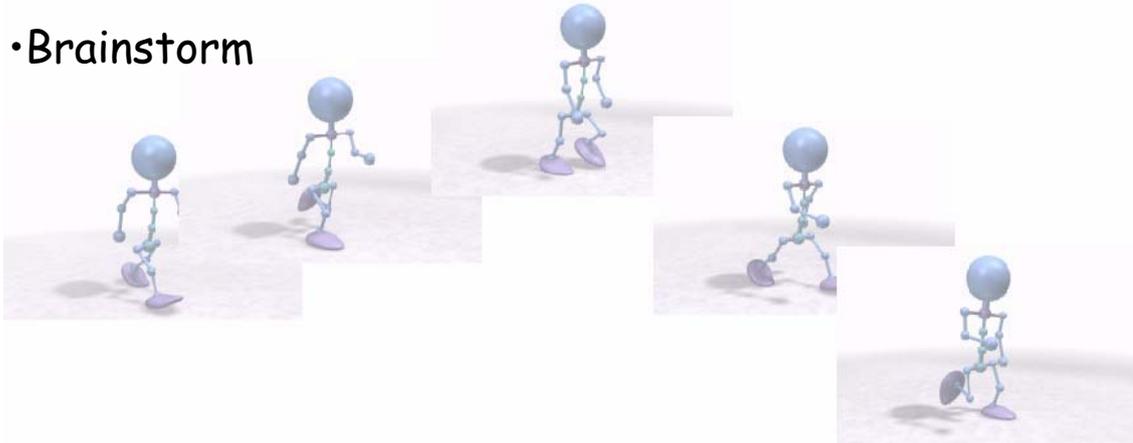


## Tema 1. El proceso de producción II

9. Texturado
10. Iluminación
11. Renderización
12. Postproducción
13. FX
14. Música y Sonidos
15. Publicidad y Distribución

## Haciendo una película...

- La película se basará en dos ideas: la historia y los personajes (¿el huevo o la gallina?)
- Brainstorm

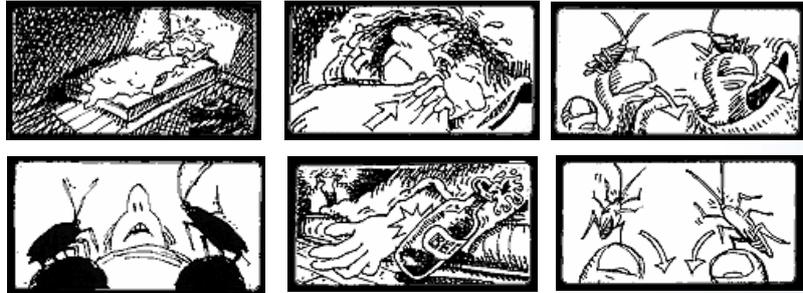


- El argumento es la idea inicial de la producción
- Para conseguir financiación hay que vestir la idea adecuadamente, sobre todo en costes
- Al vender la idea (opción), hay que llegar a un acuerdo de promoción
- Habitualmente el productor retoca bastante la idea inicial
- El objetivo siempre es producir una película de la mayor calidad con el menor coste y en el menor tiempo posible
- Antes de empezar hay que planificar el tiempo con plazos y costes muy concretos (curarse en salud)
- *Práctica: La idea debe ser sencilla pero con cierta gracia, además tendréis que decidir en que vais a incidir más (Animación o mod. Visual)*

- No sólo son los diálogos de los personajes, también hay que describir con el mayor detalle posible los escenarios y lo que está pasando
- El hecho de empezar por el guión, antes que crear los personajes, no implica que la película se predisponga hacia el diálogo si tenemos suficiente imaginación
- *Práctica: Dado que posiblemente apenas haya diálogos (complican bastante), debéis describir muy detalladamente lo que se verá y lo que sucederá*

- Es como hacer un tebeo de la producción, debemos crear una o varias viñetas para cada escena
- Suele haber anotaciones al pie y se anotan a los márgenes y con flechas todo tipo de acciones (de objetos y de cámara)
- Se hacen con papel y lápiz y se van refinando
- *Práctica: Podéis empezar directamente con el storyboard si la idea es muy visual. No importa que no sepáis dibujar bien, pero sí que esté representado lo máximo posible.*

- Toda animación comienza en una **idea**.
- Esta se transforma a un **script**.
- El **storyboard** es el nexo entre el script y la animación final.



- Por último, entra en juego la **animática**

- Se empieza por una creación esquemática de los personajes, no sólo de su aspecto sino sus características (forma de ser, peculiaridades,...)
- Hay que conseguir que no causen indiferencia
- Pueden ser en papel (alzado y perfil), en arcilla. Test de usabilidad de los modelos (emociones, gestos,...)
- Los personajes se hacen con brazos y piernas abiertos para facilitar la animación posterior
- Se dibujan bocetos que poco a poco se van refinando, según un compromiso entre lo que quiere hacer el diseñador-modelador y los animadores
- Se pasa a formato digital y el director técnico hace el rigging, a menudo hace falta software a medida
- *Práctica: Hacerlo sencillo, si se quiere con un sencillo toque de personalidad*



## Modelado II: Decorados y Atrezzo

- Son el resto de objetos que forman parte de las escenas
- Los objetos suelen ser fijos (sino pueden ser personajes como en "La bella y la bestia") por lo que su diseño es más libre
- En los escenarios únicamente se modela lo que se ve (por lo que se suelen hacer después del carrete Leica)
- Tener presente que hay muchas cosas que se pueden hacer con una textura sin ser necesario modelarlos (normalmente todos los objetos tienen parte modelada y parte texturada). Relacionado con la distancia al espectador.
- *Práctica: Hacerlo muy sencillo, pensar en planos cortos que conlleven decorados más sencillos*



## Audiciones y Diálogos

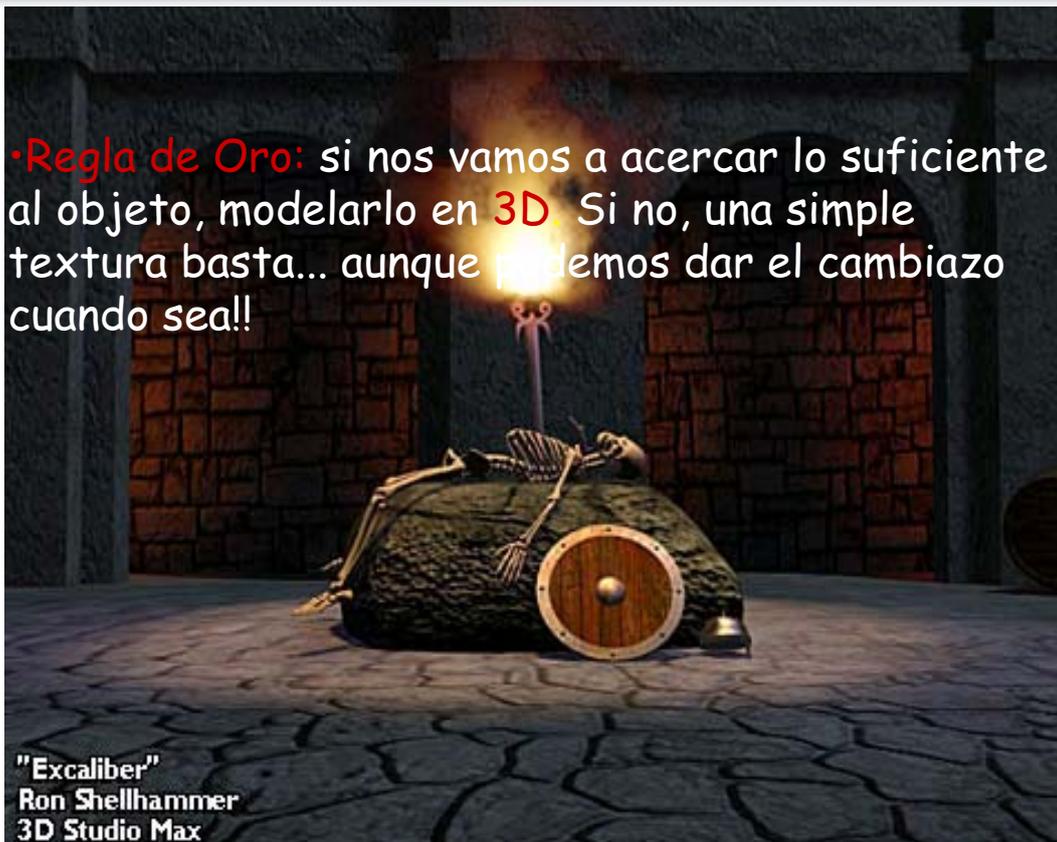
- La audición es el casting de las voces
- Si el actor es bueno, en la audición puede dar buenas ideas sobre la actuación, en otras ocasiones el aspecto del doblador se aleja del del personaje
- *Práctica: Vosotros mismos*

- Aquí se mezcla el storyboard con los diálogos
- Debe tener la duración final y ser lo más definitivo posible, lo "único" que queda es hacerlo bonito
- El Carrete Leica es en 2D y la animática en 3D burdo
- Es como el prototipo del rdo. final → Test de aceptación
- A partir de aquí, sólo tendremos que definir aquellas partes que se vean (clipping inteligente)
- *Práctica: Podeis usar un programa de edición de vídeo para el carrete Leica (p.ej. Premiere) o un programa 3D para la Animática*

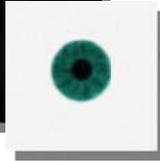
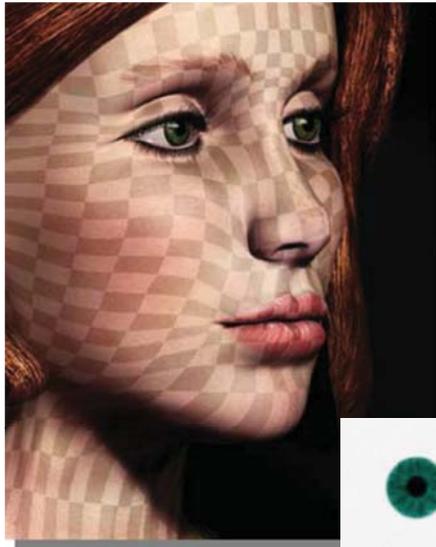
- La idea es llevar el control de versiones, seguimiento y almacenaje de todos los resultados intermedios, fundamental para el director técnico
- P.ej. Cada día un animador debe tener en su puesto los archivos correspondientes a los personajes, atrezzo, escenarios y sonidos que tiene que utilizar.
- Hay software especializado como AlienBrain Studio (<http://www.alienbrain.com/>)
- *Práctica: Llevar control de las escenas y versiones para no liaros al final*

- Las texturas añaden riqueza visual a los modelos...
- ...y a veces llegan a sustituirlos (animática!)
- No sólo son "fotos": bump mapping, transparencia...
- 2D o 3D
- *Práctica: Conviene invertir tiempo (ahorra más en modelado). Decidir el nivel de detalle necesario a partir de la animática. Evitar el uso de texturas demasiado "standard"*

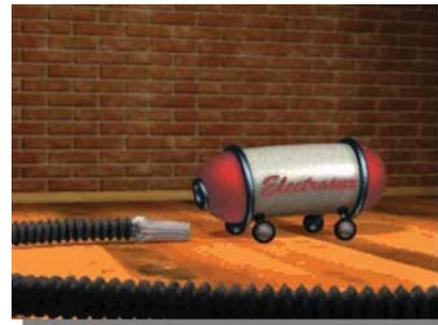
• **Regla de Oro:** si nos vamos a acercar lo suficiente al objeto, modelarlo en **3D**. Si no, una simple textura basta... aunque podemos dar el cambio cuando sea!!



"Excaliber"  
Ron Shellhammer  
3D Studio Max

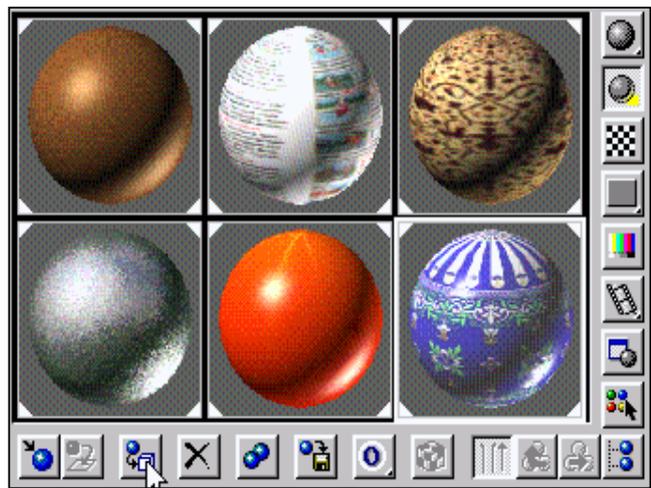


- Mapear (aplicar) correctamente la textura puede ser uno de los aspectos más complicados

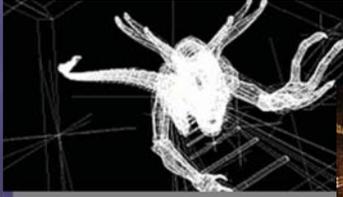


- En casi todos los CDs de revistas sobre 3D, o en los propios paquetes de animación, existen catálogos con librerías de texturas

- Podemos pintarlas a mano o bien fotografiar o escanear directamente la superficie deseada, retocándola luego si fuera necesario



- Son las texturas y, sobre todo, los shaders las que darán el **aspecto visual** definitivo a nuestra obra.



- La iluminación es otro de los aspectos claves
- **El triángulo básico:**
  - Luz principal: la más brillante. +/- 45° y elevada
  - Luz de relleno: junto a la cámara. Sin sombras
  - Luz trasera: para perfilar. La más elevada
- Esto es sólo un buen comienzo... el resto depende de nosotros
- Hay mucho que decir sobre iluminación...

## Iluminación Volumétrica

- Es una buena manera de crear ambientes interesantes



# Renderización

- Lo veremos en las siguientes horas
- Va mucho más allá del hecho de "darle un botón y esperar"
- *Práctica: Planificarlo! ¿Qué máquina(s) tengo para renderizar? Cuánto le cuesta cada frame?*

- El proceso de generación de la imagen NO acaba en el render
- Superposición de capas, retoques, adición de efectos, corrección de color....
- Para sacar la película en 35 mm hace falta mucha resolución (>2.048 líneas)
- *Práctica: Sacaos de la cabeza el hecho de que todo debe ser hecho en 3D. Un efecto carísimo de simular en 3D puede tardar en hacerse 2 minutos en 2D con photoshop... De nuevo: Planificad!,*

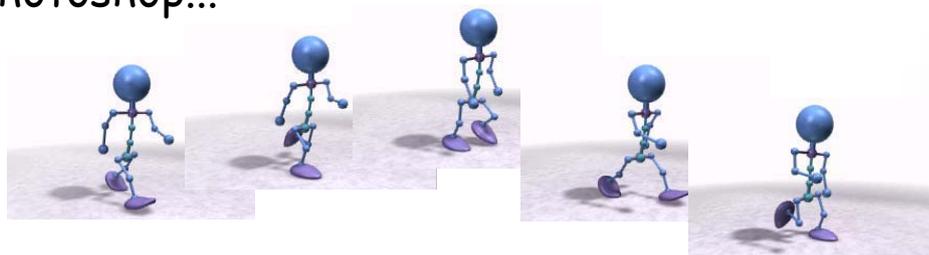
- No hay por qué animar la película secuencialmente
- Posibles salidas: CD-ROM, Internet, vídeo...

- **Postproducción:**

Existen CDs con sonidos de efectos especiales (p.ej. Sound Factory)

No olvidarse del ruido de fondo

Photoshop...



- Escribir código o buscar maneras inteligentes de abordar ciertos problemas concretos cuando el software utilizado no da una solución para ellos
- Ejemplo: Shrek tiene que bañarse en barro. ¿Existe un simulador de barro en el mercado? No. Pues lo escribimos
- *Práctica: Si alguien decide hacer FX, el consejo es que sólo haga eso (y nos consulte)*

- El sonido es fun-da-men-tal
- "Ancla" las imágenes y éstas cobran mucho más "volumen"
- Hay muchas bibliotecas disponibles
- Para los sonidos raros siempre se puede acudir al micrófono y un programa de edición (la imaginación al poder)
- *Práctica: No limitarse a usar una música de fondo! (añadir efectos de sonido)*

- Sólo un dato: Shrek 2 gastó en publicidad lo mismo que lo que costó toda la producción de El Cid
- Aquí está claro: los americanos son los mejores
- Venta por fases: cine, Making-of, DVD, DVD special edition, DVD con El Mundo...
- El Cid sacó más ingresos por merchandising que por las entradas de cine

**NO  
INTENTAR  
HACER "TOY  
STORY" A LA  
PRIMERA!!**



## Tema 2. Introducción a la Animación

1. Preliminares
2. Modelar para animar
3. Fundamentos de la animación

## Preliminares



•La animación por ordenador es mucho más que batallas espaciales...



- Animar es un proceso creativo. La tecnología sólo nos ayuda a plasmar esa creatividad
- Movimiento, expresión, peso, timing... Los aspectos básicos siguen siendo los mismos que hace 50 años en animación tradicional
- **La animación es el arte. Los ordenadores son sólo el medio**



## Preliminares

### Hardware y Software

- |                        |                    |                       |
|------------------------|--------------------|-----------------------|
| • "High-end" software: | • Y si no:         | • Utilidades:         |
| Maya                   | ElectricImage      | Edición de películas: |
| Softimage XSI          | Ray Dream Studio 5 | Premiere, After       |
| 3D Studio Max          | TrueSpace3         | Effects, Liquid       |
| LightWave              | Blender            | Edition,              |
| Animation Master       | Infini-D           | Combustion,...        |
| Houdini                | Imagine            | Edición de sonido:    |
| Mirai                  | Poser              | Cakewalk Pro,         |
|                        |                    | SoundForge,...        |

---

• En cuanto al hardware... cuanto más, mejor!



## Preliminares

### Antes de empezar

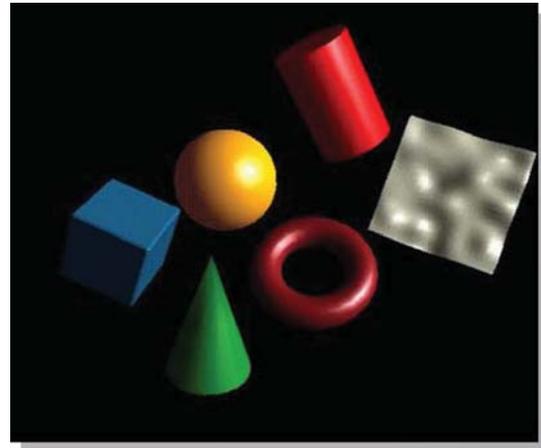
- Mide tus conocimientos
- Controla tu tiempo
- Conoce tu software
- Planifica, planifica y planifica
- Un equipo profesional está compuesto por:  
director, escritor, artista de storyboards,  
director artístico, supervisor de animadores,  
animador, director técnico, artista de animática...

- En la fase de modelado hay que tener muy presente cómo se quiere animar, sobre todo los personajes
- El mejor modelo es el que se anima fácilmente
- Elección de superficies: Polígonos, parches o sup. NURBS, tb. Metaballs, membranas, parches jerárquicos, ...

- La mejor elección depende del software, hay que conocer bien todos los tipos y conocer bien el software (muchas veces lo mismo se llama diferente en diferentes paquetes)
- Consejos:
  - Que sea ligero → Manipulación rápida
  - Mezclar tipos de superficies si es necesario → ¡Ojo con los cosidos!
  - Cuidado con las op.s booleanas!

## Herramientas de Modelado

- Primitivas básicas
- Extrusión
- Revolución
- Skin
- Deformaciones
- Mallas
- Operaciones booleanas
- Metaballs
- .....



## Polígonos vs Splines

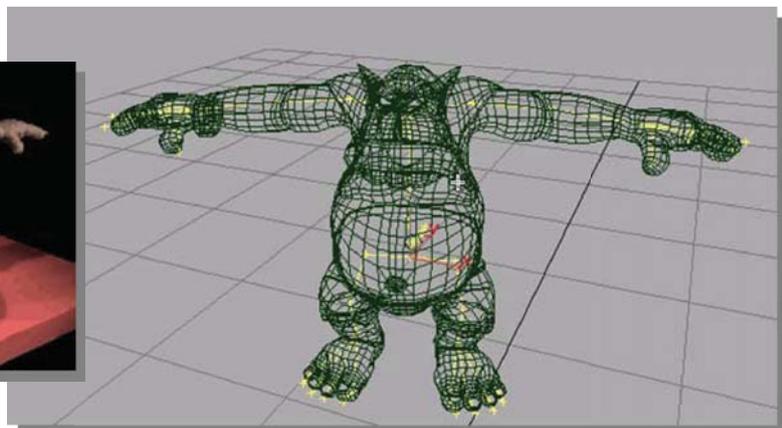
- Los **polígonos** sólo aproximan curvas, a base de definir muchos vértices. Mediante unos pocos puntos de control, los **splines** pueden definir la curva exactamente.
- A cambio, los splines requieren soft más avanzado.
- Splines: **¿B-splines o NURBS?** Dependerá sobre todo de la "NU" en NURBS... y de la implementación de cada soft. (p.e, en Softimage ciertas operaciones sólo pueden realizarse sobre B-splines).

### Modelado de cuerpos

- Conocer bien la anatomía:
  - Esqueleto: Brazos, hombros, columna vertebral, caderas, piernas
  - Músculos: Definen la forma del cuerpo y accionan el esqueleto

### Modelado de cuerpos

- Para facilitar la animación es buena idea modelar el personaje con los brazos y piernas abiertos



### Modelado de cuerpos



- La cabeza y la cara son muy expresivas y complejas
  - Estructura: Cráneo +Mandíbula
  - Conocer los músculos de la cara → Deformaciones naturales
  - Atención a la boca, dientes, lengua, ojos, párpados pestañas, cejas
- Las manos también son partes muy expresivas

### Métodos de construcción

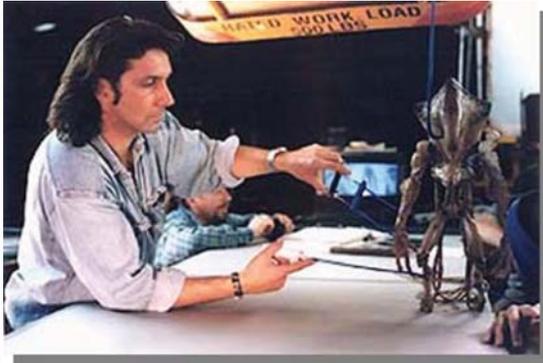
- División en partes. Segmentación
  - Facilitan el modelado y la animación, permiten utilizar diferentes tipos de sup. para diferentes parches
  - Cuidado con las uniones → Se puede resolver con buenos mapas de textura, cinturones collares, uniones ocultas, guantes o mangas, calcetines,...
  - Elegir en que partes dividir es importante
  - Las articulaciones entre partes no se deforman al animar

### Métodos de construcción

- De una pieza
  - Son más complejos, pero para personajes orgánicos suelen dar mejor resultado (uniones difícilmente ocultables)
  - Se anima mediante deformación de las zonas de las articulaciones → Esqueletos
  - Para evitar pbmas en la animación debe conocerse bien la anatomía
  - Se pueden modelar partes por separado y luego unir las mediante uniones modeladas

### Scanners 3D

• Rompamos el encanto: el 99% de los modelos CG cinematográficos provienen de maquetas escaneadas.



## Fundamentos de la Animación

- Los dos pilares básicos de la animación son movimiento y timing
- **El movimiento:** Entender cómo se mueven los distintos personajes
  - Por un lado conocer las leyes del movimiento
  - Por otro **observar** y **buscar referencias**
- **El Tiempo:** Sincronizar correctamente los movimientos y sucesos de la escena.
  - Es la medida fundamental de la animación
  - Es lo que convierte la ilustración en animación
  - Es la diferencia entre marionetas inanimadas y dar sensación de vida

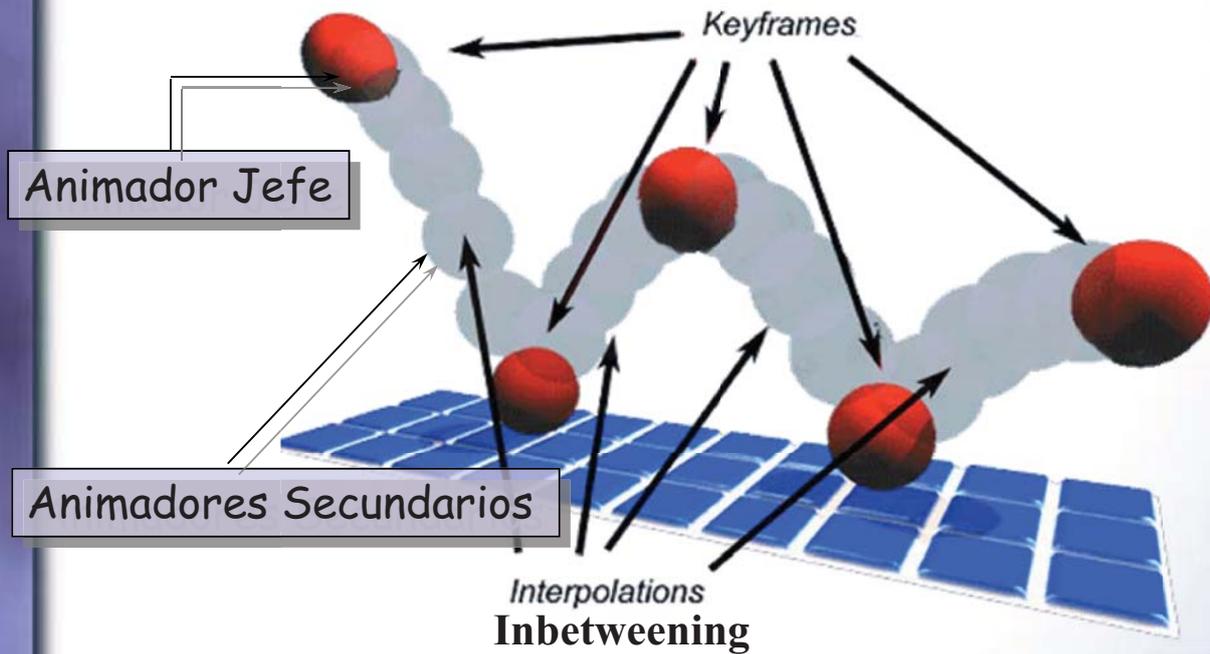
## Timing

- **Estructura**
  1. Duración total de la producción
  2. La elección de escenas afectan al ritmo de la producción
  3. La interpretación y acciones afectan a la escena
- "Una cosa cada vez" es lo adecuado para un buen timing
- Debemos guiar al espectador para que se fije en los sitios adecuados en cada momento. Esta atención debe conseguirse antes de que la acción se lleve a cabo (como en los dibujos de Pica-Piedra)
- Todos tenemos un vídeo y un cronómetro... es esencial interpretar nuestra animación antes de llevarla a cabo

## Timing

- **El proceso**
  - La configuración del tiempo se gesta en el guión y storyboard, y se fija en la animática ó leica reel y los diálogos
  - Hojas de referencia: Requieren saber los fps (24, 25 o 30)
    - Filas: Frame
    - Columnas: Información: Toma del diálogo, instrucciones de cámara, notas sobre personajes y la acción (con flechas indicando el inicio y fin)
  - Otra opción es utilizar directamente la Animática o incluso el carrete Leica (muchos programas de animación lo permiten)

## Animación por planos clave: keyframes



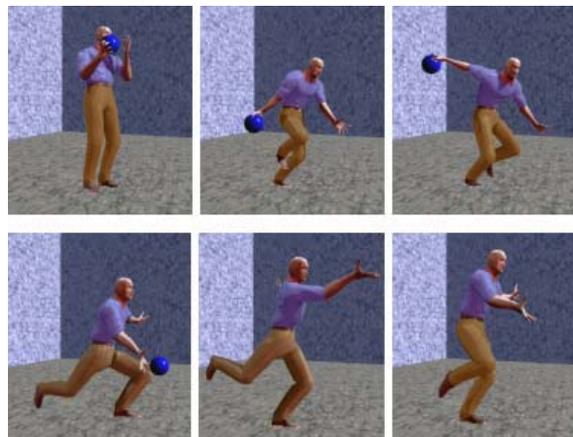
## Animación por planos clave: keyframes

### Parámetros a interpolar:

- posiciones
- rotaciones
- escalados
- colores.

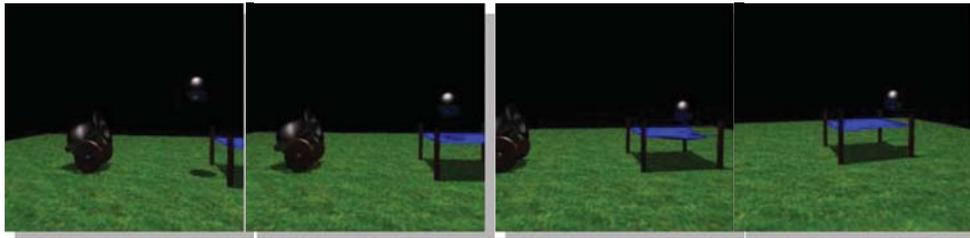
### Interpolación:

- Lineal.
- Polinómica (Splines)



## Arcos en el movimiento

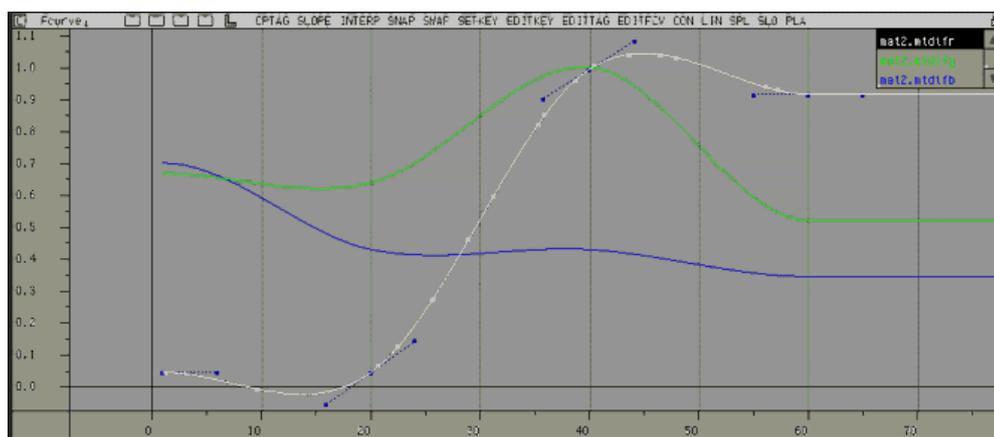
- En la vida real, casi todas las partes del cuerpo humano se mueven en arcos
- La gravedad también causa movimientos en arco en los objetos



## Gráficos de Movimiento

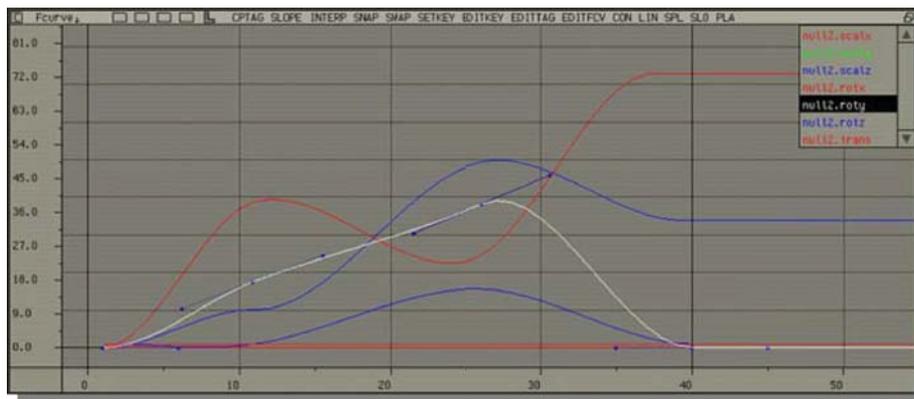
### Curvas de función/animación

Son la representación gráfica de la relación entre el tiempo y el parámetro a animar.



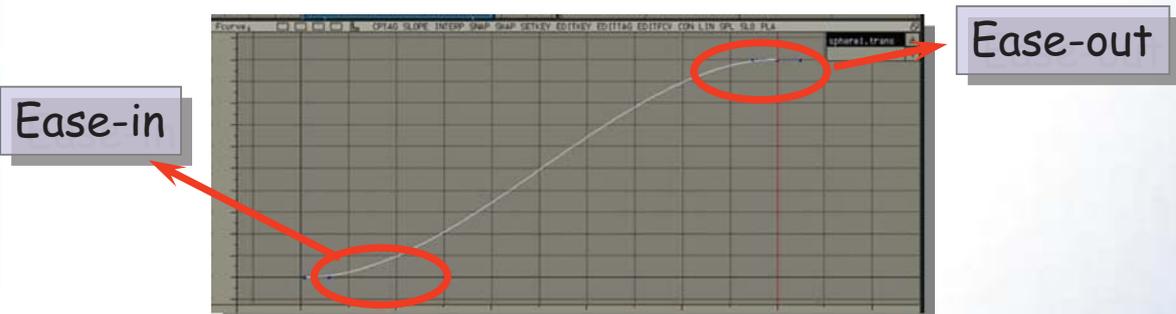
## Gráficos de Movimiento

- Herramienta ofrecida por la mayoría de los paquetes de animación, También se llaman Curvas de parametro, Curva de función (Fcurve), Gráfico de velocidad,...



## Gráficos de Movimiento

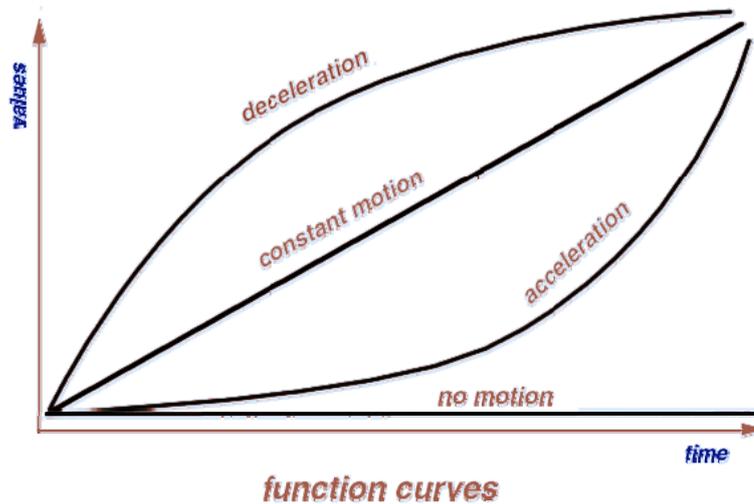
- Las cosas no arrancan y frenan de repente!!
- Modos de arranque y frenada:
  - Constante (stop motion)
  - Lineal (robot)
  - Spline (por defecto, casi siempre)



## Gráficos de Movimiento

Permiten modificar/controlar el tipo de movimiento o cambio:

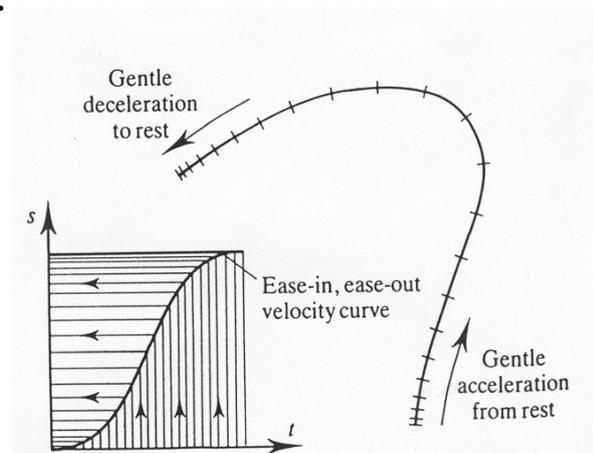
### Fcurvas



## Gráficos de Movimiento

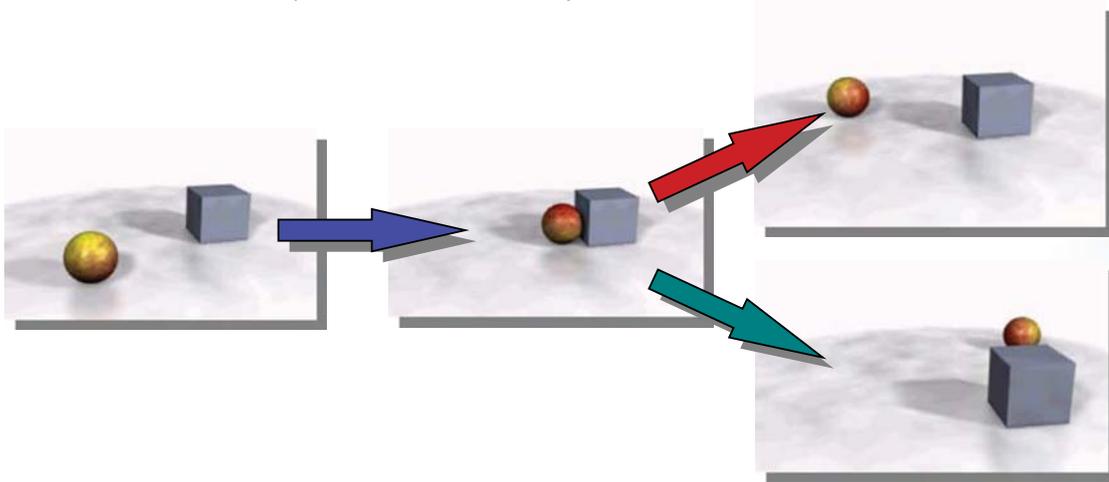
### Animación de trayectorias:

- Fcurva de traslación.
- Trayectoria 3D.



Curvas easy-in/ easy-out.

• Si no disponemos de software capaz de calcular fenómenos físicos reales, el timing es una buena herramienta para **simular peso**



• ¿Puede un bicharraco de tropocientos pisos de altura correr por las calles de Manhattan a una velocidad tal que ni dos ligeros helicópteros pueden escapar?

• (Oscar a la peor escena de animación 3D: más de un animador habrá tenido que huir del país...)

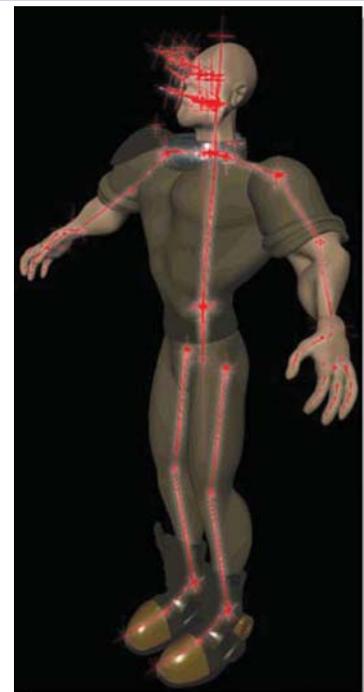


## Herramientas

- No todos los paquetes de animación ofrecen las mismas herramientas, aunque casi todos ofrecen un grupo que podríamos llamar "herramientas básicas"
- Como herramientas avanzadas, tenemos:
  - Animación por forma (morphing)
  - Jerarquías
  - CD, CI
  - Restricciones
  - Deformación por curva o superficie
  - ....

## Herramientas

- Lattices (Celosías)
- Traslación, rotación, escalado
- FCurves
- F/X (Quick&Stretch, Sistemas de Partículas, Campos de fuerzas...)

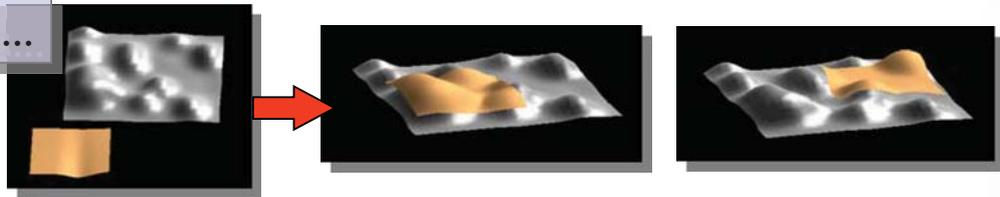




# Fundamentos de la Animación

## Deformación por superficie

La teoría...



Y la práctica!



# Fundamentos de la Animación

## Deformación por curva



## Squash & Stretch

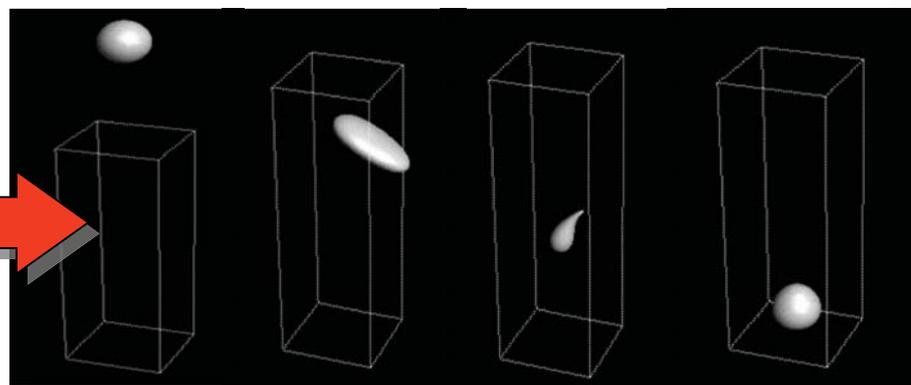
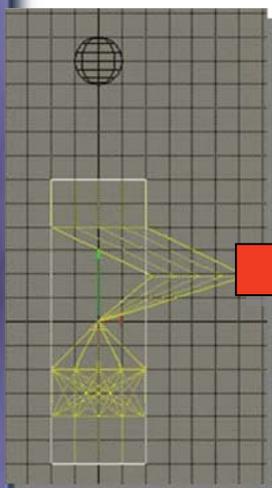
• Casi siempre, nuestros personajes estarán hechos de carne



- Es importante mantener el volumen!!
- Podemos usar escalados, esqueletos, deformaciones por malla, mecanismos automáticos...

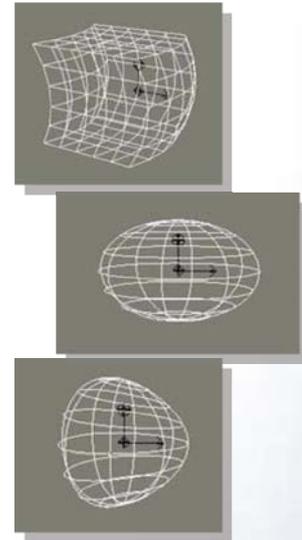


## Squash & Stretch



## Arrastre

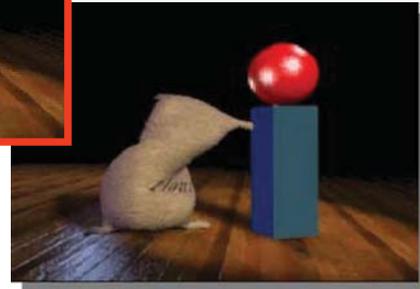
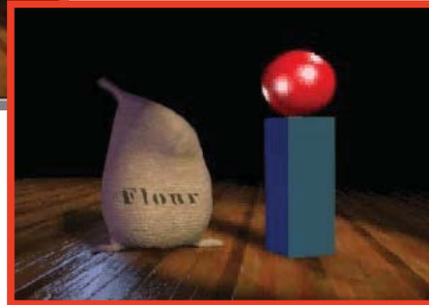
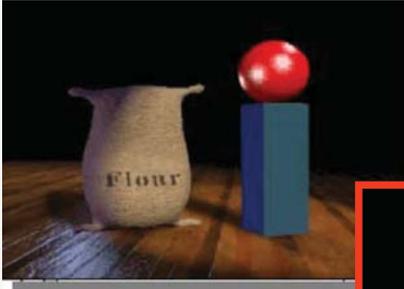
- La fuerza transmitida a un objeto no afecta a todas sus partes por igual
- Si esta compuesto por articulaciones, cada una actuará un poco más tarde que su predecesora.



## Anticipación

- "Anticipación" es la forma natural que tiene el cuerpo de ganar impulso antes de un movimiento (hombre saltando...)
- Nos permite captar la atención del espectador
- Anticipar exageradamente (dentro de un límite) es mejor que no anticipar
- Si la acción es muy rápida, añadir **motion blur**

## Anticipación



## Overshoot

- Igual que la anticipación comienza un movimiento, el overshoot lo termina
- Muchas veces, el cuerpo no se detiene de una forma exacta y perfecta, sino que sobrepasa el punto de parada y "retrocede" posteriormente (Correcaminos frenando)
- El overshoot también puede ser exagerado para dotar a la animación de más personalidad

## Motion Blur

- Acentúa la sensación de movimiento y velocidad

Sin Motion Blur



Con Motion Blur



## Motion Blur

Dormir o caer en picado...



- Puede cambiar el concepto global de una escena

## Acción Secundaria

- Son pequeños gestos, movimientos en el background, retoques añadidos a la animación principal, que dan vida y realismo a nuestra historia (parpadeos, respiración...)
- Suele ser creada como una "segunda capa", una vez concluida la animación principal
- La animación secundaria no debe interferir ni robar protagonismo a la animación principal

## Física vs Simulación

- La animación avanzada hace uso de otras dos herramientas: **simulaciones físicas y restricciones**.
- Las primeras son computacionalmente muy caras si queremos realizar simulaciones muy complejas o con muchos elementos interactuando.
- Las restricciones suelen conseguir efectos similares con menos carga computacional, aislando la animación secundaria rutinaria del animador. Suelen escribirlas los TD en colaboración con los animadores, siendo luego transparentes para éstos.

## Follow-through &amp; Overlap

- Ambos están relacionados con la animación secundaria
- **Follow through:** el objeto principal se detiene pero alguna de sus partes siguen moviéndose (las orejas de un perro)
- **Overlap:** el objeto posee partes que no se mueven todas a la vez (la tripa de un señor gordo corriendo, o un atleta saltando)

## Animación por ciclos

- El concepto es idéntico al utilizado en las persecuciones en animación tradicional



- El primer y último keyframe deben coincidir: se copian y ya está.
- No abusar de ella sin retocar "a mano"!!

~~STOP~~

- En animación por ordenador, una parada total del personaje lo "mata" completamente
- Podemos crear dos keyframes muy similares, y dejar que el ordenador interpole entre ellos mientras dura la parada
- Por supuesto, podemos recurrir a la animación secundaria
- De hecho, animación implica movimiento, si no movemos nada, no estamos haciendo animación (estamos haciendo el vago).

## Tema 3. Animación de personajes

1. Estudiando a los personajes
2. Jerarquías y Deformaciones (Rigging)
3. Esqueleto y Deformaciones
4. Locomoción
5. Comportamiento
6. Animación facial
7. Captura de movimiento
8. Animación Antropomórfica
9. Animación de animales

## Estudiando a los personajes

### Diseño de un personaje

- La personalidad de un personaje bien diseñado salta a la vista nada más verlo
- Además, un personaje bien diseñado es más fácil de animar



### Diseño de un personaje

- Antes de modelar un personaje, es conveniente ponernos en su lugar: ¿Dónde vive? ¿Qué come? ¿Qué herencia cultural ha recibido? ¿Es un depredador, carroñero u ocupa un lugar más bajo en la cadena alimenticia? ¿Cómo ataca? ¿Cómo se defiende? ¿Es inteligente? ¿Cuánto?...



### Diseño de un personaje

- Una vez conceptualizado, y antes de ponerse manos a la obra, hay que preguntarse:
  - ¿Qué papel va a desempeñar?
  - ¿Qué partes se van a mover?
  - ¿Qué herramientas tengo?
  - ¿Qué trucos puedo emplear?
- Documentarse. Buscar documentación, referencias...

### Diseño de un personaje

- El objetivo es hacer un ser completamente creíble (dentro de su contexto).
- Godzilla y criaturas similares olvidan la ley cúbica - cuadrática de Newton...
- Deberían morir aplastados bajo su propio peso!!

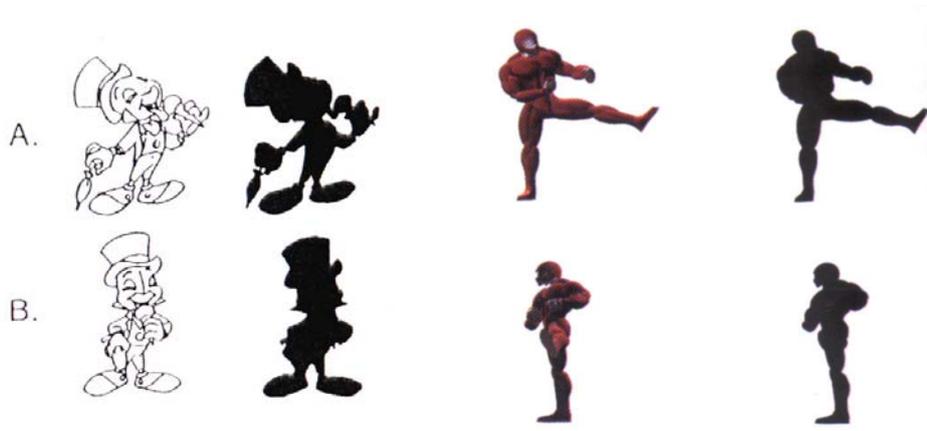


### Poses

- Las poses de los personajes ayudarán a la audiencia a captar las emociones de los personajes
- Antes de moverlos por la escena, debemos dotarles de posturas convincentes
- Una buena postura refleja **peso**
- Equilibrio, ausencia de simetría total, fuertes siluetas, línea de acción, buena situación respecto a la cámara (staging)...

## Poses

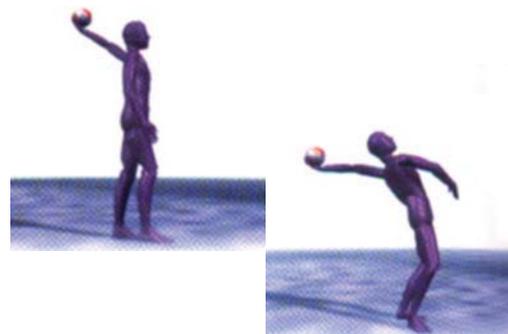
### Fuertes siluetas



## Poses

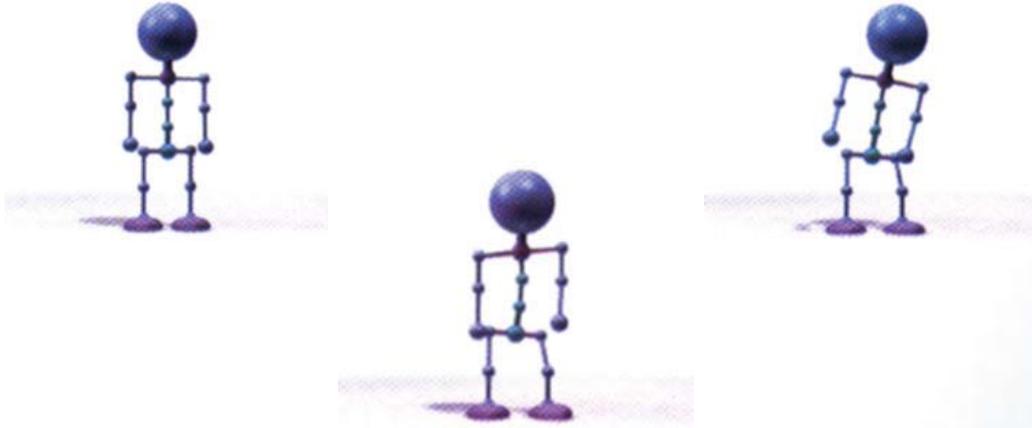
### Staging

### Línea de acción



## Poses

### Equilibrio y Ausencia de Simetría



# Jerarquías y Deformaciones

- Después de modelar un personaje hay que prepararlo para la animación, esto se conoce como **rigging**. *Esta fase es la más crucial*
- Personaje segmentado → Unión de segmentos en Jerarquías
- Personaje no segmentado (o parcialmente) → Esqueleto Jerárquico para Deformaciones

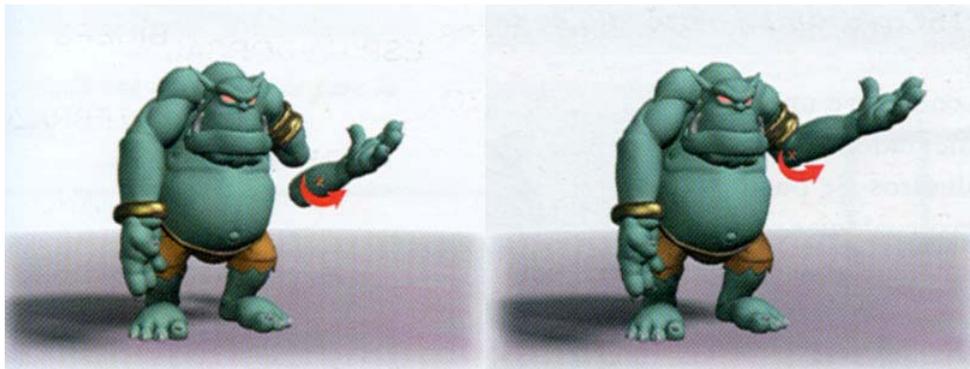
## Jerarquías

- Estas se han de utilizar tanto para deformar como para mover segmentos al unísono
- Es la manera en que establecemos los vínculos entre las partes (segmentos o huesos)
- Normalmente es un árbol, pero en ocasiones a un personaje le benefician varias jerarquías independientes



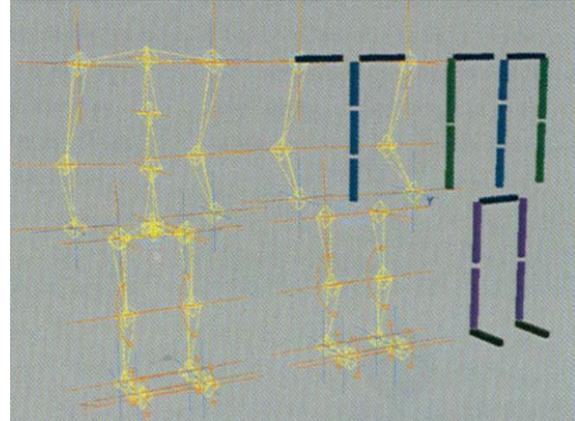
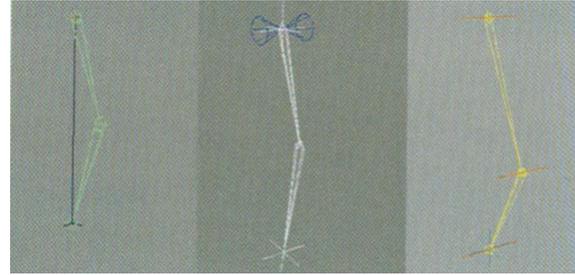
## Jerarquías

- Si la jerarquía está bien al mover la raíz (normalmente la cadera) se debería mover todo
- **Ejes y giros** → En personajes segmentados hemos de establecer los ejes de giro (normalmente se sitúan en el centro del objeto por defecto)



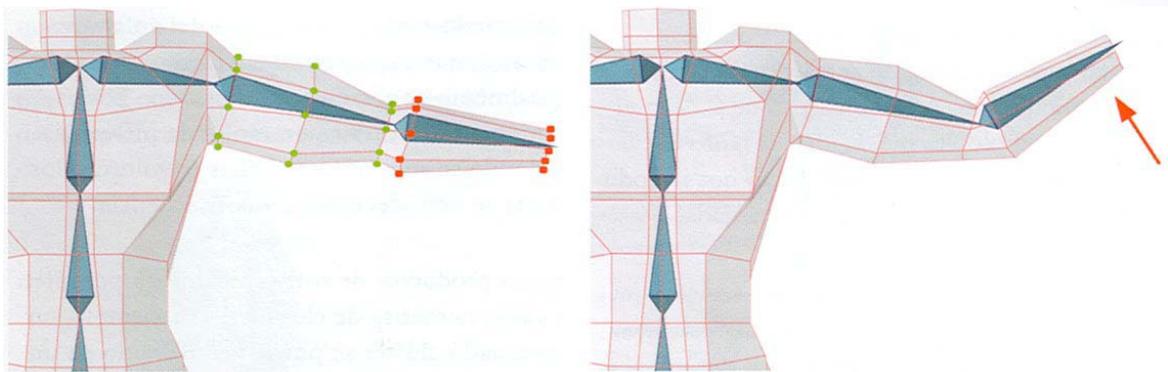
## Jerarquías

- En deformaciones tenemos que establecer un esqueleto, donde cada hueso será una parte móvil
- Los esqueletos pueden ser de huesos o de objetos nulos (no renderizables)



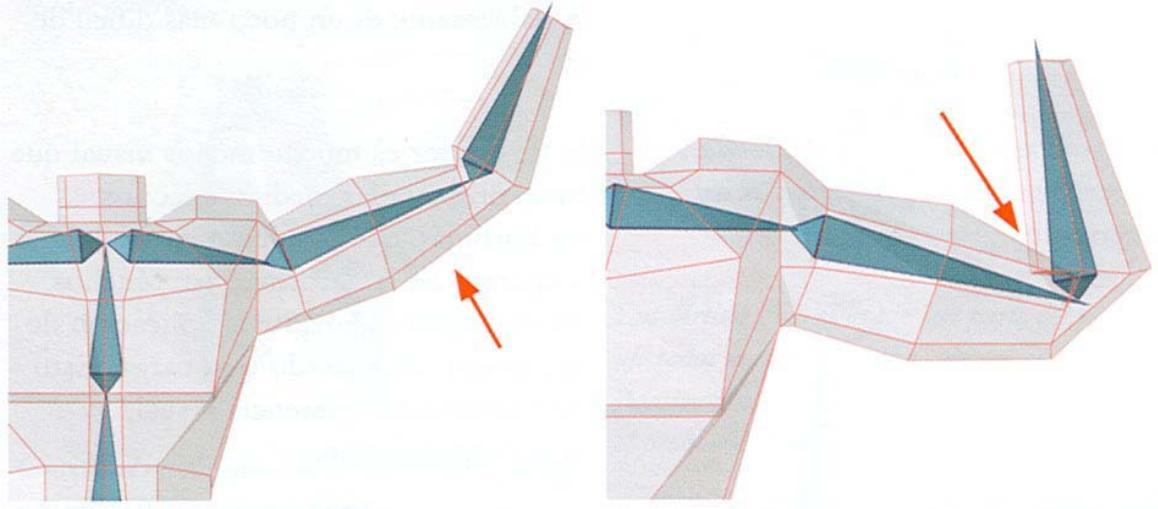
## Jerarquías

- Para que un esqueleto permita deformar una malla debemos **asignar** los vértices del modelo
- Asignación Directa → Cada vértice a un hueso



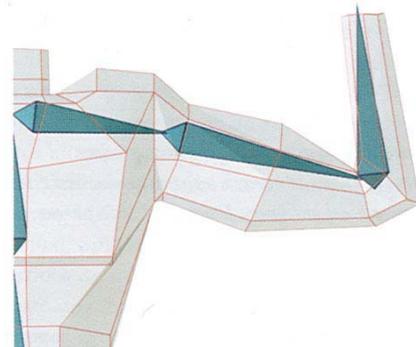
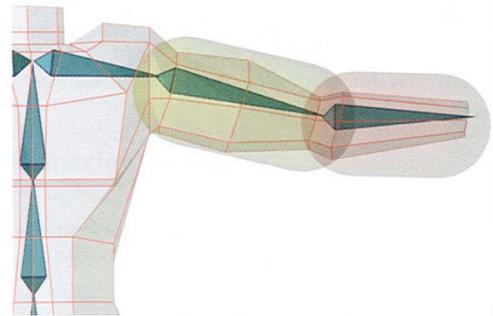
## Jerarquías

- Pero esto puede causar problemas de pliegues en los extremos



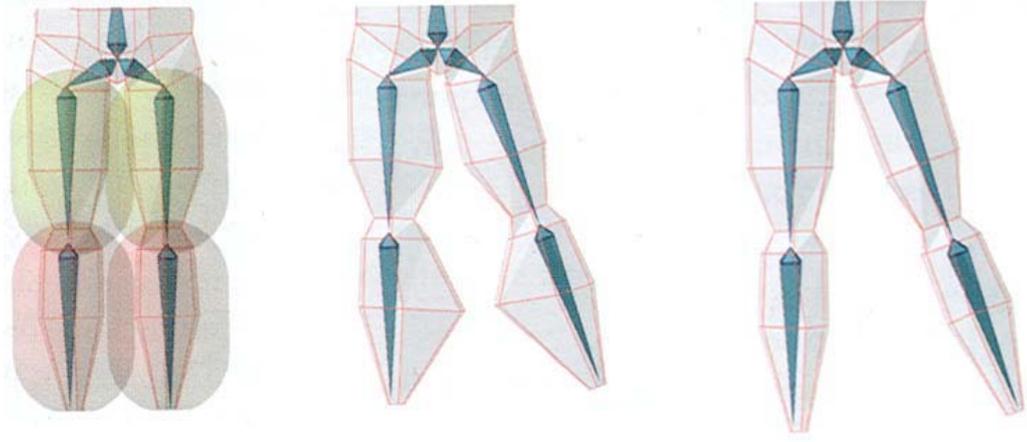
## Jerarquías

- Para evitarlo se usan **asignaciones o envolturas cargadas**
- Dan el área de influencia de cada hueso (lo que hace que algunos vértices sean influido por varios)
- Algún sw utiliza clusters en lugar de envolturas → Un cluster es un grupo de vértices que pueden verse influenciados en un % por diversos huesos



## Jerarquías

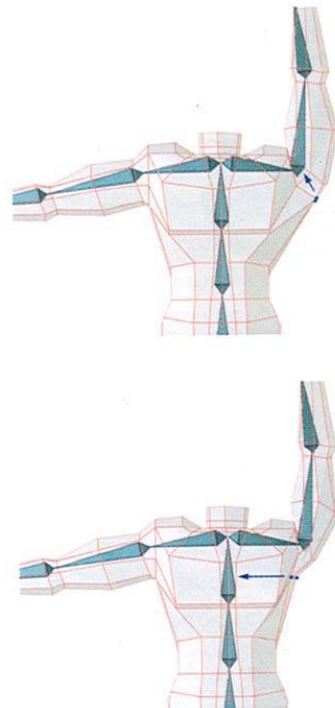
• Pero hay que tener cuidado con vértices influenciados de manera errónea y desasignarlos (Hay sw. Que no deja → Modelar con los objetos separados)



## Jerarquías

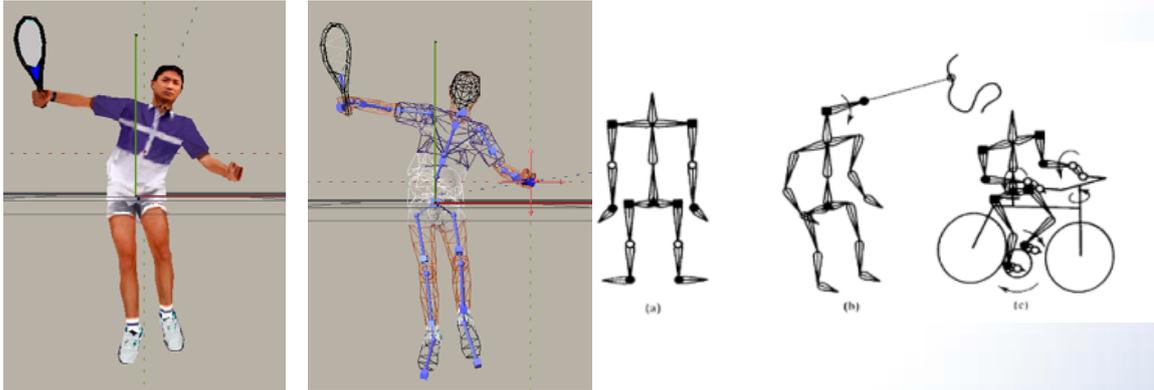
• Otro pbma típico de mala asignación se da debajo del hombro

• Hay sw. Que permite crear clústeres (grupos de vértices) para cargar porcentajes de influencia de cada articulación



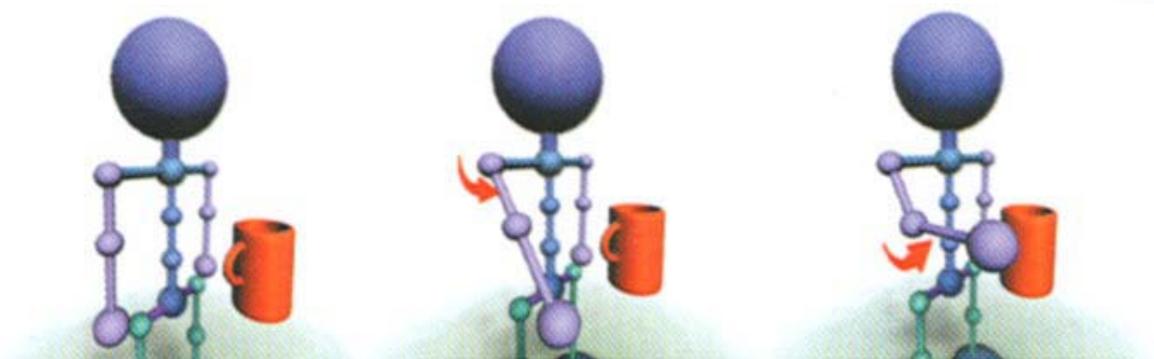
## Deformaciones

- Una vez establecida la jerarquía se puede utilizar para deformar un personaje de una pieza o para mover inteligentemente los diferentes segmentos
- Las dos maneras básicas de hacer esto son mediante **Cinemática Directa o Inversa**



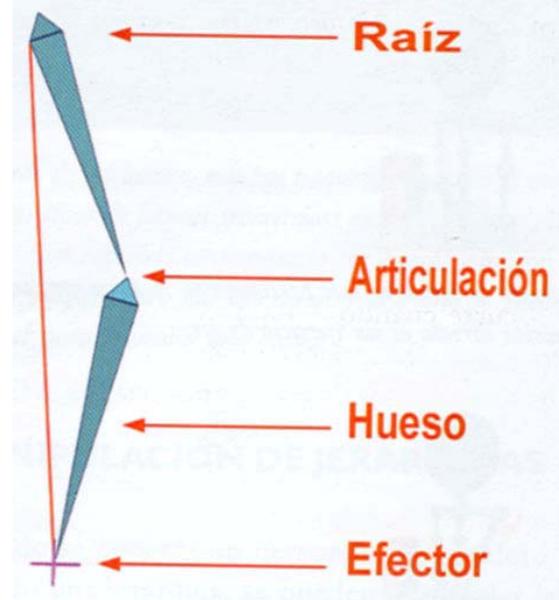
## Deformaciones

- En **Cinemática Directa** cuando se mueve una parte de la jerarquía se mueven todas las que están por debajo de igual manera



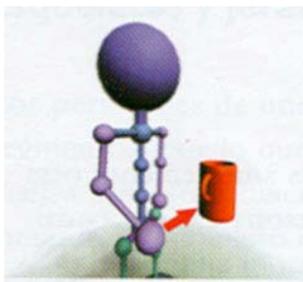
## Deformaciones

- En **Cinemática Inversa** se establece una cadena en la que se indica a donde se quiere llegar y el ordenador calcula la posición y orientación de las articulaciones
- Construcción de cadenas CI: Se componen de Raíz, Articulaciones, huesos y un efector



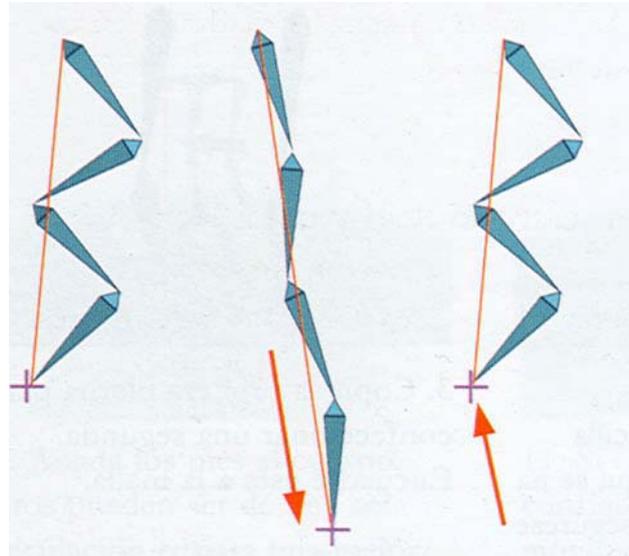
## Deformaciones

- La solución en CI puede no ser única → **Limitaciones de Articulación** (depende del Sw):
  - Tipo articulación : Esférica o plana
  - Rango de giro permitidos



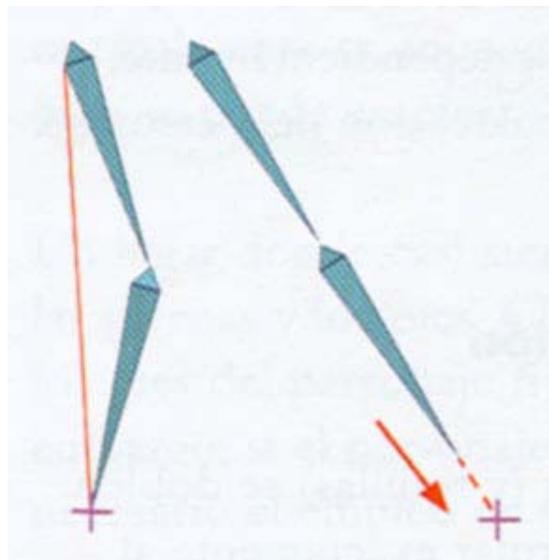
## Deformaciones

• **Colocación de reposo o metas:** Cuando el efector está en la posición predeterminada, todas las articulaciones adoptan una posición y orientación específica



## Deformaciones

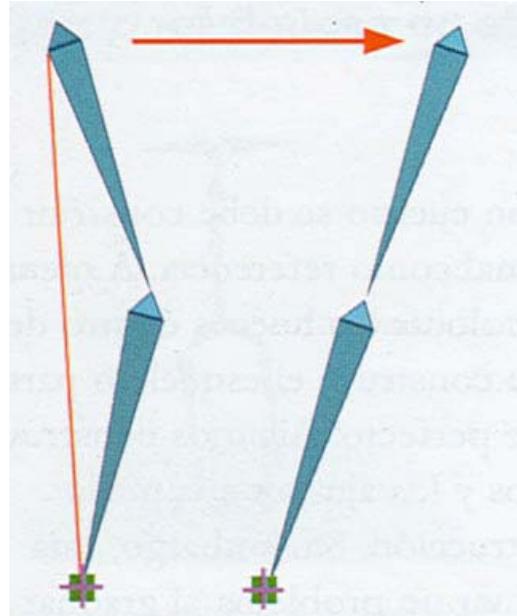
• Cuando el efector se va fuera de los límites unos paquetes alargan y otros simplemente apuntan hacia el efector



## Deformaciones

• A veces no interesa que un extremo de la jerarquía se mueva mientras los otros sí (p.ej el pie al andar) → **Limitación de movimiento:**

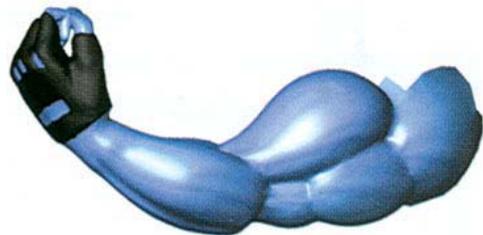
• Permite pegar un objeto a otro, como principal (suelo) y dependiente (pie), impidiendo que el pie deslice



## Otras deformaciones

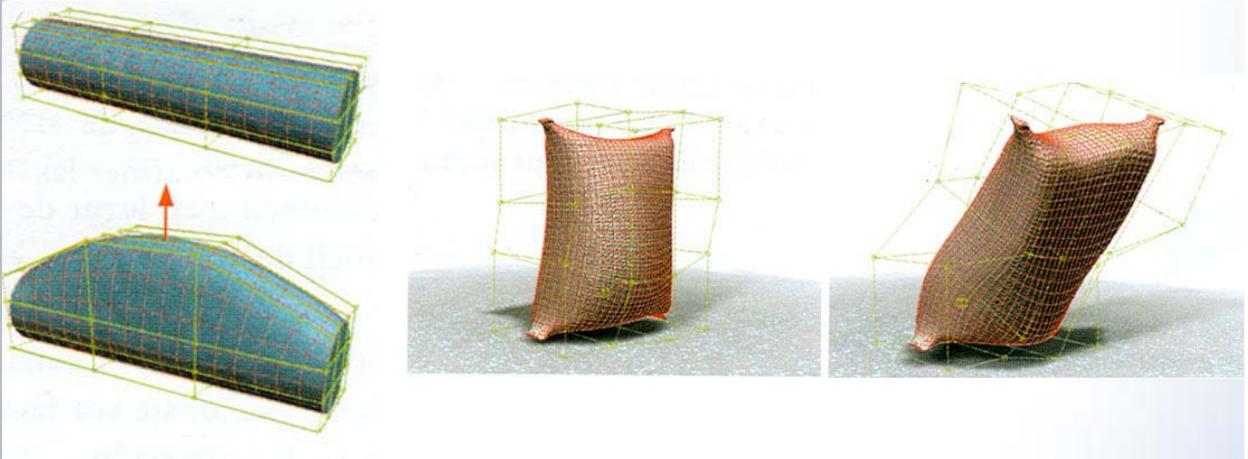
• Herramientas de deformación avanzadas:

• Algunos paquetes permiten deformar el modelo en función de ángulo de articulaciones (P.ej. para simular abultamiento de músculos al contraerse o estiramientos de piel)



## Otras deformaciones

### •Retículas (Lattices)



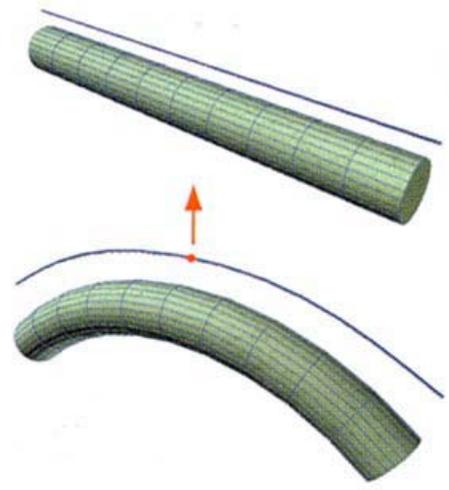
## Otras deformaciones

### •Clústeres:

- Es una colección de vértices (con posibilidad de cargar un vértice en varios clústeres)

### •Deformación spline:

- Un spline controla la forma de un objeto



### Otras deformaciones

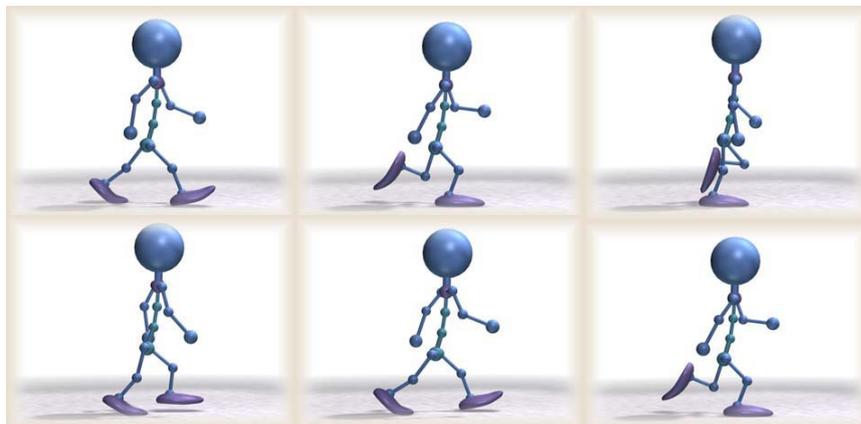
- **Morphing:** 2D (texturas) y 3D (modelos)
  - Interpola suavemente entre dos formas (P.ej. Para animación facial)
- **Metaballs:** Debido a sus propiedades, al mover las componentes se deforman los objetos
- ...Hay muchos más dependiendo del Sw (y los plugins)

- **¿Qué deformación usar?**
- NO hay ninguna mejor que otra en todos los casos
- La elección de cada una dependerá del caso concreto
- En la práctica se usan todas

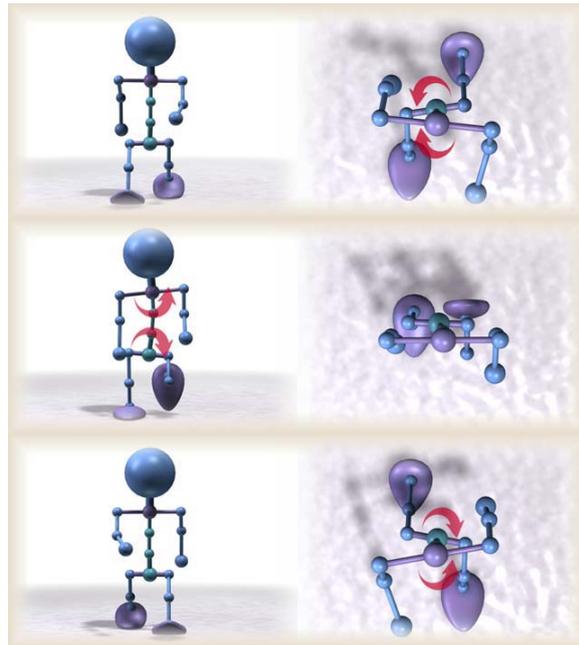
- Es fundamental entender la mecánica del movimiento antes de intentar reproducirlo
- El CG del cuerpo está en las **caderas**: poseen dos movimientos diferentes
- Los **brazos** actúan a modo de péndulos
- La **cabeza** y la **espalda** forman una línea de acción que absorbe el golpe transmitido a las caderas en cada paso. También reflejan el estado de ánimo del personaje

NO ABUSAR  
DE LOS  
CICLOS!!

- Analizando el caminar desde un lado, apreciamos algunos detalles importantes, como el balanceo de los brazos y el constante "caer" hacia adelante:



• Analizando el caminar de frente y desde arriba, apreciamos algunos detalles menos conocidos, como el balanceo de las caderas y el "caer" alternado hacia los lados:



## ¿Caminando o Corriendo?



### • Caminando:

Un pie en el suelo  
Pasos cortos

### • Corriendo:

Baja el CG  
Ambos pies en el aire  
Zancadas largas  
Motion blur  
Timing más rápido

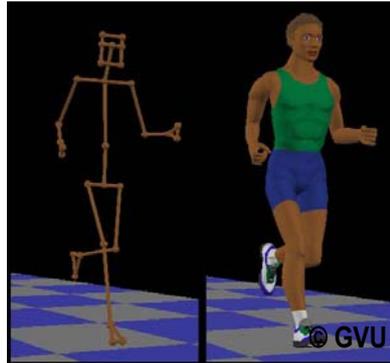


## Algoritmos

Ejemplo clásico de método procedural.

Dificultades:

- Número de grados de libertad:
  - ~200
  - 22 segmentos 70 parámetros ~ 126000 n<sup>os</sup>/minuto
- Sensibilidad.



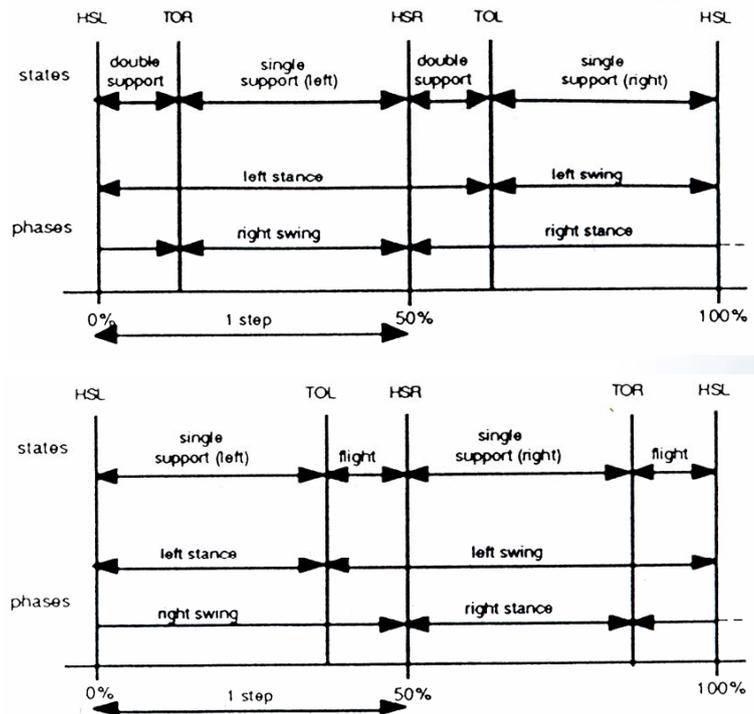
## Algoritmos

- Suelen utilizar:
  - Cinemática directa e inversa, interpolaciones (lineales/ cúbicas).
  - Conocimientos explícitos (valores y límites de ángulos, biomecánica).
- Resultado: parametrización del movimiento:
  - Parámetros de locomoción (longitud y frecuencia del paso).
  - Atributos de locomoción (rotación de cadera, del torso, flexión de rodillas...).

## Algoritmos

### Características del algoritmo:

- la base es el paso
- dos estados:
  - soporte doble
  - soporte simple.
- dos fases:
  - apoyo
  - balanceo.



Tema 3. Animación de Personajes

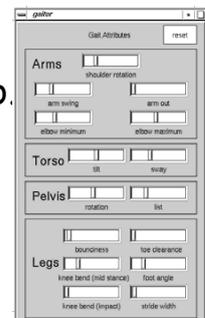
## Algoritmos

### Generación de ciclos de locomoción:

- duración de cada una de las fases según la frecuencia y amplitud del paso
- ángulos de las piernas al final del paso
- puntos de control de la cadera en la pierna en reposo.

### • Determinantes del paso:

- rotación pélvica
- contoneo pélvico
- desplazamiento pélvico lateral.
- Integración del movimiento en el cuerpo (balanceo de hombros, brazos...).



Tema 3. Animación de Personajes

"Physically based modelling":

aspectos **realistas** relacionados con el movimiento, la deformación, elasticidad o las colisiones .

"Behaviour based modelling"

aspectos **internos** como la personalidad, las diferencias sociales, la percepción o la reacción ⇒ **actores sintéticos**.



© GIGA

## Actores Sintéticos

Control Motor o de bajo nivel

(movimientos básicos, ya sean modelados o capturados)

Planificación Motora o de alto nivel

(conexión entre la percepción y la acción)



© IMPROV

### Actores Sintéticos

- Control directo: el actor virtual es controlado directamente a través de sensores conectados a una persona o varias
- Control semiautónomo: actores dotados de cierta autonomía pero cuya actividad principal es dirigida por una persona real, ya sea por medio de menús, botones, habla, ratón, guante de datos, joystick...



### AVATARES

### Actores Sintéticos

- Control autónomo: el actor no es controlado por ninguna persona. Han de ser capaces de percibir el entorno y reaccionar frente a él. El actor ha de tener un cierto nivel de **conocimientos**, **inteligencia** para adaptarse a su entorno, realizar determinadas tareas, mostrar una determinada **personalidad** y ser capaz incluso de realizar trabajos **colaborativos** con otros actores.

### AGENTES

## Actores Sintéticos

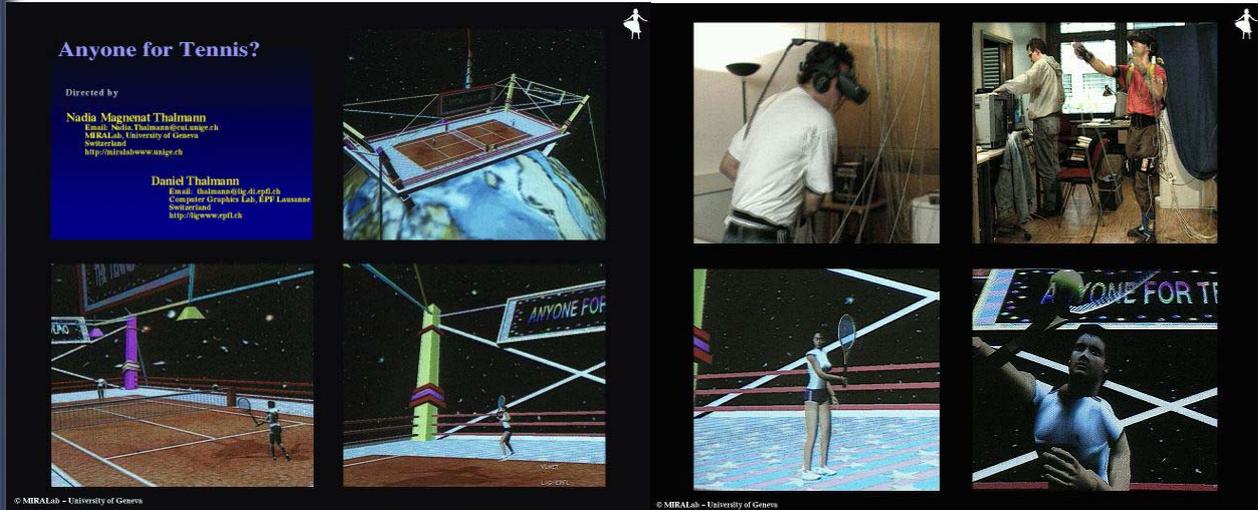
- **Inteligencia:** habilidad para aprender o comprender o resolver situaciones nuevas o que cambian
- **Memoria:** capacidad de reproducir algo que se ha aprendido o retenido, especialmente a través de mecanismos asociativos.
- **Autonomía:** sistema que se autogobierna, es decir que dicta sus propias leyes de conducta, sin acciones exteriores
- **Percepción:** detección de elementos en un entorno a través de sensaciones físicas
- **Adaptación:** el sistema se "ajusta" satisfactoriamente a las condiciones del entorno, aunque este sea no predecible o cambiante
- **Comportamiento:** manera en la que animales/ personas se conducen frente a las situaciones.

## Actores Sintéticos

### Aplicaciones:

- Estudios de ergonomía (JACK)
- Presentadores virtuales para TV
- Presentadores virtuales autónomos
- Avatares y agentes en entornos virtuales inmersivos (Networked Virtual Environment): entorno virtual único controlado por un único servidor, el cual es compartido por diferentes participantes conectados a través de clientes). El **avatar** es la representación simbólica en un mundo virtual de una persona real. Los **agentes** se suelen utilizar para prestar ayuda al usuario.

## Actores Sintéticos

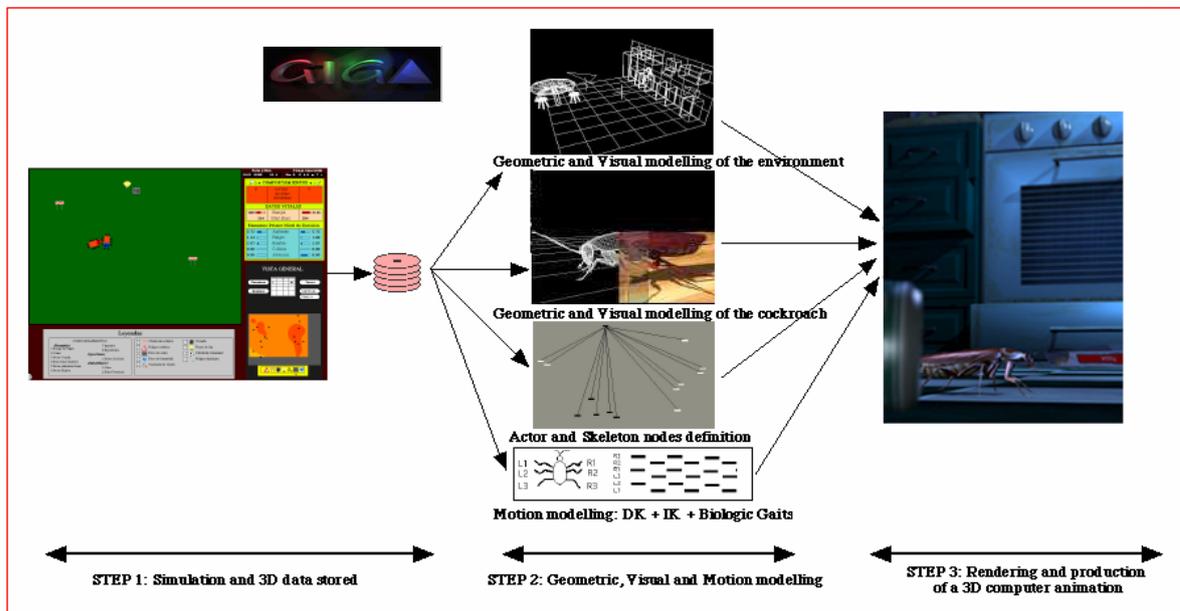


Thalmann et al.:  
actores sintéticos en red...

## Actores Sintéticos

ALW: Sistema para el modelado de Vida Artificial y Mundos Virtuales

KUKASIM: Aplicación al modelado de un sistema biológico.



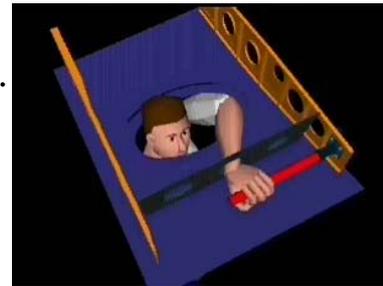
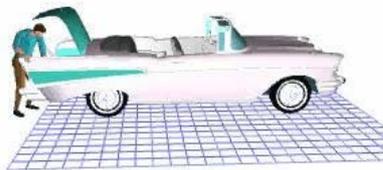
## Actores Sintéticos

### Jack

Se trata de un sistema para el modelado y simulación de actores humanos especialmente orientado a estudios ergonómicos.

Permite:

- Construir un entorno virtual
- Crear un actor humano virtual, definiendo su tamaño y figura
- Posicionarlo
- Asignarle tareas
- Analizar la realización de las tareas.

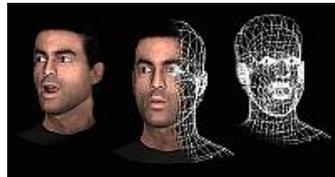
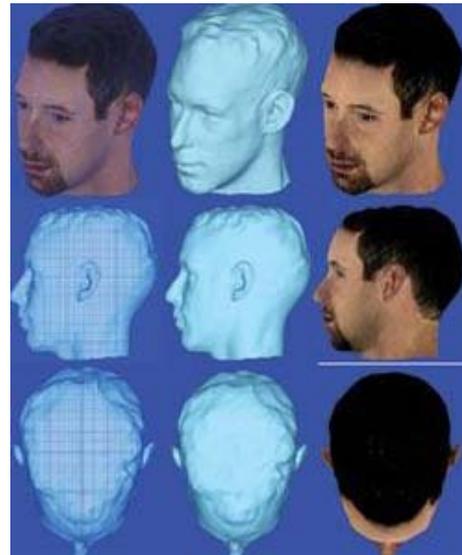


# Animación Facial

- Animar una cara es una de las tareas más difíciles en animación por ordenador
- Si usamos Morphing, podemos almacenar una librería de formas, para luego combinarlas. Incluso combinar partes de distintas caras
- También podemos usar esqueletos o mallas



- Modelado facial:
  - Digitalizadores 3D.
  - Tecnicas fotogramétricas.
  - Láseres.
- Control del movimiento.
- Rendering.



## Interpolación

- Librería de formas para interpolar:



## Interpolación



Joy



Disgust



Sadness



Anger



Fear



Surprise



MIRALab, University of Guelph

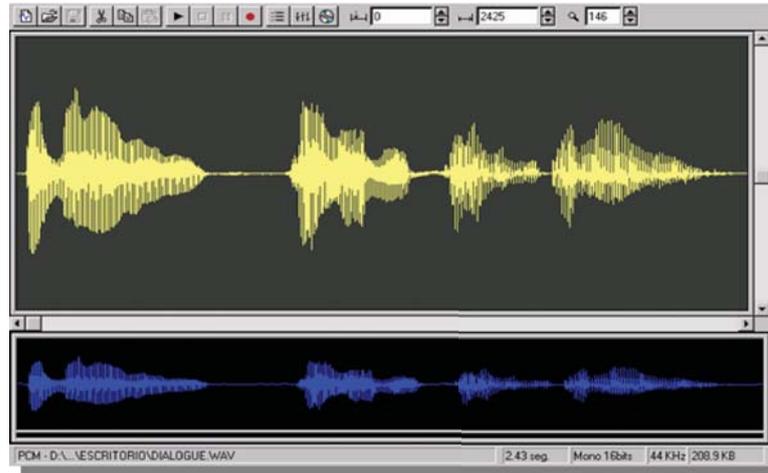
## Movimiento de los labios

- Podemos crear una librería con 6-8 posiciones diferentes para los labios y hacer morphing con ellas
- La mejor herramienta para hacer esto es... un espejo!!



## Movimiento de los labios

- Con cualquier programa de edición de sonido y una "exposure sheet", podemos crear el timing adecuado a nuestro diálogo, al "romperlo" frame a frame



## Los ojos

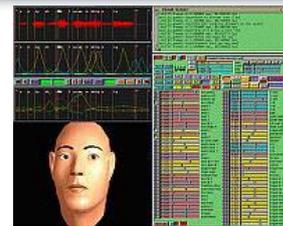
- Los ojos son quizá la parte más expresiva. **Consigue los ojos, y tienes a tu personaje**.
- Crean líneas psíquicas muy poderosas dentro de la imagen
- Podemos usar funciones tipo "Mirar a..."
- Otro truco interesante es el de los conos invisibles, como la luz de los faros de un coche



## Los ojos



## Parametrización "ad-hoc":

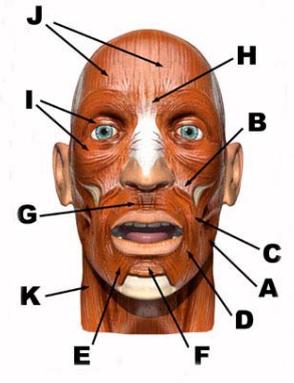


Parámetros de expresión	Parámetros conformales
Apertura del párpado	Anchura de mandíbula
Curvatura de la ceja	Forma de la frente
Rotación mandíbula	Longitud y anchura de nariz
Anchura boca	Forma de las mejillas
Expresión boca	Forma de la barbilla
Posición labio superior	Forma del cuello
Posición extremo boca	Tamaño y separación de ojos
Ojos "mirando a"	Forma de la cara

Rotaciones, desplazamientos, escalados locales....

## Modelos de acción muscular:

Unidad de acción	Base muscular
Tirador extremo labio	Zygomatic Major (C)
Depresor labio inferior	Depresor Labii Inferioris (E)
Elevación barbilla	Mentalis (F)
Fruncir ceño	Corrugator (H)
Arrugar frente	Frontalis (J)
Guiños	Orbicularis Oculi (I)



## Modelos "físicos"

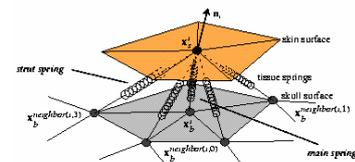
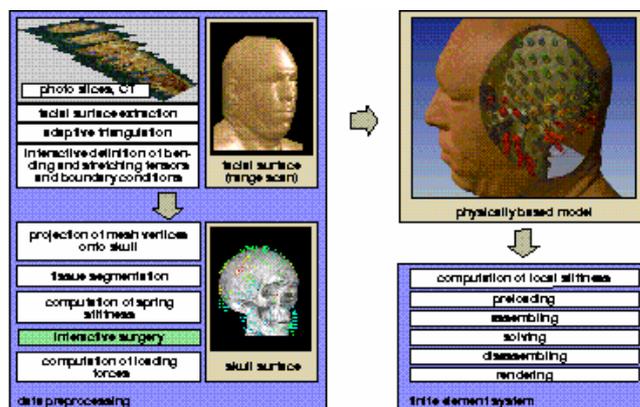
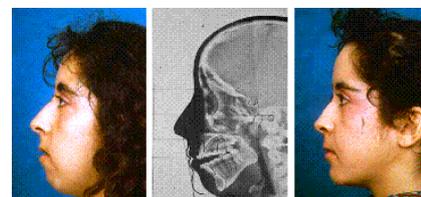


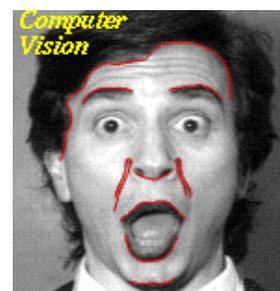
Figure 7: Spring mesh for soft tissue modeling.



Koch et al 96

## Modelos "actuados":

- Fotografía.
- Rotoscopia.
- Captura de movimientos.



Terzopoulos

## Sincronización: visemas



**M, P, B**



**N, L, T, D**



**F, V**



**Y, OY, YU, W  
UH, ER, R**



**IH, EY, EH,  
AH, AY, AW,  
AE, AN, H  
S, Z**



**AA, AO  
OW, UW, AX,**



**TH, DH**



**K, G**



**SH, ZH,  
CH, J**



**IY**

© GIGA

## Sincronización: visemas



A-H



A-I



E



O



U-W



B-M-P



C-D-S-Z



F



L



TH

© GIGA

- Vamos a romper (parte) del romanticismo: más del 50% de las animaciones cinematográficas utilizan en algún momento técnicas de **mocap**.
- Hay casos en que sólo se usa como "esqueleto" de la animación (p.e., si no puedes convencer a un extra de que se parta la espalda como en Titanic, o tienes problemas encontrando un reptil de 30 pisos de alto como en Godzilla, y que además actúe bien...)

### ¿Qué son?

- Conjunto de herramientas de software y dispositivos de hardware que permiten la captura de datos procedentes de un actor real.
- Tras un análisis posterior se convierten en datos integrables en el sistema 3D asociándolos al personaje que hayamos creado.



## ¿Para que se utilizan?

- Para capturar los movimientos de una persona determinada.
- Para obtener una gran cantidad de animación de forma rápida (3 s/2-20 m).
- Para sincronizar perfectamente el movimiento (baile/música, cara/voz...).
- Para que el director pueda dirigir al personaje.
- Para capturar los matices del personaje.

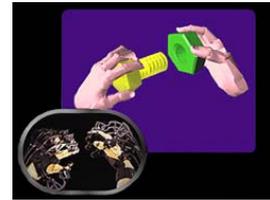


## ¿En que aplicaciones?

- Animación de personajes para TV, cine juegos o publicidad.
- Animación "en vivo" ("life performance animation").
- Análisis deportivo y médico (CAREN) :  
(<http://www.e-motek.com/medical/applications/index.htm>)
  - análisis biomecánico
  - medicina de rehabilitación.

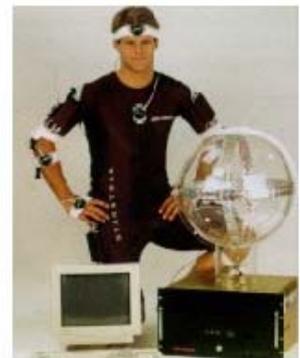


- Mocap: electromagnético vs. óptico (o ruido vs. oclusión).



## Sistemas Magnéticos

- Receptores electromagnéticos adheridos al cuerpo capaces de conocer su posición y orientación en el espacio respecto a una base fija que actúa de emisor
- El número de sensores puede llegar a 90
- La posición global y orientación de cada sensor se suele convertir en una jerarquía con una única posición y múltiples rotaciones
- Aplicaciones en tiempo real



## Sistemas Magnéticos

### Ventajas:

- Información 3D (pos/orient)
- Generación/Visualización del movimiento en tiempo real
- Más baratos
- Sin oclusiones ópticas
- Captura de varios actores simultáneos

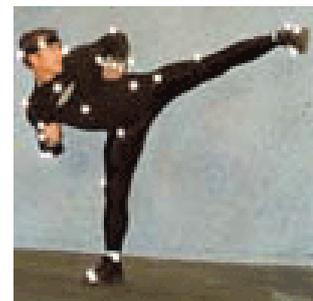


### Desventajas:

- Cableado
- Área de trabajo limitada
- Interferencias.
- Número de sensores limitado
- Frecuencias de muestreo no muy elevadas

## Sistemas Ópticos

- Parches reflectores en el actor (esferas)
- Conjunto de cámaras digitales controladas por un computador.
- El número de cámaras suele estar comprendido entre 4 y 32: para seguir un punto se necesitan dos vistas, el resto se utiliza para garantizar el seguimiento de todos los marcadores por al menos dos cámaras
- Calibrado de las cámaras con un objeto de dimensiones conocidas



## Sistemas Ópticos

Postprocesado de la información:

- Extracción de los marcadores en 2D
- Determinación de la posición 3D de cada uno de ellos a partir de al menos 2 posiciones 2D
- Seguimiento de cada marcador a lo largo de toda la escena.

El **fichero final** contiene la secuencia de las posiciones globales de todos los marcadores a lo largo del tiempo: no hay información rotacional ni jerarquías: postproceso para software de animación.

## Sistemas Ópticos

Ventajas:

- Datos de gran precisión
- Se pueden usar gran cantidad de marcadores
- Se puede obtener aproximaciones a posiciones internas combinando varios marcadores
- Sin cableado
- Alta frecuencia de muestreo
- Área de actuación amplia

Desventajas:

- Paso 2D  $\Rightarrow$  3D: postprocesado
- Oclusiones.
- Más caros.



Zidano motion capture - Madrid - Nov 2001 © CRYO. All rights reserved.



Zidano motion capture - Madrid - Nov 2001 © CRYO. All rights reserved.



Zidano motion capture - Madrid - Nov 2001 © CRYO. All rights reserved.



Zidano motion capture - Madrid - Nov 2001 © CRYO. All rights reserved.



## Sistemas Mecánicos

- Módulos rígidos conectados por articulaciones cuyas rotaciones son medidas mediante potenciómetros o sensores angulares.
- En realidad hay de dos tipos:
  - Armaduras para keyframing: el animador las coloca manualmente para generar cada uno de los planos clave de la animación.
  - Armaduras actuadas: captura en tiempo real del movimiento de un actor.



## Sistemas Mecánicos

### Ventajas:

- Ideales para animadores que se basan en posturas (incluida la gestión de varios personajes a la vez)
- Sencillo de adaptar a diferentes personajes
- Algunas de Bajo coste
- Datos disponibles de forma inmediata

### Desventajas:

- Datos locales
- Seguimiento casi exclusivo de articulaciones
- Incómodo
- Algunas de Coste Elevado

## Captura parcial

- Captura de partes del cuerpo:
- Captura facial mecánica y óptica
- "Guantes": Cyberglobe, DataGlove, PowerGlobe



**Alternativa:** compra de ficheros de movimiento  
(<http://www.charactermotion.com>)

## Captura facial

### Características:

- Marcadores retroreflectores en puntos estratégicos de la cara.
- Iluminación mediante infrarrojos.
- Cámara.



### Diferencias:

- Una única cámara (en la cabeza).
- Posiciones locales y bidimensionales.
- Tiempo real.



## Captura facial óptica

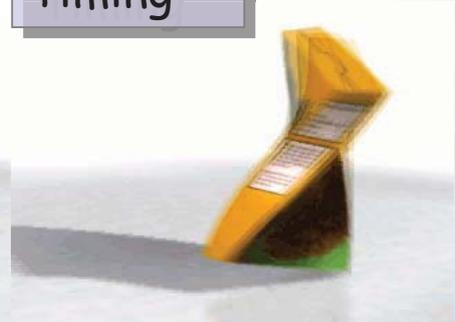


### Problemas:

- Oclusiones, reflejos.
- Incomodidad.
- Calibrado.
- Sincronización!



Posturas  
Timing



• **Animación antropomórfica** es el dar vida a objetos inanimados (La Alfombra de Aladdin)

• Si el objeto no tiene brazos, o cara ¿cómo le podemos atribuir personalidad?

• Los personajes de este estilo pueden ser de tipo estático (Luxo Jr.) o deformables (una loncha de queso)

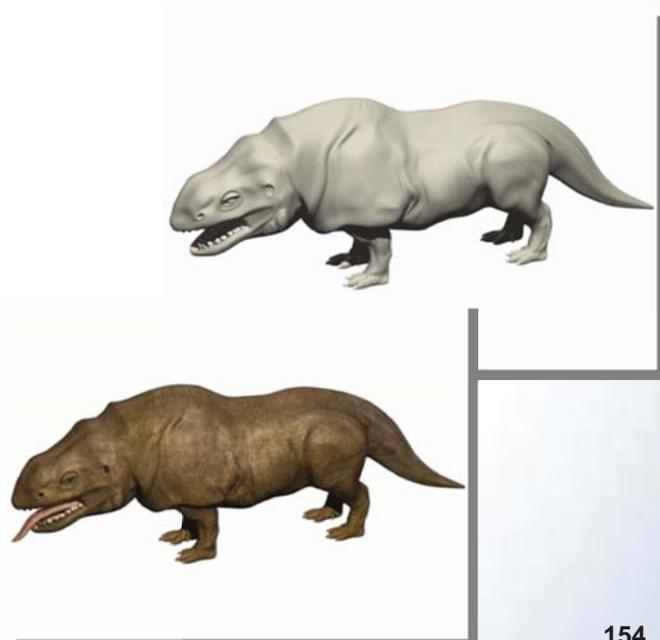
• Suele ayudar el asociar el personaje a un animal (una manguera puede ser una serpiente, una mesa un perro...), incluso asociar partes del personaje a partes de ese hipotético animal

• La ausencia de cara puede ser una ventaja



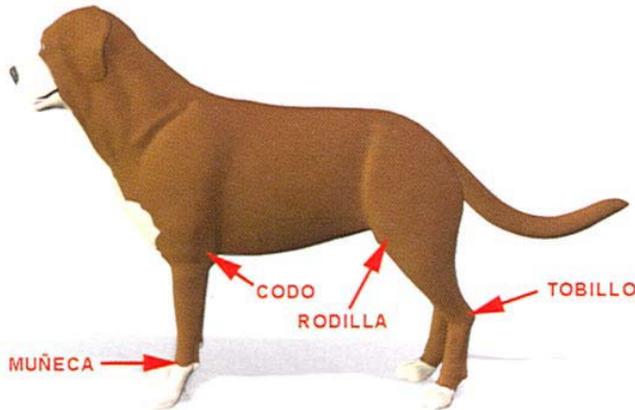


- Las principales diferencias se dan en la anatomía
  - Cuadrúpedos
  - Reptiles con patas
  - Reptiles sin patas
  - Insectos y Arañas



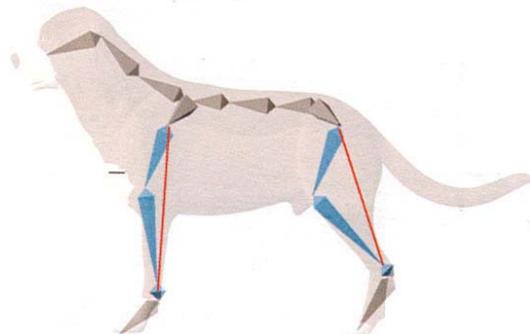
## Cuadrúpedos

- Los elementos anatómicos difieren de los humanos
- Ojo a los apoyos (dedos-uñas)
- Centro de gravedad distinto



## Cuadrúpedos

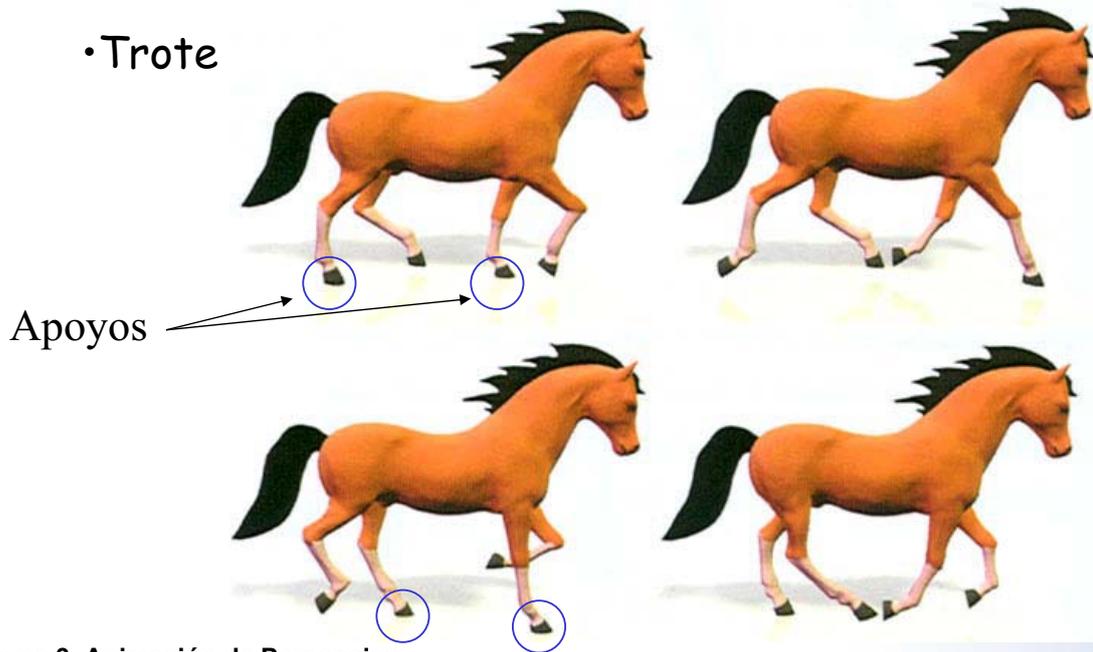
- Esquema del esqueleto
- Las extremidades delanteras rotan hacia atrás
- La cola con CI



## Cuadrúpedos

•Locomoción:

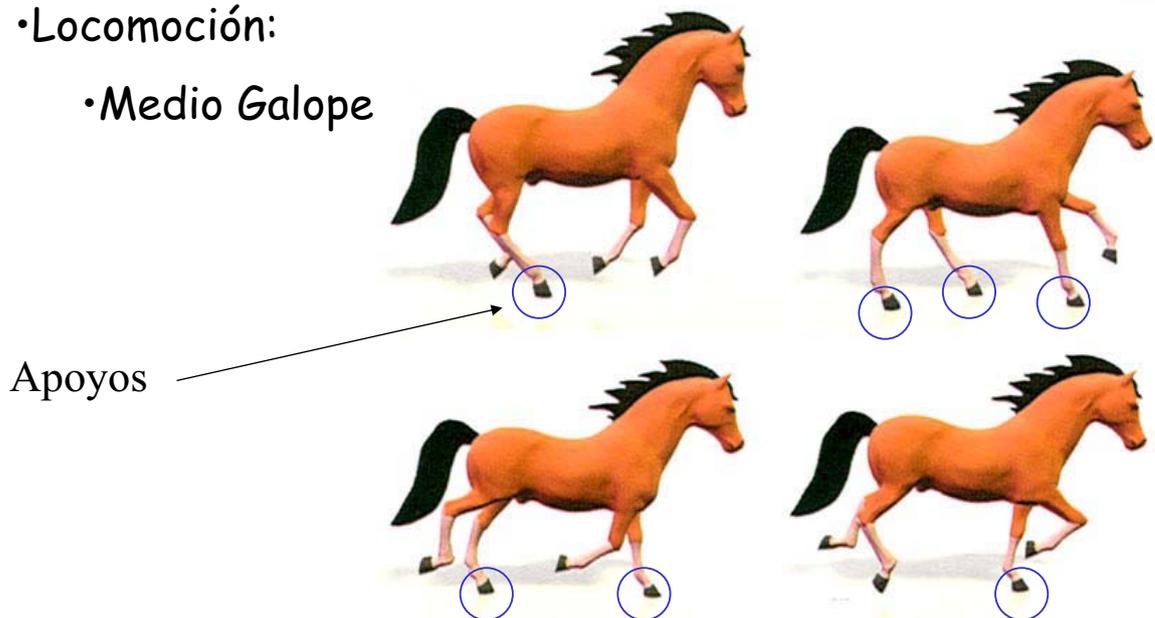
•Trote



## Cuadrúpedos

•Locomoción:

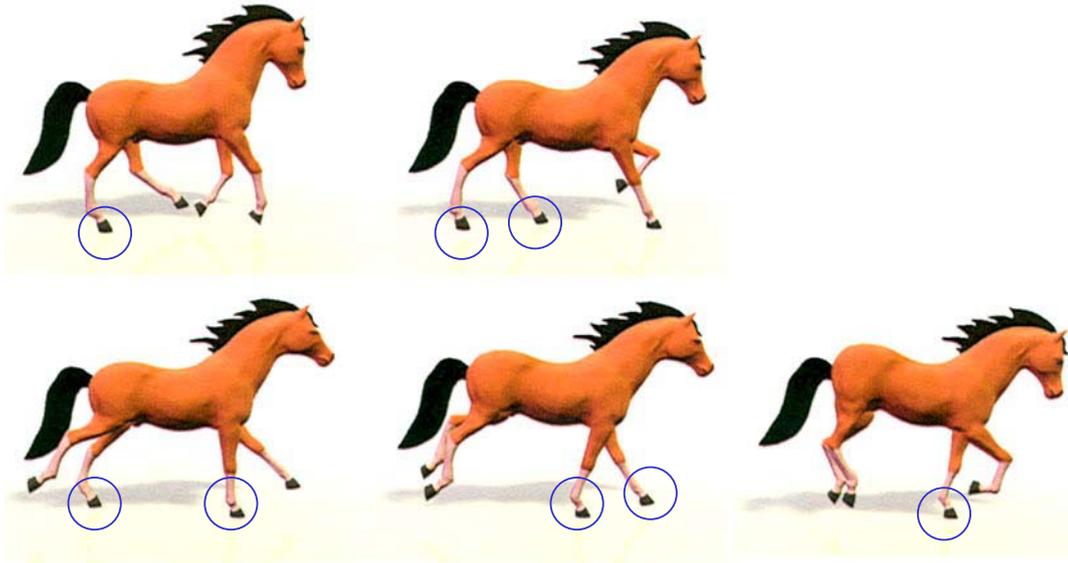
•Medio Galope



## Cuadrúpedos

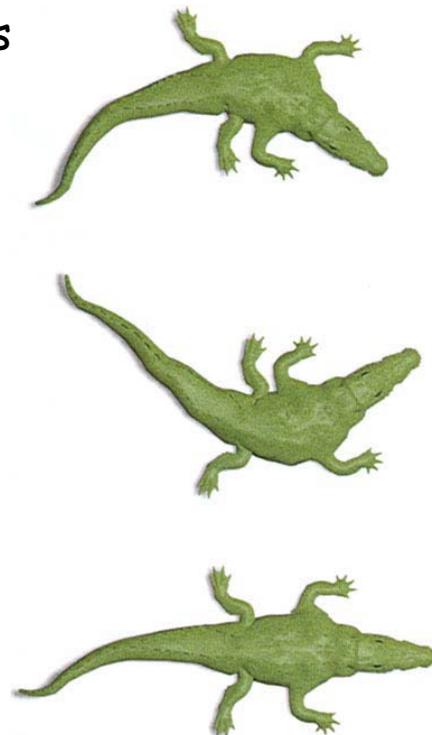
•Locomoción:

•Galope



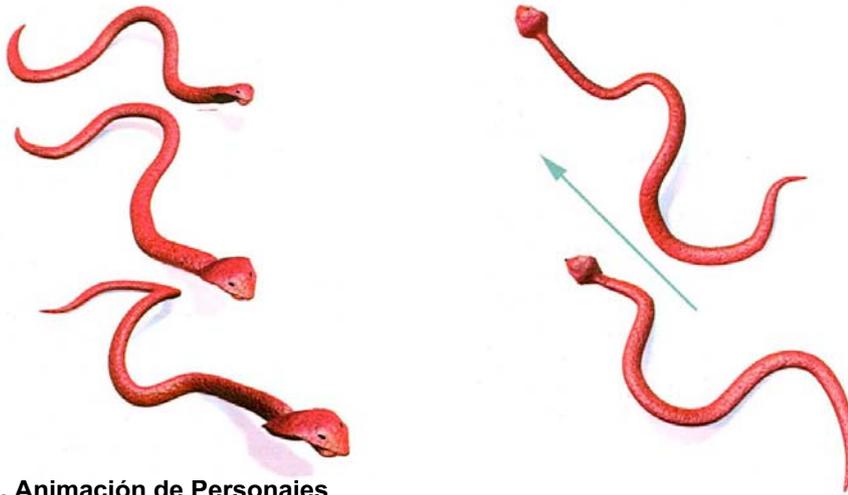
## Reptiles con patas

- Patas extendidas a los lados
- Columna muy flexible
- Algunos se levantan



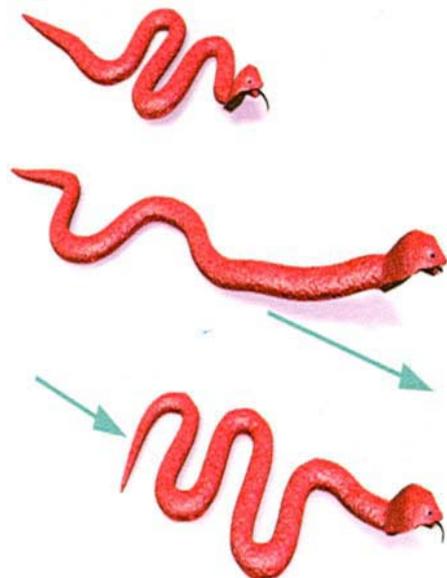
## Reptiles sin patas

- Serpenteo normal
- Serpenteo lateral (para superficies lisas o resbaladizas) → Movto. Diagonal



## Reptiles sin patas

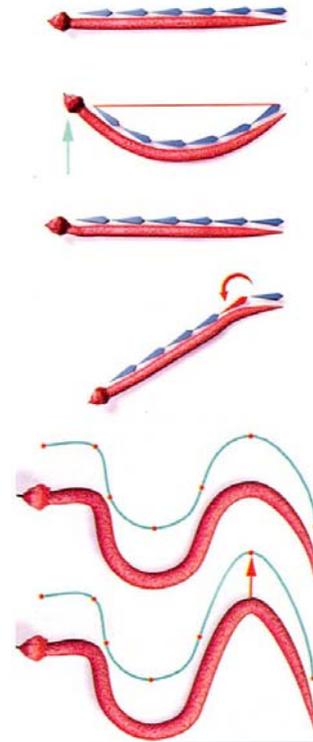
- Serpenteo Acordeón
- Rectilíneo (serpientes grandes)



## Reptiles sin patas

• Construcción de una serpiente:

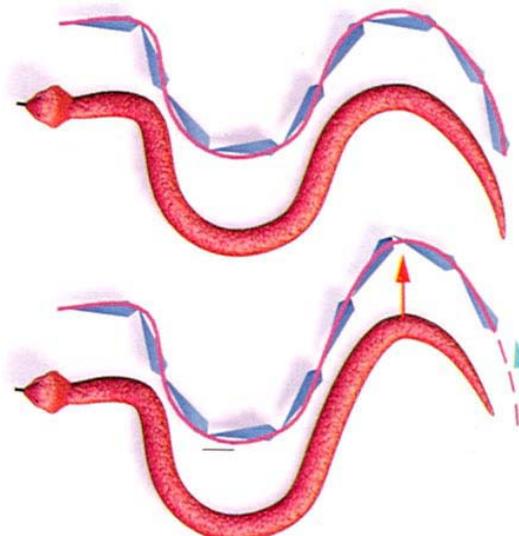
- Pbmás con cadenas de CI
- Costoso con CD
- No conserva volumen con spline de control



## Reptiles sin patas

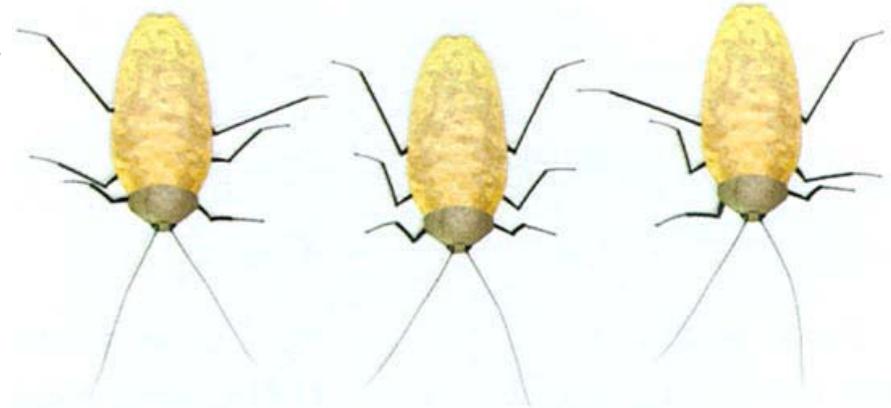
• Construcción de una serpiente:

- Lo mejor es con una spline CI (si hay)



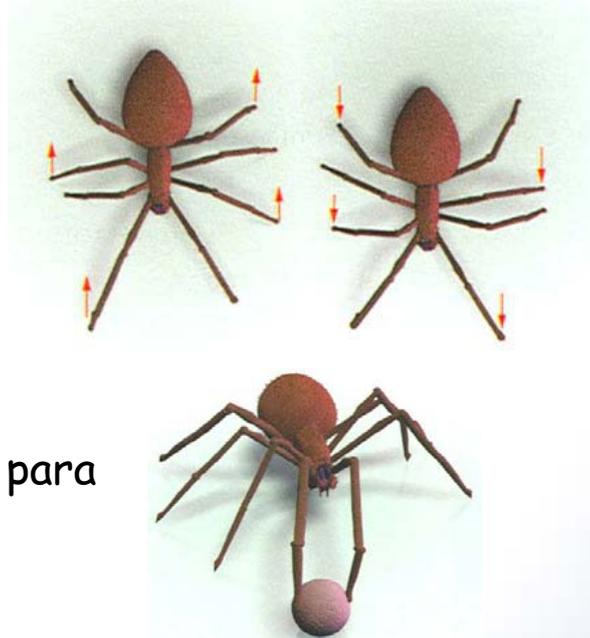
## Insectos y Arañas

- Insectos → 6 patas
- Cada pata una cadena CI (unidas al cuerpo por jerarquías)
- Las patas suspenden al cuerpo como un puente
- Secuencia de mvto:



## Insectos y Arañas

- Arañas → 8 patas
- Secuencia de mvto:



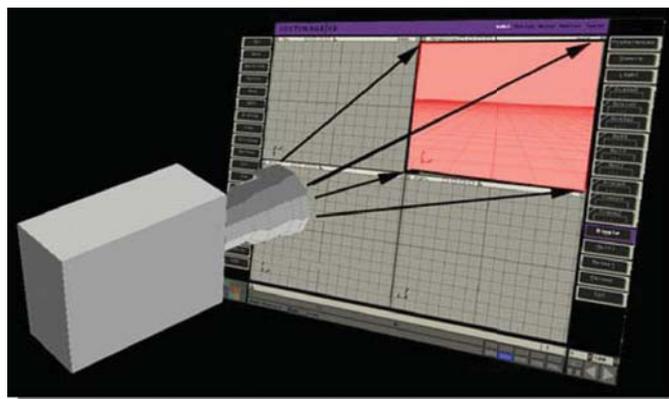
- Las arañas pueden utilizar el primer par para agarrar objetos

## Tema 4. Técnicas Avanzadas

1. Animación de cámara
2. Tejidos, roturas, pelo
3. Manipulación de objetos. Interacción
4. Animación de grupos

## Animación de cámara

• Los paquetes de animación modelan cámaras virtuales con mayor o menor similitud con las cámaras reales. De su correcta utilización depende en buena parte el éxito de una animación.



- Antes de empezar a animar los personajes es fundamental bloquear los mvts. De la cámara (Dar por aprobada la Animática)
  - Ahorra muchas cosa de la escena → Modelos, Luces, texturas, detalles, Animación,...
  - Pero sobre todo los personajes han de actuar para la cámara

### Tipos de Planos

- **Plano largo: Long shot** → Visión completa de la escena.
  - Para situar al espectador en la escena
  - Habitualmente la cámara no está en una posición humana
  - Transmite poca emoción
  - Las acciones sólo se intuyen



## Animación de cámara

### Tipos de Planos

• **Plano general: Full Shot** → Visión amplia de la escena, debe incluir los pies del personaje

- Añade mas detalles y emoción a la escena
- Permite apreciar las poses y gestos

• **Plano medio: Medium shot** → Visión intermedia (sale la mayor parte del cuerpo del personaje)

- **Alturas de corte convencionales:** Bajo las Axilas, bajo el tórax, bajo la cintura, a medio muslo y bajo las rodillas
- Permite apreciar las poses y gestos de las partes que se ven con mayor detalle



## Animación de cámara

### Tipos de Planos

• **Plano corto: Close Shot** → Centrado en la cabeza y parte superior del tronco

- El fondo no distrae
- Las emociones son fuertes

• **Plano corto específico: Specific Close Shot** → Centrado en un detalle (cabeza, mano, objetos,...)

- Distancia íntima
- El fondo se obvia

## Tipos de Planos

- **Plano extremadamente corto: Extreme close shot** → Visión parcial de un detalle (ojos, parte de un objeto,...)
  - Para obligar a fijarse en algo
  - Puede ser muy emocionante o abrumador, pero en cualquier caso debe ser breve
  - Manejar con cuidado

## Movimientos de Cámara

- **Panorámica: Pan** → Giro sobre 'y' (horizontal)
- **Inclinación: Tilt** → Giro sobre 'x' (vertical)
- **Acercamiento: Dolly** → La cámara se acerca
- **Seguimiento: Tracking** → La cámara sigue a algo
- **Zoom** → La escena se agranda (el angular disminuye)
- **Rack Focus** → Es una mezcla de Dolly y zoom que hace que el sujeto principal mantenga su tamaño, produciendo un efecto muy dramático
- **Cortes: Cuts** → Es cuando cambiamos de cámara en una misma escena, hay que procurar mantener la continuidad para no despistar al espectador

- Regla de oro: **la cámara no debe hacerse notar. Hazlo sencillo.**
- La posición de la cámara en una escena transmite ambiente: ladeada -> tensión; tilt -> superioridad o inferioridad...
- Síndrome de la **Cámara de Dios.**
- La cámara debe participar en la escena (personajes ahogándose en Titanic...).
- Utilizar fades y cuts. No mover la cámara constantemente.

### Tensión- Calma



## Aumentar



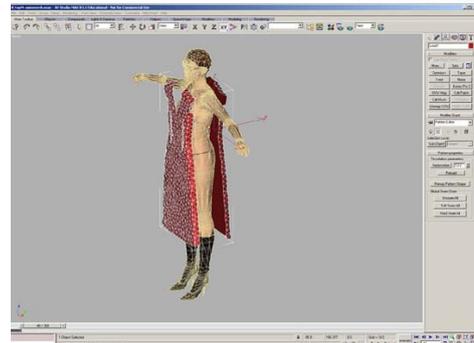
## Animación de Tejidos

- Los objetos **flexibles** son inherentemente más complejos de modelar
- Surgen dos tipos de problemas:
  - Animación sin tener en cuenta colisiones
  - Animación teniendo en cuenta colisiones (de la ropa consigo misma y con el cuerpo)

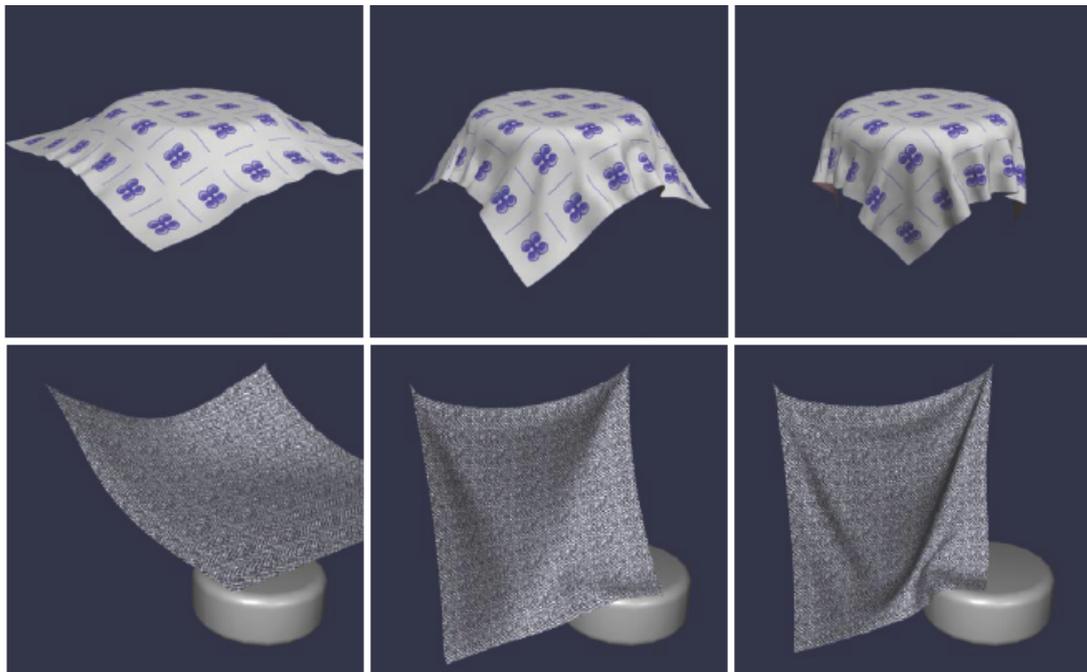


## Animación de Tejidos

- La animación de ropas no sólo interesa en el campo de la Informática Gráfica sino también a la **industria textil y de la moda**.
- La industria textil se ha concentrado especialmente en estudiar las **propiedades mecánicas** de los tejidos. Pero la ropa "se lleva" y el cálculo de las formas basado en propiedades mecánicas es muy "**caro**" computacionalmente.



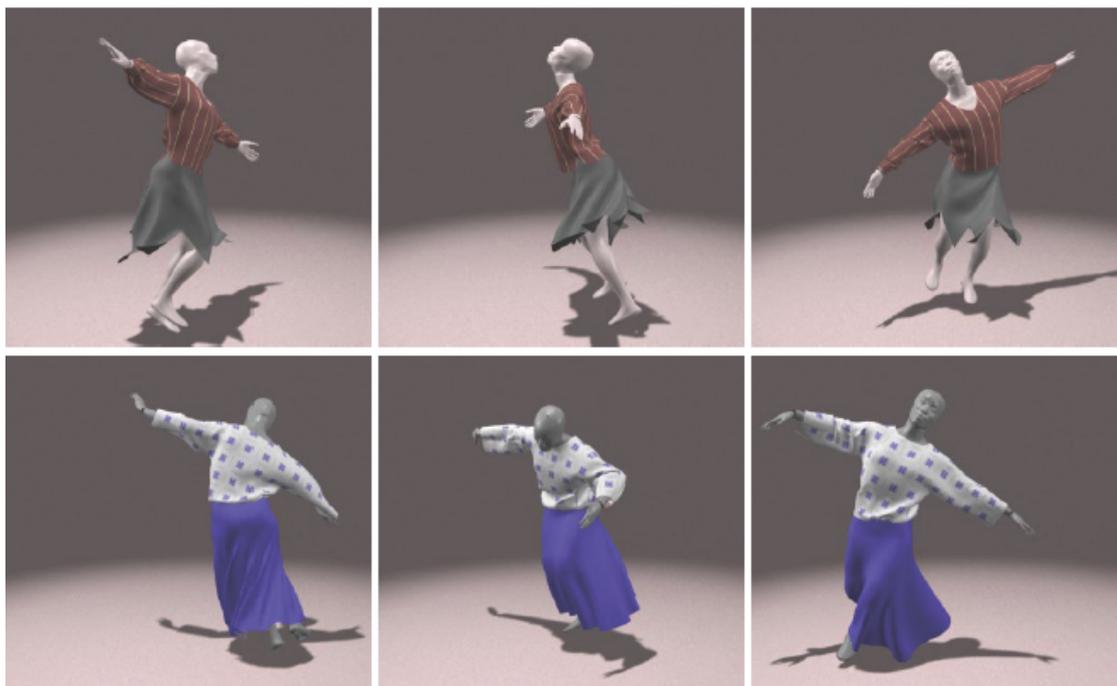
## Animación de Tejidos



## Animación de Tejidos

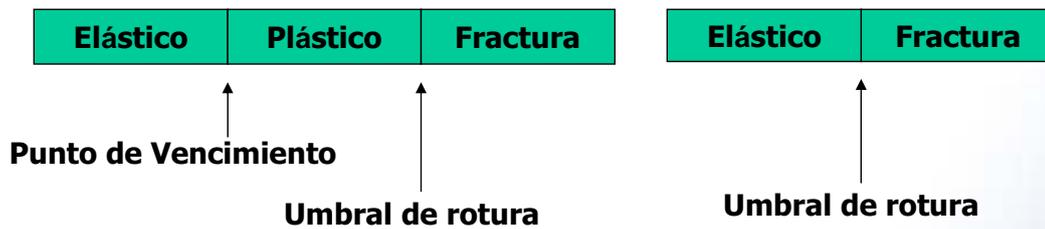


## Animación de Tejidos

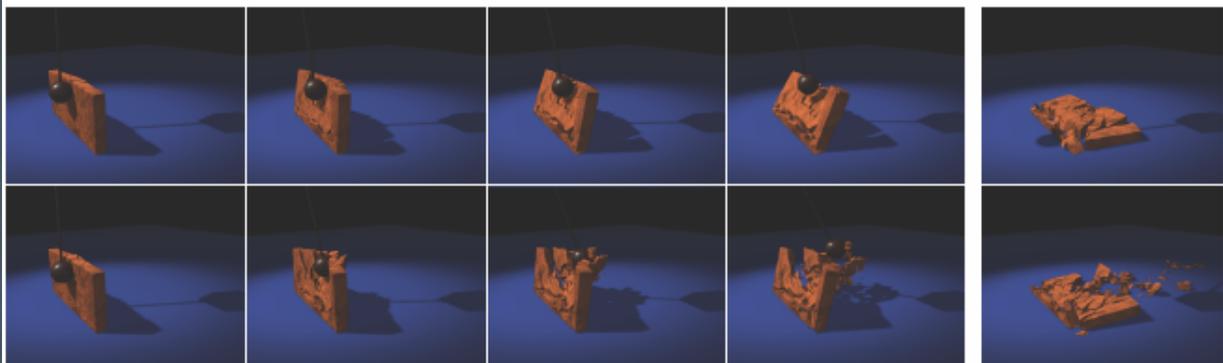


## Roturas

- Se llevan a cabo mediante simulaciones físicas muy costosas. Todavía está en Investigación
- Deformaciones Elásticas → Vuelve a la forma Original
- Deformaciones Plásticas → No vuelve a la forma Original
- Dúctil vs Frágil

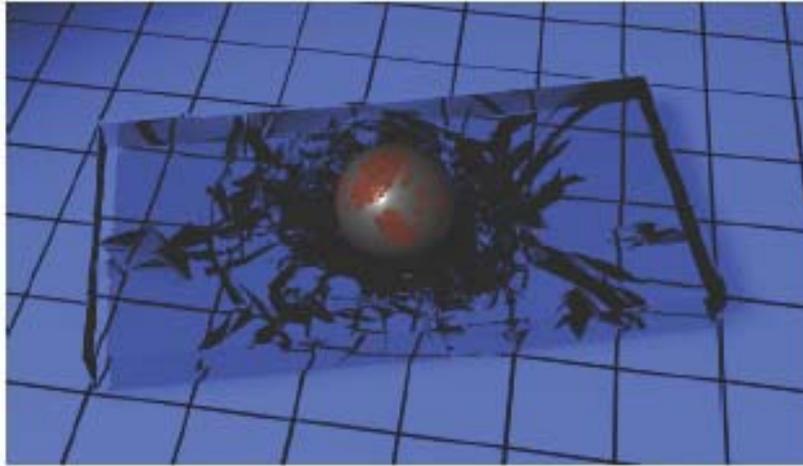


## Roturas



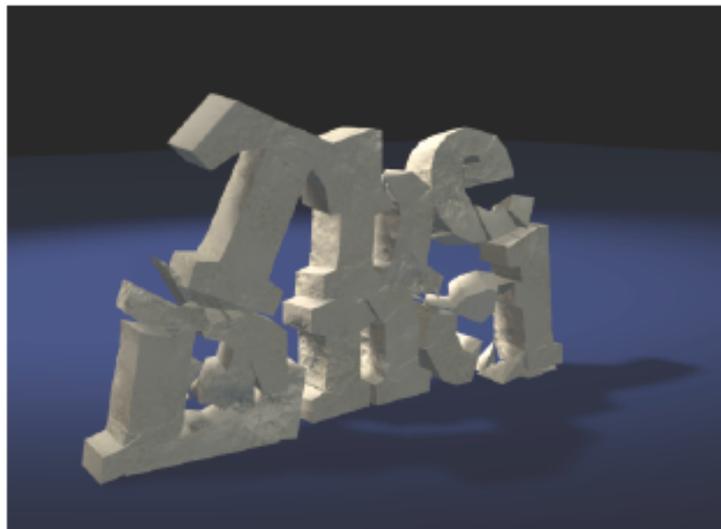
Las paredes están sujetas al suelo  
 La bola en la segunda fila es 50 veces más pesada que en la primera.

## Roturas



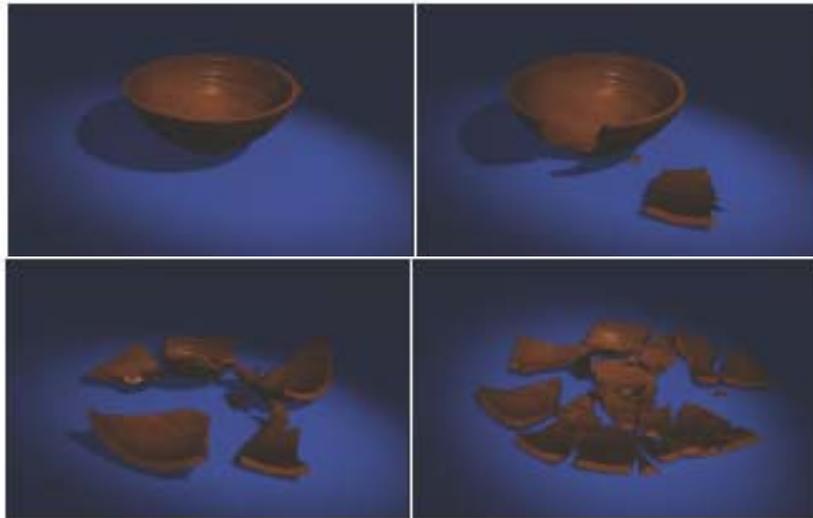
Simulación de un bloque de cristal roto por una bola

## Roturas



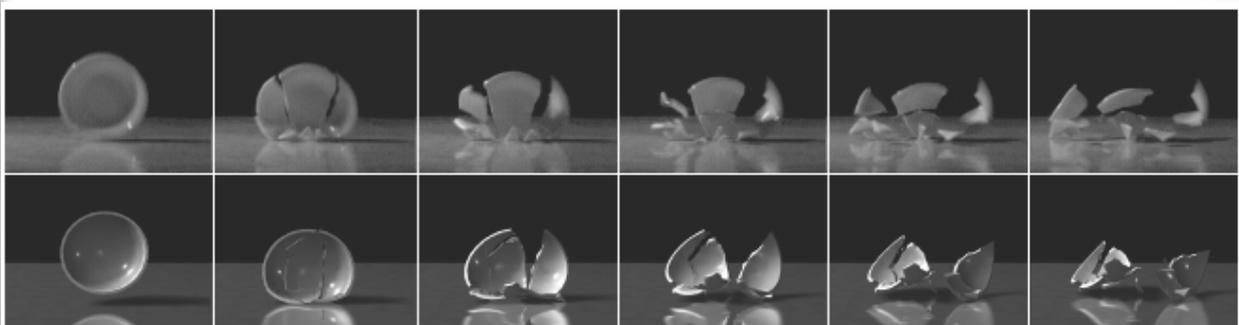
Caída de varios objetos frágiles

## Roturas



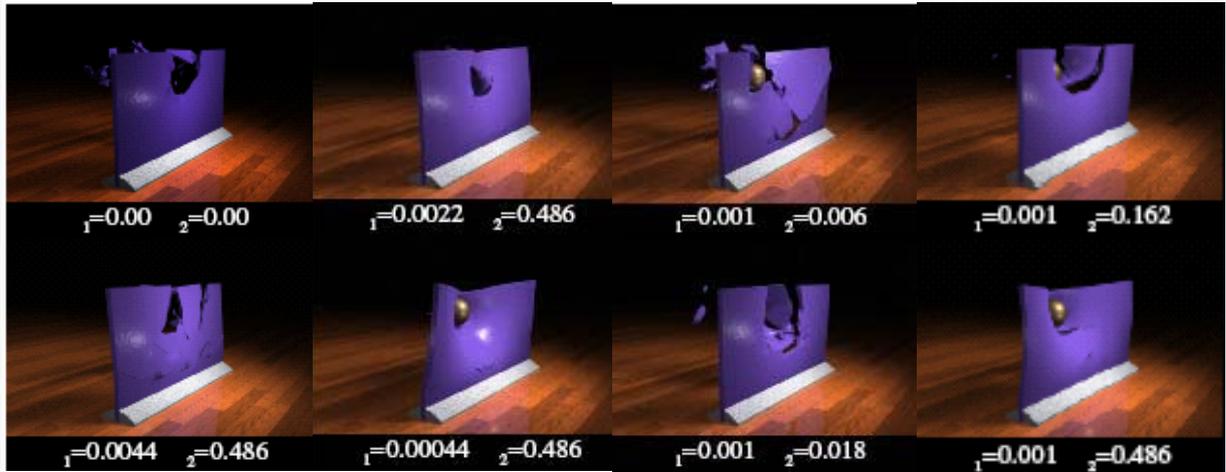
Tazas de diferentes durezas cayendo desde la misma altura

## Roturas



Comparación de una simulación con la realidad

## Roturas



1: Punto de vencimiento (límite Elástico)

2: Umbral de rotura (Límite Plástico)

## Roturas



Comparación con la realidad

## Pelo

Proceso de "peinado"



## Pelo

Diferentes Estilos



## Pelo



Efecto de viento



## Pelo

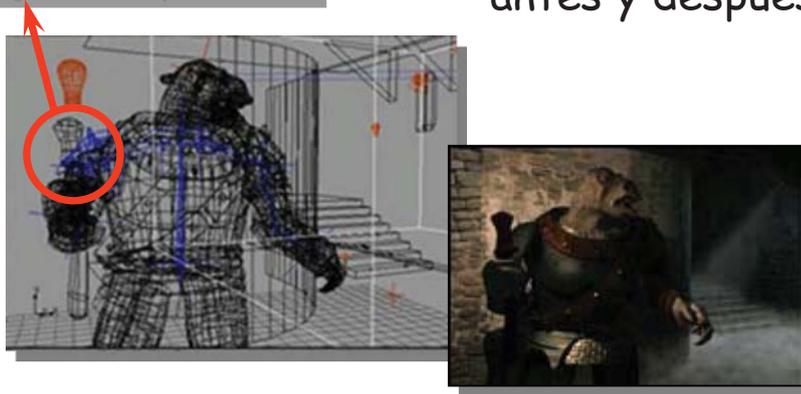
Detección de Colisiones



## Cogiendo Objetos

- Podemos crear y destruir jerarquías durante la animación, animar por grupos, cortar planos...
- ...aunque es más interesante crear dos objetos y dar visibilidad a uno o a otro antes y después de cogerlo

Objeto duplicado



# Animación de grupos

## Aproximaciones

Animación	Miembros	Inteligencia	Física	Colisiones	Control
Sistemas de partículas	Muchos	Ninguna	Sí	Detección y respuesta	Campos de fuerzas
Bandadas	Algunos	Alguna	Algo	Se evitan	Tendenc. globales
Comportamiento	Pocos	Alta	No	Se evitan	Reglas

## Sistemas de Partículas

- Colección que tomada en conjunto representa un objeto difuso ("fuzzy"): cascadas, explosiones, fuego...



## Sistemas de Partículas

- Atributos de las partículas:
  - Posición.
  - Velocidad.
  - Forma y tamaño.
  - Transparencia y color.
  - Vida media.
- Animación de las partículas:
  - Gravedad.
  - Campos de fuerzas.
- Simplificaciones:
  - Las partículas no colisionan.
  - Las partículas no producen sombras.
  - Las partículas no reflejan la luz.



## Sistemas de Partículas

- Cada fotograma se procesa en cinco pasos:
  - Inyección de nuevas partículas.
  - Asignación de atributos a las nuevas partículas.
  - Eliminación de la partículas que han excedido la vida media.
  - Movimiento de la partículas según los procedimientos de control.
  - Renderizado.

## Bandadas

- Número medio de miembros.
- Conjunto de reglas muy sencillas que operan localmente.
- Inteligencia limitada.
- Física (gravedad, evitado de colisiones, arrastre...).
- Tendencias que caracterizan el comportamiento gregario:
  - Tendencia a la concentración.
  - Evitado de colisiones.
  - Adaptación de velocidades.



Reynolds

## Bandadas

- Cada miembro posee un área de percepción limitada:
  - Conciencia de uno mismo y de dos/tres vecinos.
  - Conciencia de lo que hay enfrente; campo de visión limitado.
  - Tendencia migratoria por defecto.
  - Pesar la influencia con leyes de la distancia al cuadrado o al cubo.
  - No seguir a ningún líder.
  - No tener conocimiento de la posición del centro del grupo.



## Bibliografía

**Creación digital de personajes animados**  
Maestri G.  
Anaya Multimedia (2000)

**Computer Animation, Algorithms and Techniques**  
Rick Parent  
Morgan Kaufmann Publishers (2002)

**Advanced Animation and Rendering Techniques: Theory and Practice**  
A. Watt, M. Watt  
Addison Wesley (1992)

**Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games**  
A. Menache  
Morgan Kaufmann Publishers (1999)