

# Introducción

---

Katia Leal Algara

Web: <http://gsyc.urjc.es/~katia/>

Email: [katia.leal@urjc.es](mailto:katia.leal@urjc.es)

Dept. Teoría de la Señal y Comunicaciones y Sistemas Telemáticos y Computación (GSyC)  
Escuela Superior De Ingeniería De Telecomunicación (ETSIT)  
Universidad Rey Juan Carlos (URJC)



# Gráficos por ordenador

- **La computación gráfica o gráficos por ordenador** es el campo de la informática donde se utilizan ordenadores:
  - Para generar imágenes visuales sintéticamente.
  - Para integrar o cambiar la información visual y espacial del mundo real.

# Áreas de los gráficos por ordenador

- Interpretado/**Renderizado 3D** en tiempo real (videojuegos).
- **Animación por computadora.**
- Captura de vídeo y creación de vídeo interpretado/renderizado.
- Edición de efectos especiales (películas y televisión).
- Edición de imagen.
- **Modelado por computadora** (ingeniería, arquitectura, medicina).

# Renderizado 3D

- **Renderización** (del inglés *render*) término informático para referirse al proceso de generar una imagen o vídeo mediante el cálculo de la iluminación partiendo de un modelo en 3D.

# Renderizado 3D

- El objetivo es generar en un espacio 3D formado por estructuras poligonales una *simulación realista* del comportamiento de **luces, texturas y materiales** (agua, madera, metal, plástico, tejidos, etcétera), pero también de los comportamientos **físicos** (animación).
  - Es el caso de la simulación de colisiones y fluidos, simulando ambientes y estructuras físicas verosímiles.

# Renderizado 3D

- **El motor de renderizado** realiza cálculos complejos:
  - Radiosidad.
  - *Raytrace* (trazador de rayos).
  - Canal alfa.
  - Reflexión.
  - Refracción.
  - Iluminación global (GI).
- Esto permite que la simulación de condiciones físicas y lumínicas sea lo suficientemente realista.
- Se trata de programas de una gran complejidad de uso con una curva de aprendizaje muy alta, ya que no son intuitivos ni automatizados, requiriendo una gran pericia para llegar a resultados óptimos.

# Animación por computadora

- La **animación por computadora** (también conocida como animación digital, animación informática o animación por ordenador) es la técnica que consiste en crear imágenes en movimiento mediante el uso de una computadora.
- Cada vez más, los gráficos creados son en 3D, aunque los gráficos en **2D** todavía se siguen usando para conexiones lentas y aplicaciones en tiempo real que necesitan renderizar rápido.
- Los diseños se elaboran con la ayuda de programas de diseño, modelado y por último renderizado.

# Animación por computadora

- En animaciones 3D, los objetos se modelan en la computadora (modelado) y las figuras 3D se unen con un esqueleto virtual (huesos).
  - Se **modela** el cuerpo, ojos, boca, etc. del personaje y después se **anima** con controladores de animación. Finalmente, se **renderiza** la animación.
- Normalmente, un *animador* crea una versión simplificada de la anatomía de un personaje.
- Una animación más realista sería la captura de movimiento (*motion capture*), en la que:
  - Un actor viste un traje especial, provisto de sensores, siendo sus movimientos captados por una computadora y posteriormente incorporados en el personaje.



# Animación por computadora

- Para animaciones 3D, los fotogramas deben ser renderizados después de que el modelo es completado.
- Para animaciones grabadas, los fotogramas son convertidos a un formato diferente o a un medio como una película o video digital.
- Los fotogramas pueden ser renderizados en tiempo real, mientras estos son presentados al usuario final.
- Las animaciones para transmitir vía Internet en anchos de banda limitados (ejem. 2D Flash, X3D) utilizan programas en el ordenador del usuario final para renderizar en tiempo real la animación como una alternativa para la transmisión y para animaciones precargadas para enlaces de alta velocidad.

# Animación por computadora

- Ejemplo sencillo de animación:
  - Se elige un fondo de pantalla negro.
  - Se dibuja un objeto en la parte derecha de la pantalla.
  - El siguiente paso es volver a poner negra la pantalla y colocar el objeto en una posición ligeramente a la izquierda de la posición original.
  - Este proceso se repite moviendo el objeto un poco más a la izquierda cada vez.
  - Si este proceso es repetido lo suficientemente rápido, parecerá que el objeto se mueve suavemente hacia la izquierda.
  - Este procedimiento básico es utilizado para todas las animaciones creadas en películas y televisión.
- Transformaciones más complejas de las propiedades de un objeto como el tamaño, forma, efectos de luz o color, etc, requieren de cálculos y renderizado por medio de la computadora en lugar de un sencillo procedimiento de duplicar o redibujar imágenes.



Nota: The original uploader was Frecklefoot de Wikipedia en inglés Later versions were uploaded by IMeowbot at en.wikipedia. - Photo of toy goat taken, and animated GIF made, by iMeowbot.Originally from en.wikipedia; description page is/was here., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1854454>

# Animación por computadora

- Para engañar al ojo y al cerebro, las imágenes deben ser mostradas a una velocidad de al menos 12 imágenes por segundo.
- Con velocidades superiores a 70 imágenes por segundo, no se notará una mejoría en el realismo de la imagen.
- A velocidades inferiores a 12 imágenes por segundo, la mayoría de las personas podrán detectar un parpadeo en el momento en que se muestre la secuencia de imágenes y disminuirá la ilusión de un movimiento realista.
- Animaciones convencionales realizadas a mano, normalmente utilizan 15 imágenes por segundo con el objetivo de disminuir la cantidad de dibujo que se requiere, pero esto es normalmente aceptado debido a la naturaleza de los dibujos animados.
- Las películas que se exhiben en los cines, corren a 24 imágenes por segundo, que es suficiente para crear esta ilusión de movimiento continuo.

# Modelado por computadora

- El **modelado 3D** es el proceso de desarrollo de una representación matemática de cualquier objeto tridimensional a través de un software especializado.
- Al producto se le llama **modelo 3D**. Se puede visualizar como una imagen bidimensional mediante *renderizado 3D* o utilizar en una simulación por computadora de fenómenos físicos.
- El modelo también se puede crear físicamente usando dispositivos de impresión 3D.

# Modelos 3D

- Los modelos 3D representan un objeto tridimensional usando una colección de puntos en el espacio dentro de un espacio 3D, conectados por varias entidades geométricas tales como triángulos, líneas, superficies curvas, etc.
- Siendo una colección de datos (puntos y otro tipo de información), los modelos 3D pueden ser hechos a mano, a través de algoritmos o bien escaneados.

# Modelos 3D

- La *industria médica* usa modelos 3D detallados de órganos.
- La *industria del cine* utiliza modelos como personajes y objetos para la animación.
- La *industria de los videojuegos* los utiliza como recurso para videojuegos.
- El *sector científico* los utiliza como modelos altamente detallados de componentes químicos.
- En *arquitectura* se utilizan para demostrar las propuestas de edificios.
- En *ingeniería* se usan para diseños de nuevos artefactos, vehículos y estructuras.
- En décadas recientes se han empezado a construir modelos geológicos 3D como una práctica estándar.
- Los modelos 3D también pueden ser la base para los aparatos físicos que son contruidos con impresoras 3D.

# Aplicaciones Gráficas : Cine



Pixar: Monster's Inc.



Square: Final Fantasy

# Aplicaciones Gráficas: Cine





# Aplicaciones Gráficas: Cine

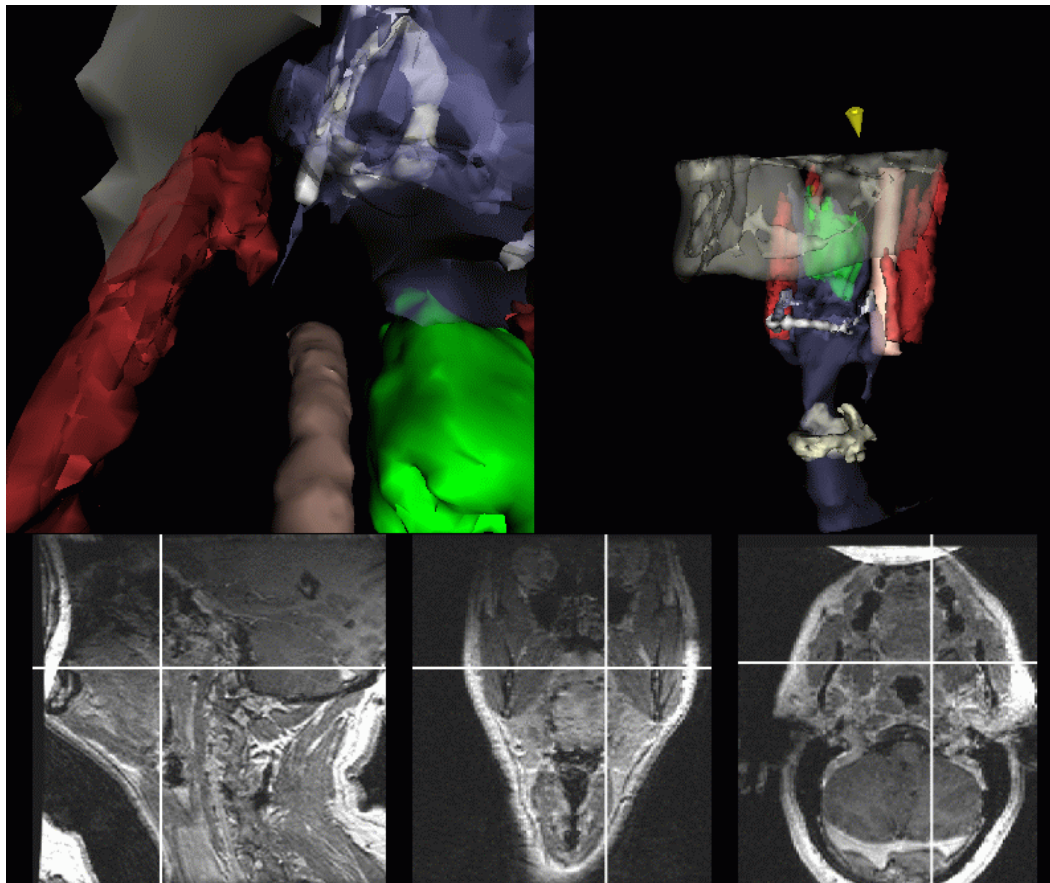


# Aplicaciones Gráficas: Cine

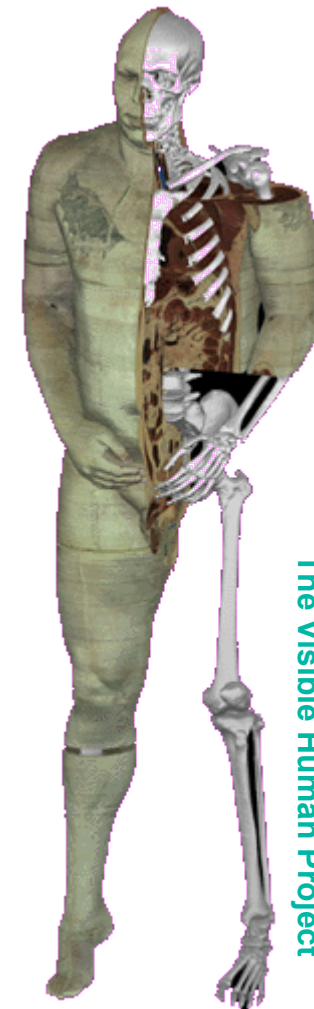




# Aplicaciones Gráficas: Medicina

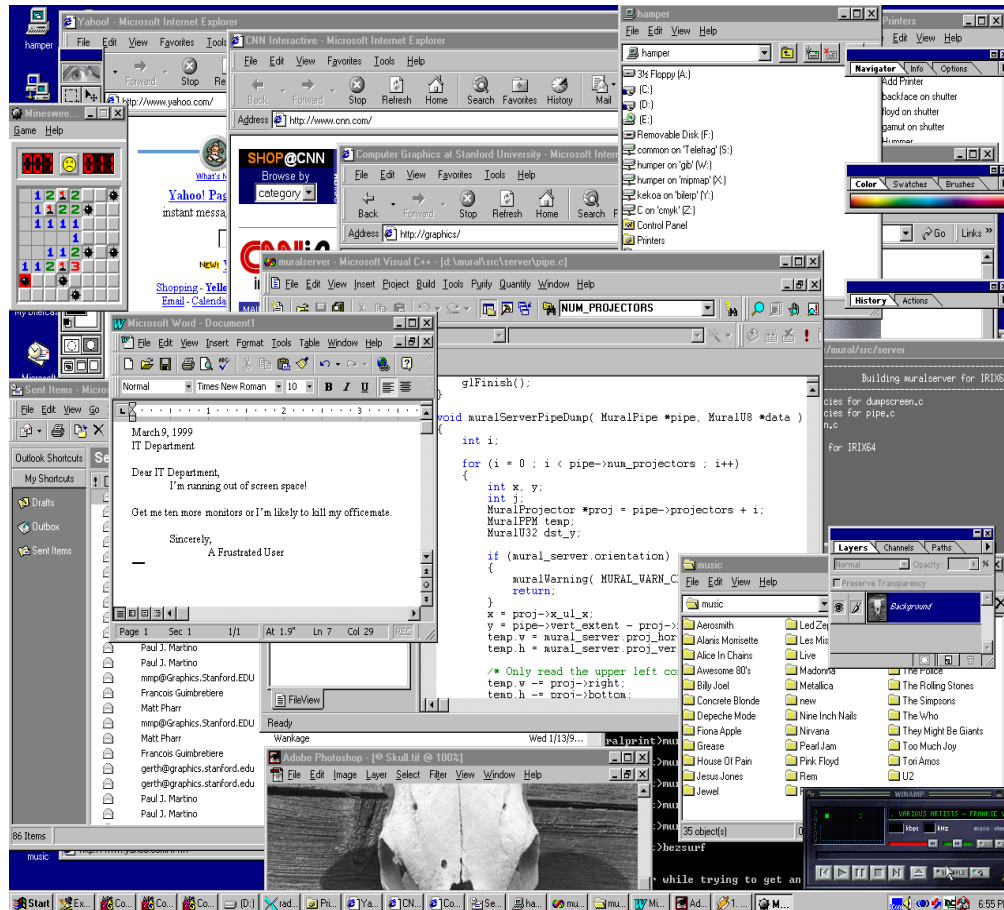


MIT: Image-Guided Surgery Project



The Visible Human Project

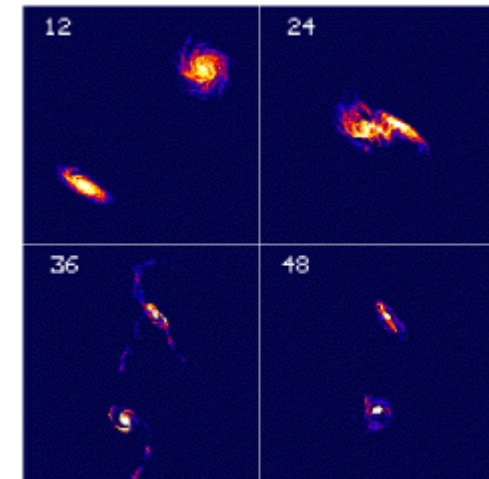
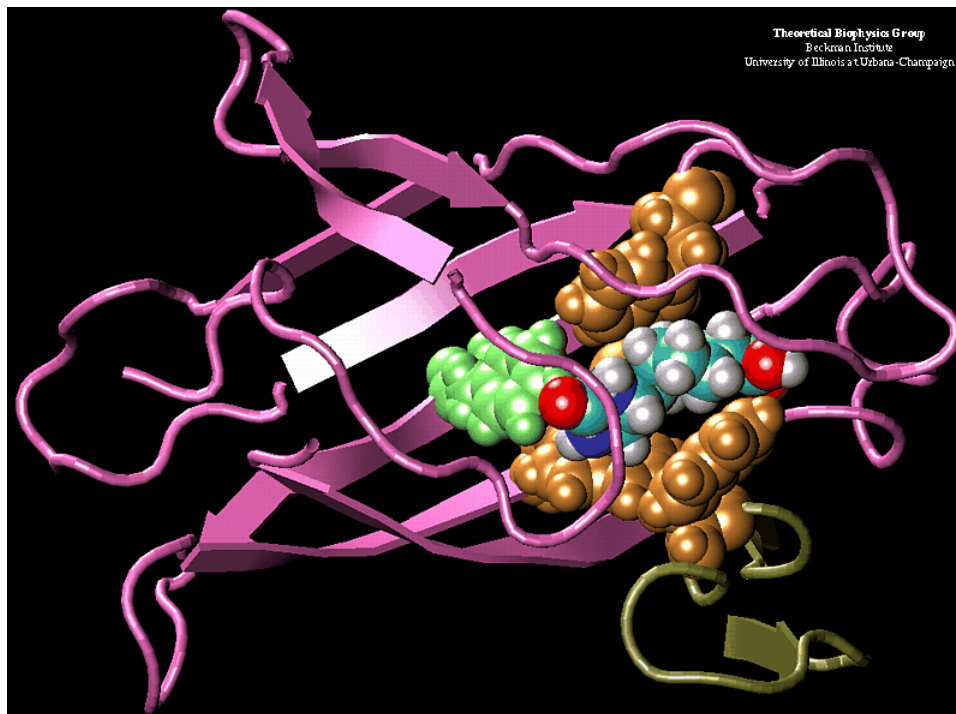
# Aplicaciones Gráficas: IU



# Aplicaciones Gráficas: IU

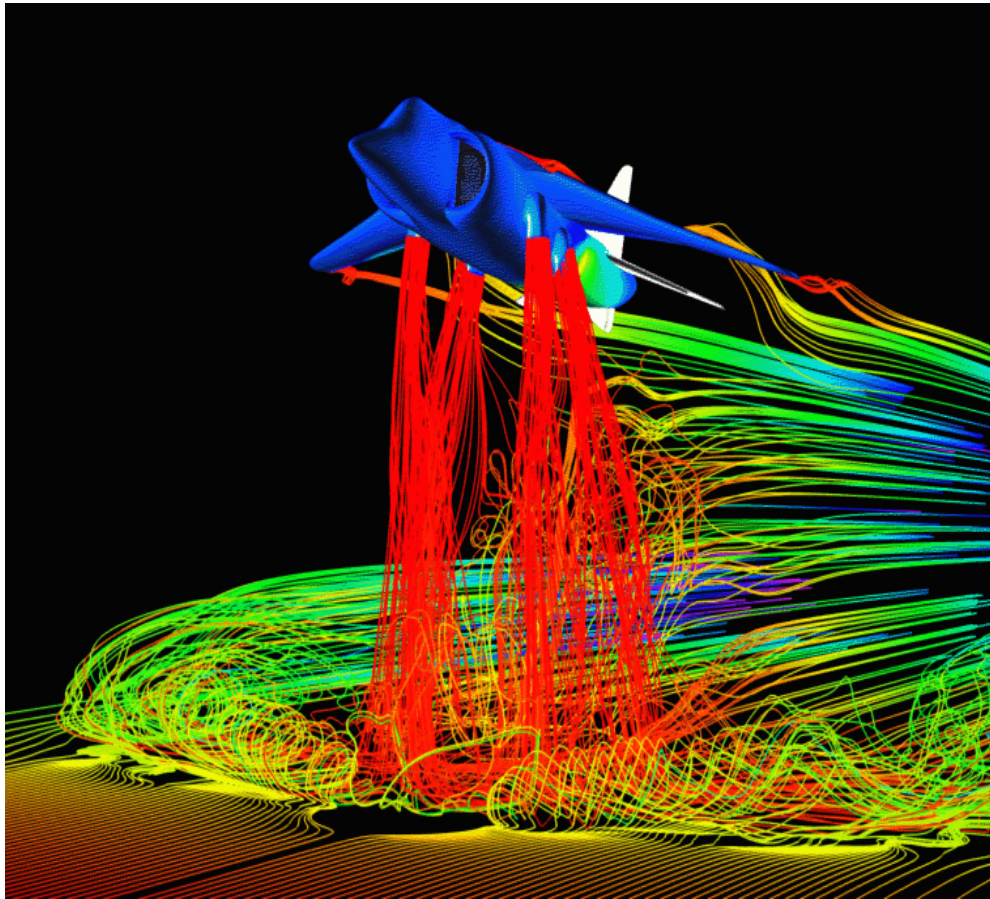


# Aplicaciones Gráficas: Simulación

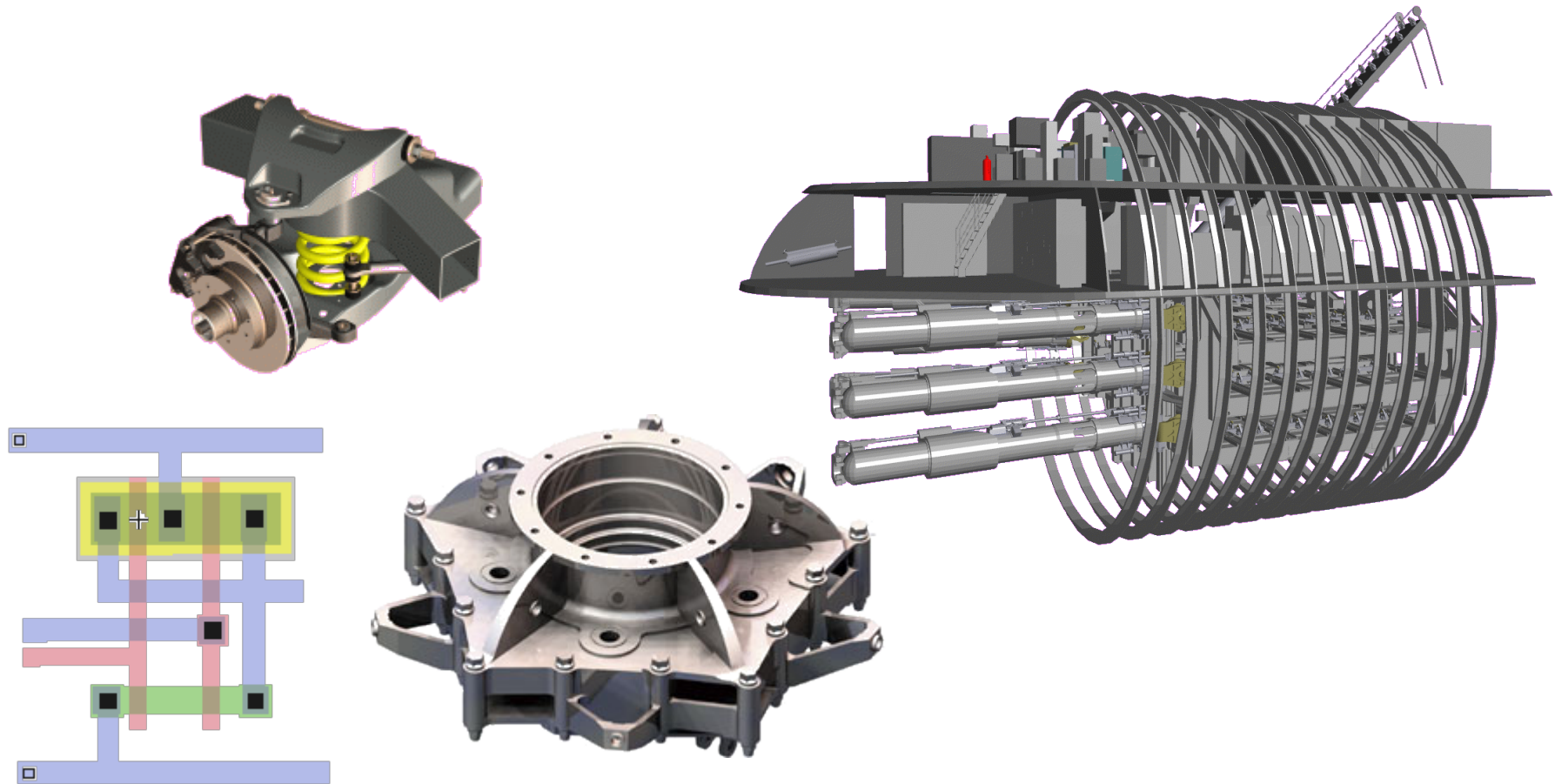




# Aplicaciones Gráficas: Ingeniería

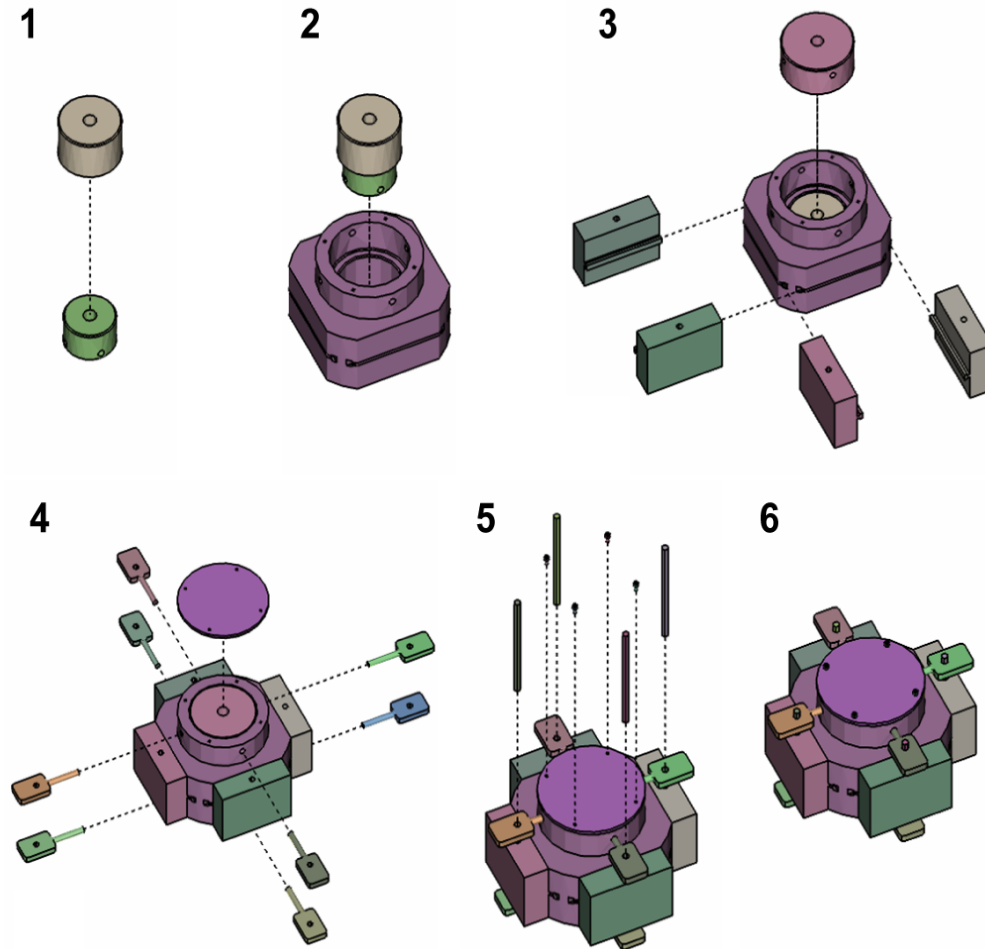


# Aplicaciones Gráficas: Diseño





# Aplicaciones Gráficas: Formación



# Aplicaciones Gráficas: Juegos





# Aplicaciones Gráficas: Juegos





# Aplicaciones Gráficas: Juegos



# Modelos 3D

- **Sólidos:** estos modelos definen el volumen del objeto que representan (como una roca). Son más realistas, pero más difíciles de construir. Los modelos se usan mayoritariamente para simulaciones no visuales, como en medicina e ingeniería.
- **Carcasa/contorno:** estos modelos representan la superficie, el contorno del objeto, no su volumen (como un cascarón vacío). Es más fácil trabajar con ellos que con modelos sólidos. Casi todos los modelos visuales usados en juegos y películas son modelos carcasa.

# Proceso de modelado

Hay 3 formas populares de representar un modelo:

1. **Modelado Poligonal:** son puntos en un espacio 3D, llamados vértices, están conectados para formar un ***polygonal mesh***.
  - La gran mayoría de los modelos 3D hoy en día están contruidos como modelos de textura poligonal, porque son flexibles y porque las computadoras pueden renderizarlos muy rápido.
  - Sin embargo, los polígonos son planos y solamente se pueden aproximar a superficies curvas usando varios polígonos.

# Proceso de modelado

- 2. Modelado de curvas:** las superficies están definidas por curvas.
- 3. Escultura digital:** aunque todavía es un método bastante nuevo para modelar (2015), la escultura digital en 3D se ha vuelto muy popular en sus pocos años de existencia. Actualmente hay 3 tipos de esculpido digital.



# Gráficos 2D

- El primer avance en la computación gráfica fue la utilización del *tubo de rayos catódicos*.

Hay dos aproximaciones a los gráficos 2d:

- El **vector** almacena datos geométricos precisos, topología y estilo como posiciones de coordenada de puntos, las uniones entre puntos (para formar líneas o trayectorias) y el color, el grosor y posible relleno de las formas. La mayor parte de los sistemas de vectores gráficos también pueden usar primitivas geométricas de formas estándar como círculos, rectángulos, etc.
- En la mayor parte de casos, una imagen de vectores tiene que ser convertida a una imagen de trama o **raster** para ser vista.



# Gráficos 2D

- Los gráficos de trama o **raster** (llamados comúnmente Mapa de bits) son una rejilla bidimensional uniforme de pixeles.
- Cada pixel tiene un valor específico como, por ejemplo, brillo, transparencia en color o una combinación de dichos valores.
- Una imagen de trama tiene una resolución finita de un número específico de filas y columnas.
- Por defecto, las imágenes de trama son de 1280 (columnas) x 1024 (filas) pixeles.

# Gráficos 3D

- Con el nacimiento de las estaciones de trabajo llegaron los gráficos 3D, basados en la gráfica de **vectores**:
  - En vez de que la computadora almacene la información sobre puntos, líneas y curvas en un plano bidimensional, la computadora almacena la posición de puntos, líneas y caras (para construir un polígono) en un *espacio de tres dimensiones*.

# Gráficos 3D

- Los **polígonos tridimensionales** son la base de prácticamente todos los gráficos 3d realizados por computador.
- La mayoría de los motores de gráficos de 3D están basados en el almacenaje de puntos (por medio de 3 simples coordenadas X,Y,Z):
  - líneas que conectan los puntos,
  - las caras son definidas por las líneas,
  - luego una secuencia de caras crean los polígonos tridimensionales.

# Gráficos 3D

- El software actual para generación de gráficos va más lejos de sólo el almacenamiento de polígonos :
  - Los gráficos son el producto de colecciones masivas de polígonos, junto con el empleo de distintas técnicas, como el ***shading*** (sombreado), el ***texturing*** (texturizado) y la ***rasterización*** (en referencia a los mapas de bits).

# Representación Basada en Imagen

- Una representación basada en imágenes o *Image Based Rendering (IBR)* usa imágenes tomadas desde puntos de vista particulares y trata de obtener nuevas imágenes de otros puntos de vista.

# Sombreado

- El proceso de sombreado o ***shading*** implica la simulación por computador, es decir, el cálculo de cómo las caras de un polígono se comportarán cuando sean iluminadas por una fuente de la luz virtual.
- El cálculo exacto varía según los datos disponibles sobre la cara sombreada y según la técnica de sombreado empleada.
- Generalmente este afecta a propiedades como la especularidad, la intensidad, la reflexión y la transparencia.

# Texturing

- Las superficies poligonales (secuencia de caras) pueden contener datos correspondientes al color de la superficie.
- Un software más avanzado puede usar otra *imagen rasterizada* a modo de superficie de la cara.
- Dicha imagen se coloca en una cara (o serie de caras) y es llamada ***Textura***.

# Texturing

- Las texturas añaden un nuevo grado de personalización en cuanto al aspecto final de las caras.
- La textura influirá en la forma en que los polígonos serán sombreados: según el método de sombreado y como la textura es interpretada durante el sombreado.



# Motor de renderizado

- Un **motor de renderizado** toma contenido marcado (HTML, XML, archivos de imágenes) e información de formato (CSS, XSL) y luego muestra el contenido ya formateado.
- El motor “pinta” en el área de contenido de una ventana, la cual es volcada a un monitor o una impresora.
- Los motores de renderizado se usan típicamente en navegadores web, clientes de correo electrónico, u otras aplicaciones que deban mostrar y editar contenidos web.

# Motor de renderizado

- Todos los navegadores web incluyen necesariamente algún tipo de motor de renderizado.
- El término “motor de renderizado” alcanzó popularidad cuando el proyecto Mozilla diseñó el motor de su navegador (**Gecko**) como un componente separado del propio navegador: el motor de Mozilla era reutilizable por otros navegadores diferentes.

# Motores de renderizado

- **Gecko**, utilizado en Mozilla Suite.
- **Trident**, el motor de Internet Explorer para Windows.
- Tasman, el motor de Internet Explorer para Mac.
- WebKit, el motor de Epiphany, Safari.
- **Blink**, el nuevo motor de Google Chrome, Opera.
- **Servo**, nuevo motor en desarrollo por parte de Mozilla (con el apoyo de Samsung), está siendo optimizado para la arquitectura ARM y para la plataforma Android.

# Motor de renderizado: radiosidad

- La **radiosidad** es un conjunto de técnicas para el cálculo de la iluminación global:
  - El transporte de la luz sólo se puede modelar de forma óptima considerando que cada fuente luminosa emite un número enorme de fotones, que rebotan al chocar contra una superficie describiendo una cantidad de trayectorias imposibles de simular en un computador.
- El *método de Montecarlo* resuelve este problema mediante números aleatorios y de forma estadística.

# Motor de renderizado: raytracing

- El **raytracing** o **trazado de rayos** es un algoritmo para síntesis de imágenes tridimensionales. Propuesto inicialmente por Turner Whitted en 1980, está basado en el algoritmo de determinación de superficies visibles de Arthur Appel denominado Ray Casting (1968).
- En el algoritmo **Ray Casting** se determinan las superficies visibles en la escena que se quiere sintetizar trazando rayos desde el observador (cámara) hasta la escena a través del plano de la imagen.
  - Se calculan las intersecciones del rayo con los diferentes objetos de la escena y aquella intersección que esté más cerca del observador determina cuál es el objeto visible.

# Motor de renderizado: raytracing

- El algoritmo de trazado de rayos extiende la idea de trazar los rayos para determinar las superficies visibles con un proceso de sombreado (cálculo de la intensidad del píxel) que tiene en cuenta efectos globales de iluminación como pueden ser reflexiones, refracciones o sombras arrojadas.
- El algoritmo básico de trazado de rayos fue mejorado por Robert Cook (1985) para simular otros efectos en las imágenes usando un método de Montecarlo:
  - desenfoque por movimiento (blur motion)
  - profundidad de campo
  - submuestreo para eliminar efectos de aliasing en la imagen resultante