



Realidad Virtual y Simulación

I Curso de Simulación para la Seguridad y Defensa

Granada, Septiembre 2013

Pedro Cano Olivares

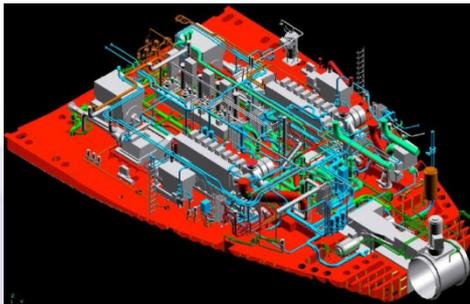
Grupo de Investigación en Informática Gráfica
Laboratorio de Realidad Virtual
Universidad de Granada



- **Realidad Virtual. Introducción y conceptos.**
- **Presencia.**
- **Interacción implícita.**
- **Dispositivos de realidad virtual.**
- **Sistemas de visualización.**
- **Realidad Virtual y modelos geométricos.**



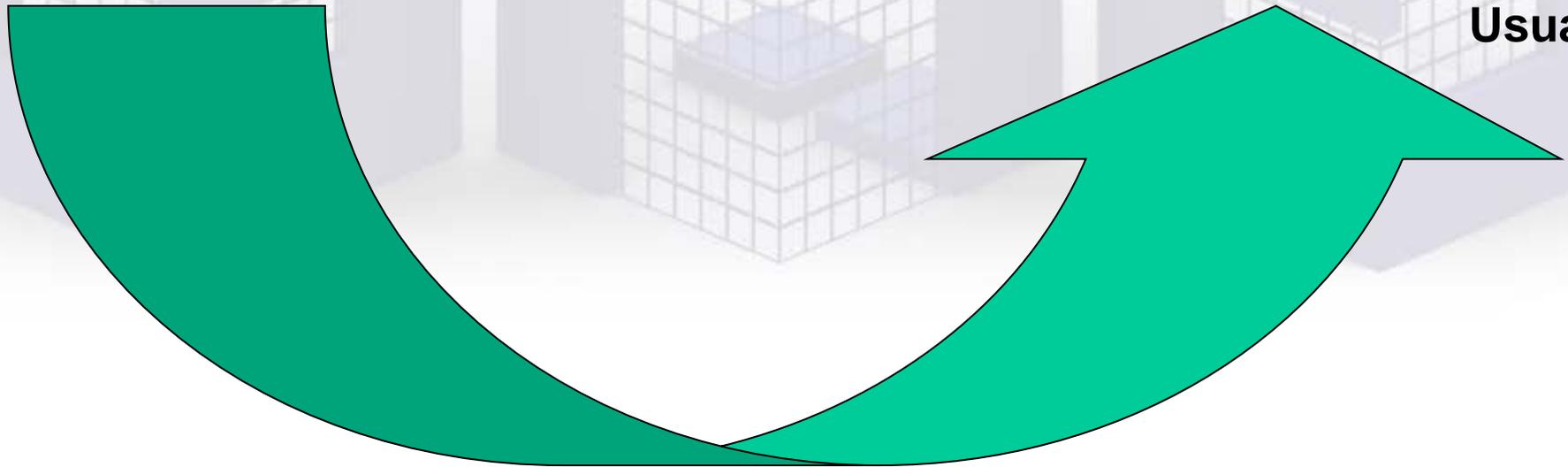
Visualización interactiva y realidad virtual



Modelo

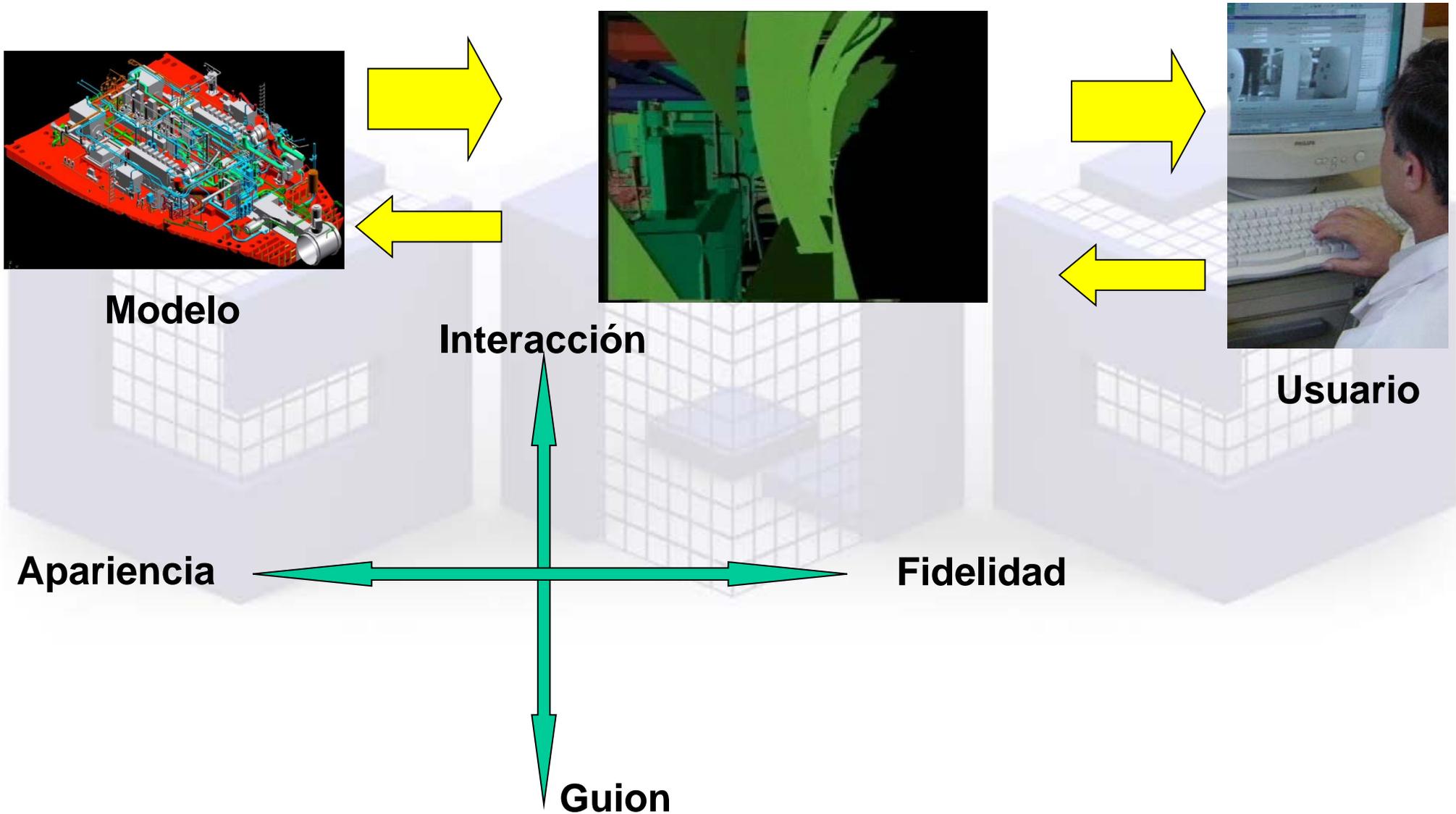


Usuario



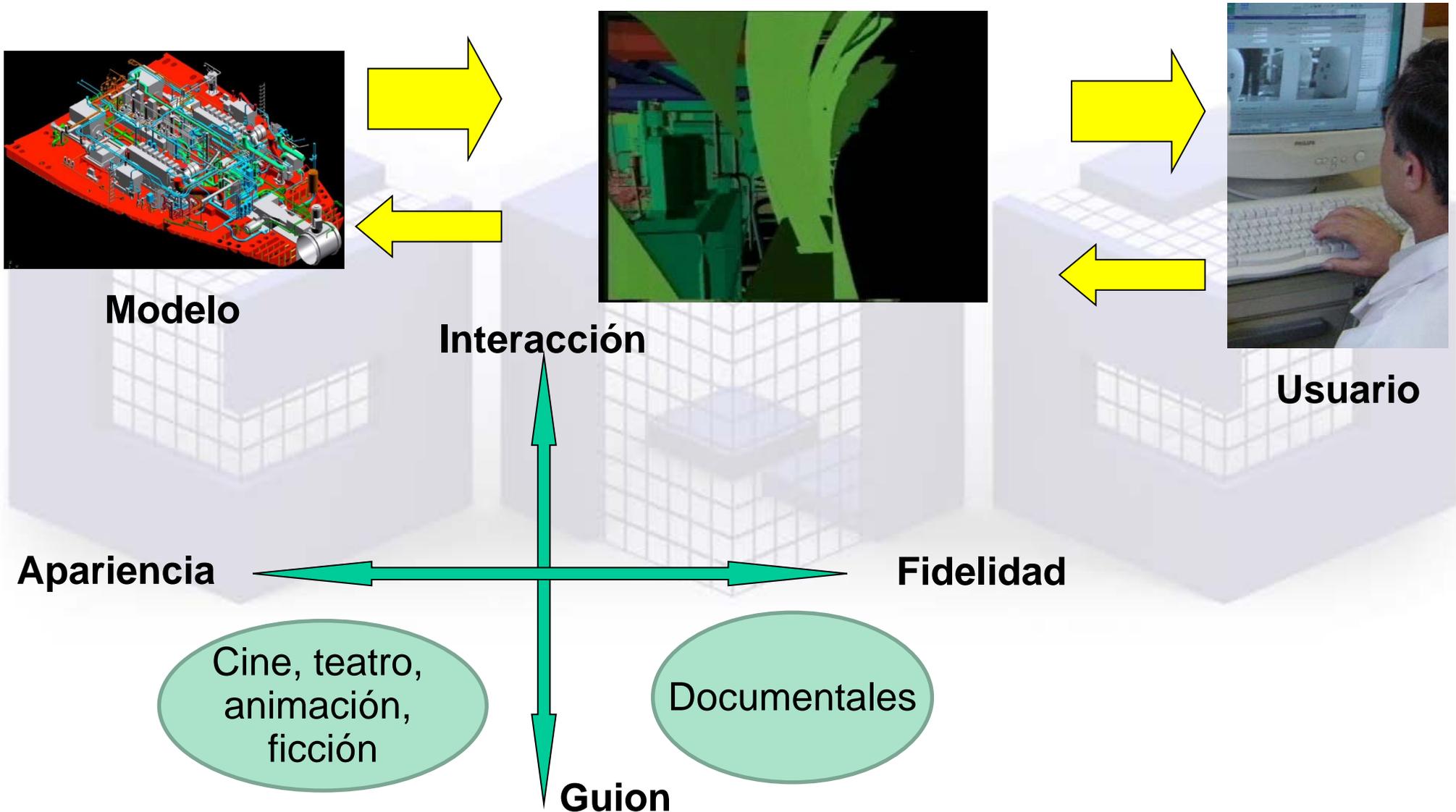


Visualización interactiva y realidad virtual



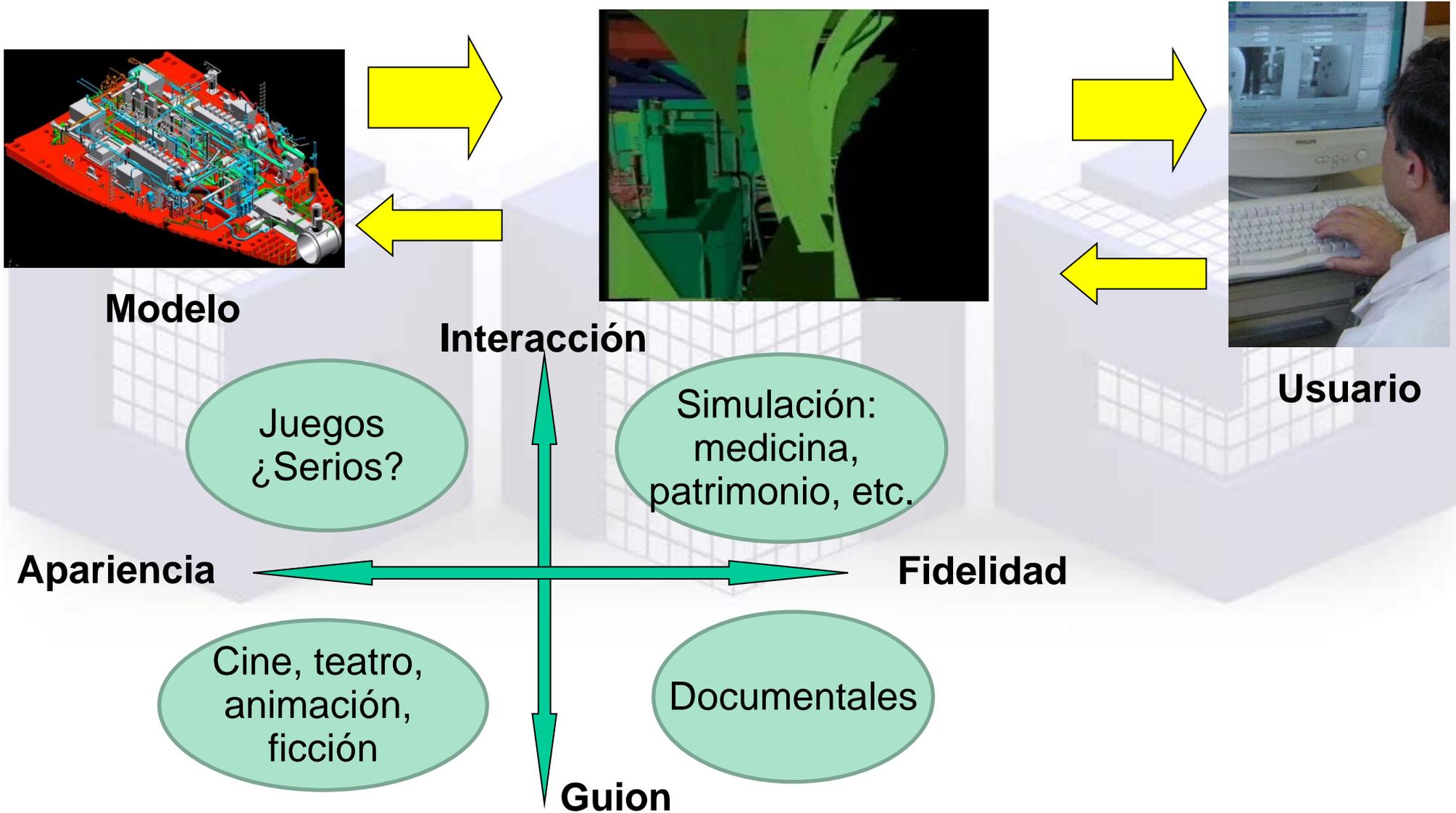


Visualización interactiva y realidad virtual





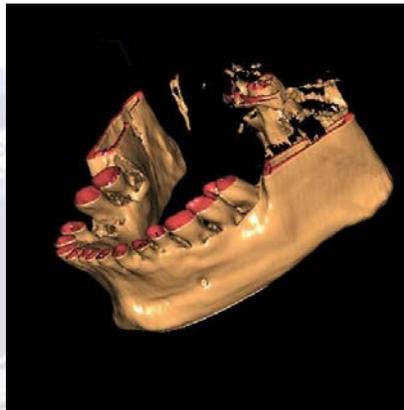
Visualización interactiva y realidad virtual





Visualización interactiva y realidad virtual

**Modelo Geométrico
Digital**



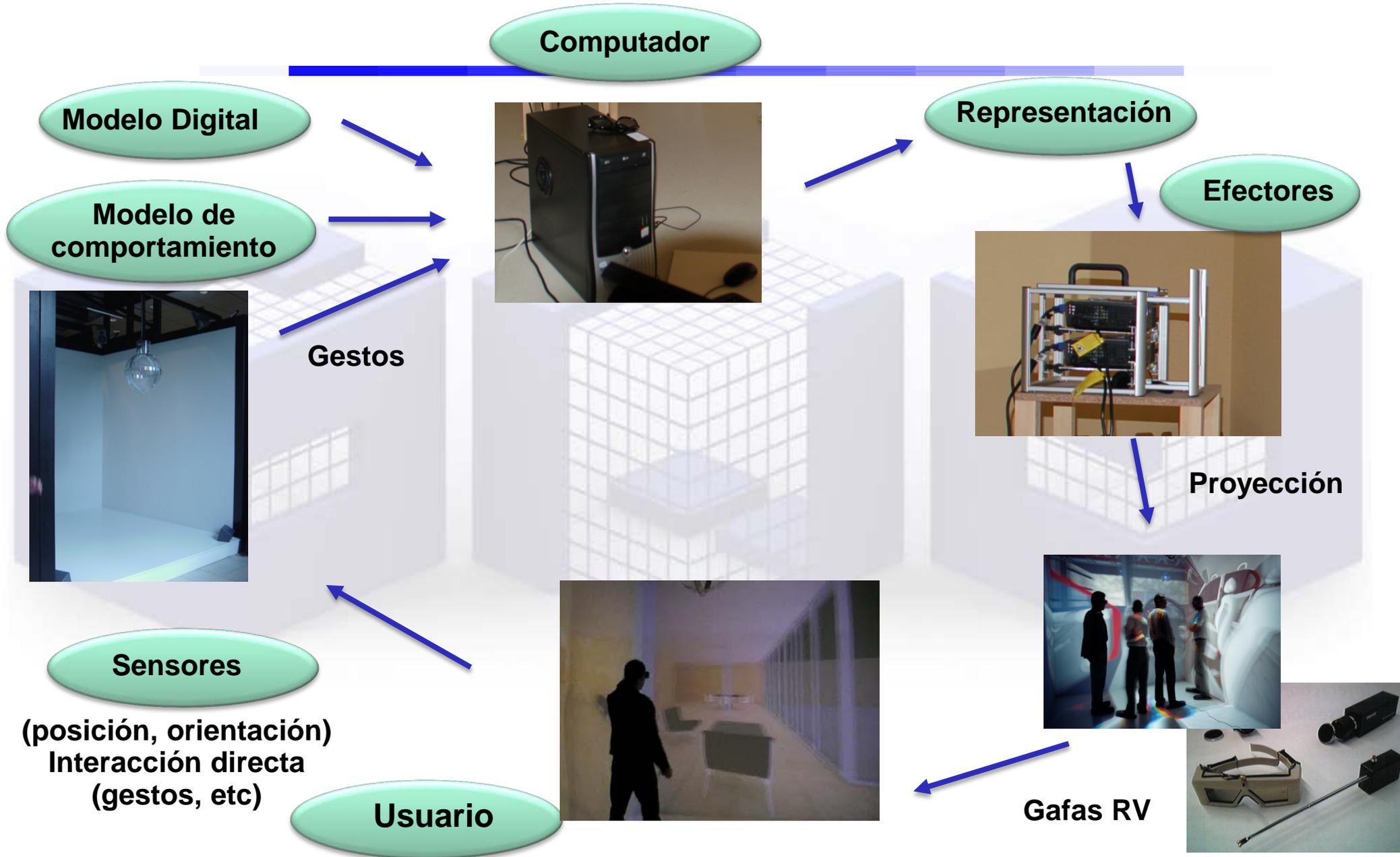
**Navegación en
tiempo real**

**Inmersión sensorial
(vista, tacto, etc)**

**Interacción implícita
o directa**

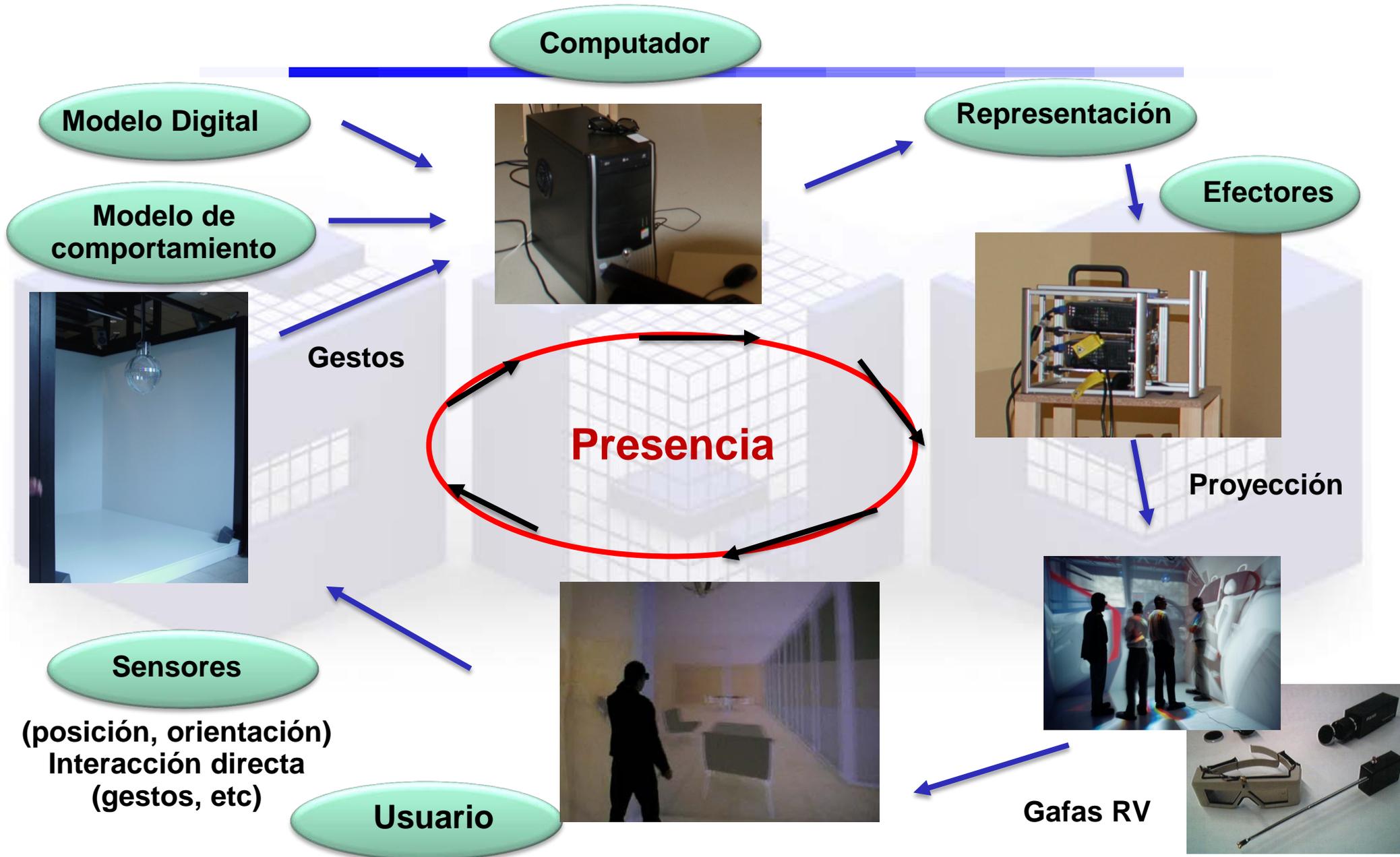


Realidad Virtual y Simulación





Realidad Virtual y Simulación





Definición de Realidad Virtual

Percepción de realidad en una escena sintética

- Vista: Calidad de visualización, visión estéreo
- Inmersión: visión envolvente, movimiento
- Táctil

Aplicaciones

- Simulación
- Entrenamiento
- Terapia
- Inspección
- Modelado





Definición de Realidad Virtual

“Simulación interactiva por ordenador desde el punto de vista del participante, en la cual se reemplaza o aumenta la información sensorial que recibe.”



Nueva manera de inspeccionar, entender e interactuar con modelos



Definición de Realidad Virtual

“**Simulación interactiva** por ordenador desde el punto de vista del participante, en la cual se reemplaza o aumenta la información sensorial que recibe.”

- **Simulación interactiva**

Computador



- Usuario **activo**: decide libremente qué quiere explorar
- No existe una trayectoria pregrabada: necesidad de un modelo geométrico (entorno virtual) y visualización en tiempo real.



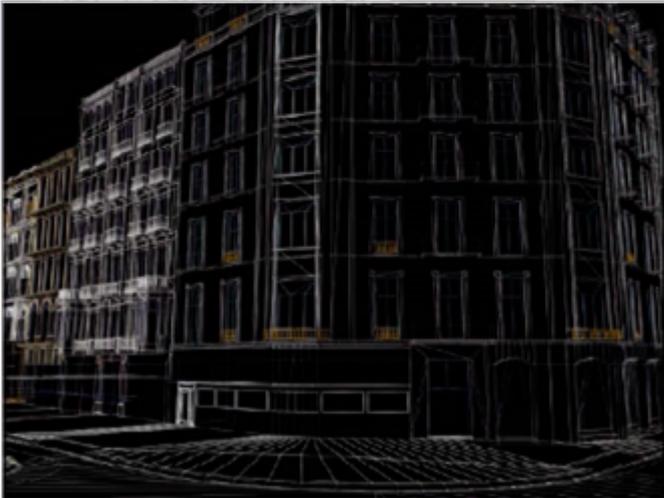
Definición de Realidad Virtual

- Simulación
- Interacción implícita
- Inmersión sensorial



Recrea un mundo virtual que sólo existe como modelo digital en el computador

- Simulación interactiva vs animación
 - pasividad, guión previo
 - improvisación, respuesta: tiempo real
- Representación geométrica 3D y de la apariencia
- Algoritmos de visualización realista
- Algoritmos de gestión de memoria
- Modelos multiresolución
- Capacidad de “zoom”
- Preproceso de visibilidad





Definición de Realidad Virtual

“Simulación interactiva por ordenador **desde el punto de vista del participante**, en la cual se reemplaza o aumenta la información sensorial que recibe.”

- Simulación interactiva
- **Interacción implícita**



- El usuario deja de percibir la interfaz del ordenador y pasa a interactuar directamente con los objetos de la escena.



Definición de Realidad Virtual

- Simulación
- Interacción implícita
- Inmersión sensorial



El sistema captura la voluntad del usuario implícita en sus movimientos naturales

- Gestos, movimientos de cabeza vs interacción con mouse
- Interacción, selección: movimientos de coger con la mano / dedo, etc
- Transparencia de dispositivos y ordenador
- Percepción de interacción directa con los objetos
- Ventana al modelo vs incorporación al entorno virtual





Definición de Realidad Virtual

“Simulación interactiva por ordenador desde el punto de vista del participante, en la cual se **reemplaza o aumenta la información sensorial** que recibe.”

- Simulación interactiva
- Interacción implícita
- **Inmersión sensorial**





Definición de Realidad Virtual

- Simulación
- Interacción implícita
- Inmersión sensorial

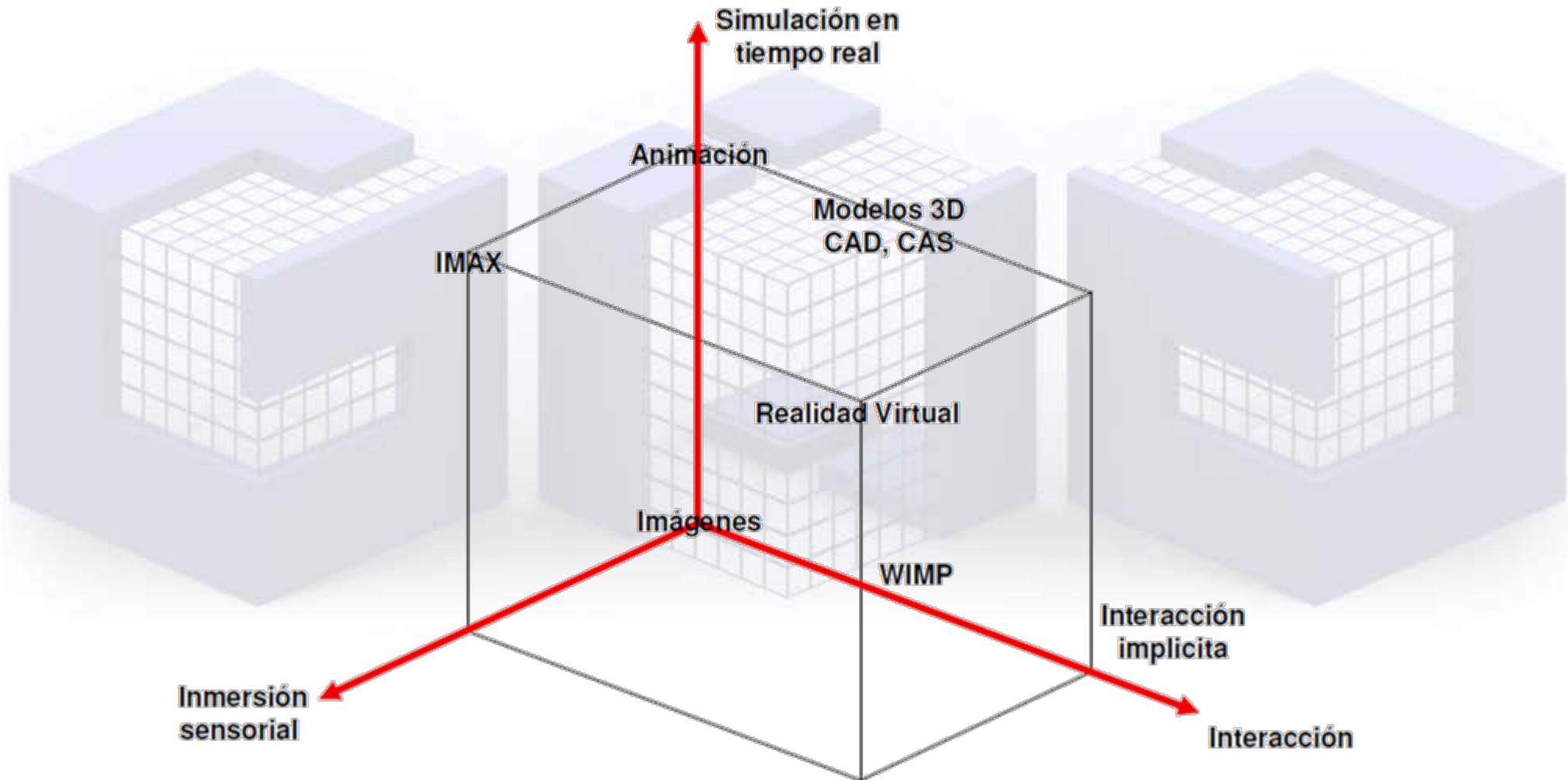


Desconexión de los sentidos del mundo real, conexión al entorno virtual

- Inmersión visual: los objetos existen con independencia del dispositivo de visualización
 - Visión estereoscópica. Sensación de presencia en el espacio
- Inmersión acústica
- Inmersión táctil
- Inmersión de movimiento: aceleraciones
- Olfato, gusto



¿Qué es y qué no es RV?





Evolución y estado actual

Modelos Digitales	Memoria, potencia de cálculo, algoritmos	Aceleradores gráficos	Técnicas de interacción
Geometría	Modelos de objetos	----	Órdenes
Imágenes pixels	Pequeños conjuntos de objetos	2 D	WIMP
Texturas Volumen, Grandes Texturas 3D MPEG, etc	Grandes sistemas, niveles de detalle	3 D	Implícitas



Periféricos para RV

Clasificación de los Periféricos de Realidad Virtual:

Entrada (sensores): permiten capturar las acciones del participante.



Salida (efectores): traducen señales digitales en estímulos para los sentidos: vista, oído, tacto.





Dispositivos de salida

Traducen señales de audio, vídeo, etc. en estímulos (sonido, imágenes, etc.).

Tipos de efectores, según el sentido:

- Visuales (casco estereoscópico, sistemas de proyección)
- Audio
- Fuerza y tacto (*haptic devices*)
- Aceleración y equilibrio



Visualización

Clasificación:

- Realidad Virtual
 - Cascos estereoscópicos
 - Dispositivos basados en proyección
- Realidad Aumentada
 - Cascos *see-through* ópticos
 - Cascos basados en cámaras de video





Inmersión visual: arquitecturas de RV

- Sistemas de proyección

- Delantera
- Posterior



- Cascos



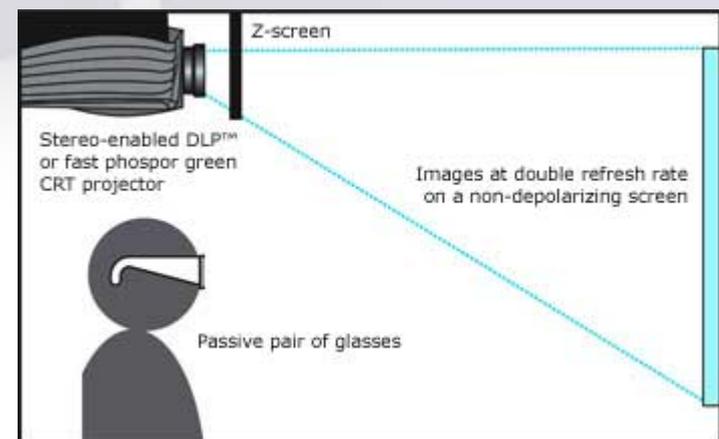
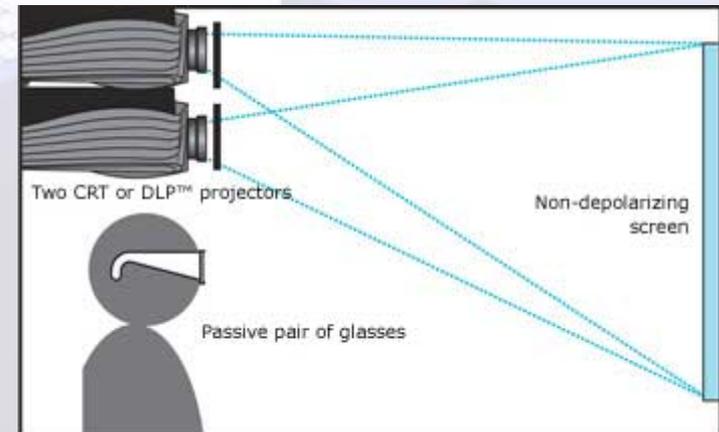
- Gafas “see-through”





Inmersión sensorial: Estereoscopia

- Gafas pasivas + emisor polarizado
- Gafas activas sincronizadas con el refresco del monitor
- *Head mounted display*





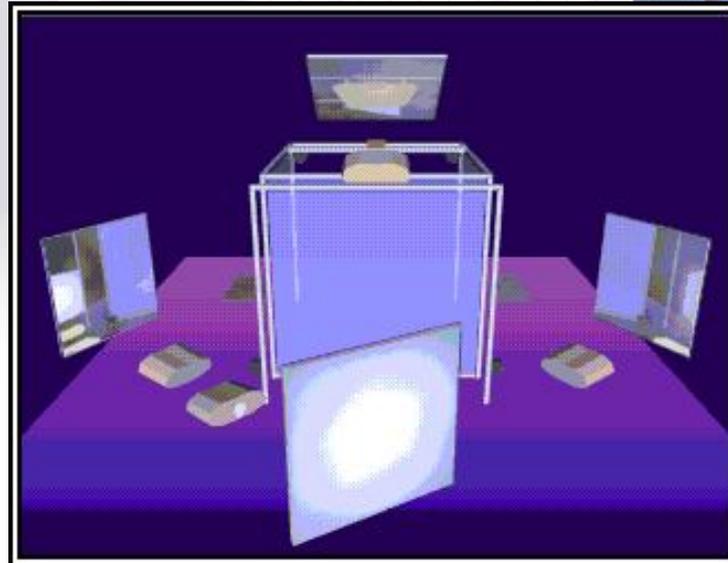
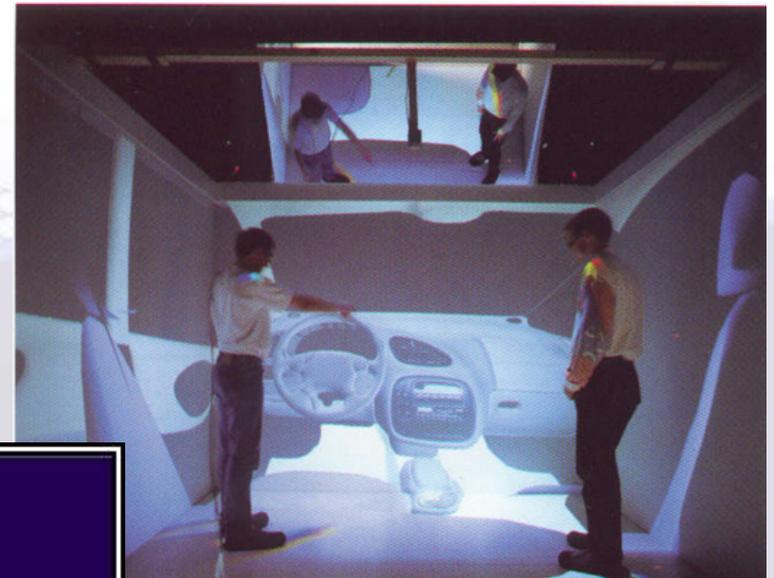
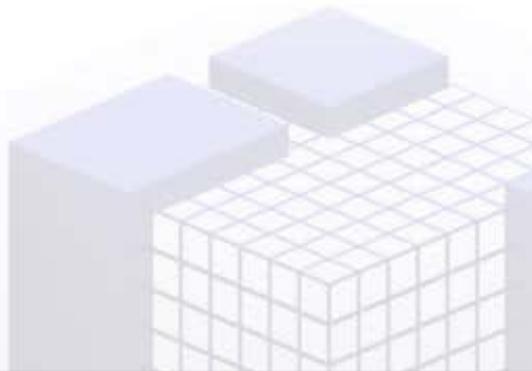
RV: Sistemas basados en proyección

Cave

PowerWall

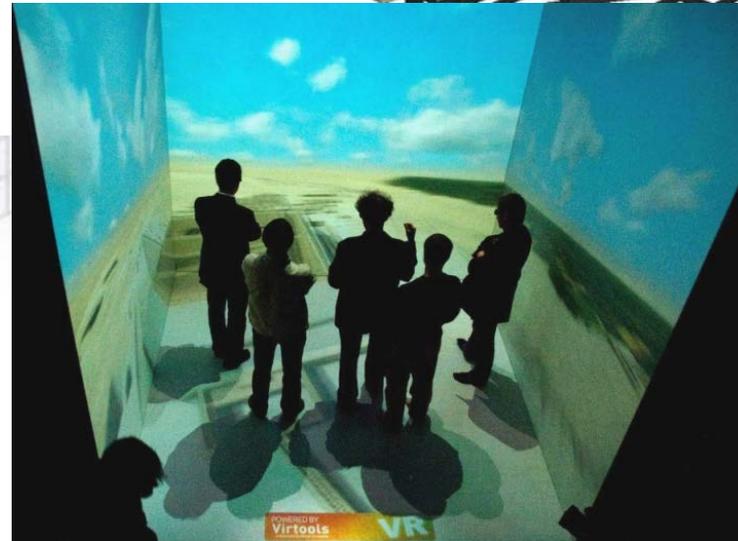
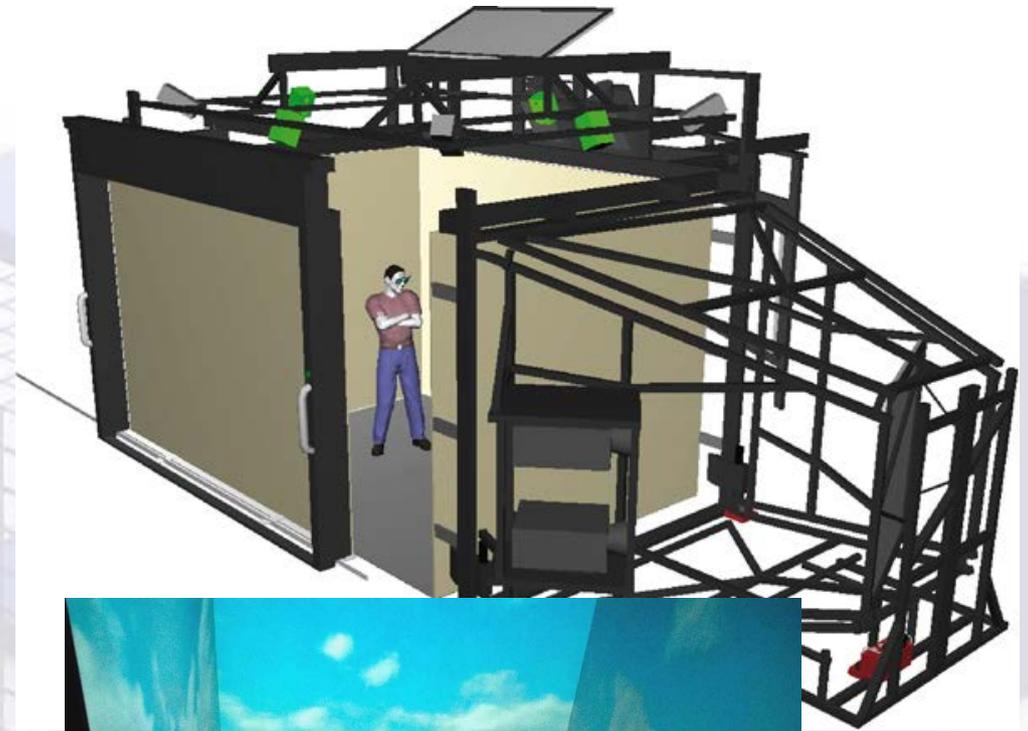
Workbench

Holobench





El sistema CAVE de RV



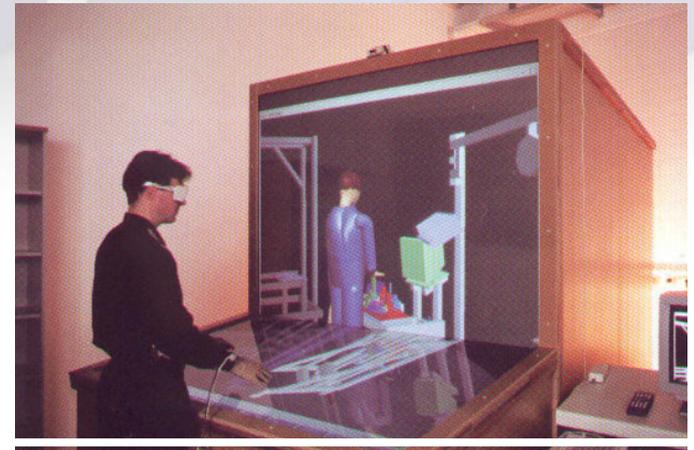
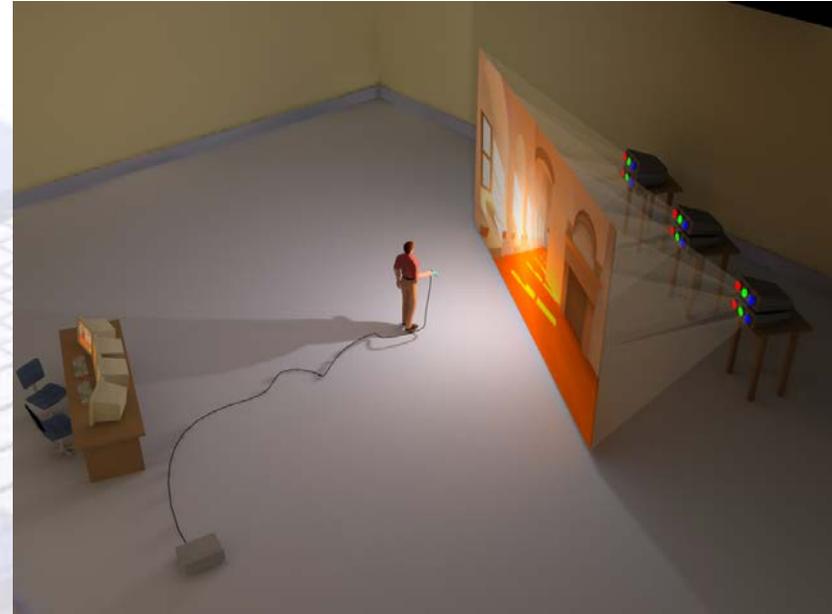


Workbench o mesa de RV





PowerWall - Holobench





Cascos de RV

Anulan completamente la visión del entorno real.

Llevan sistemas de tracking

Clasificación:

HMD (Head-Mounted Displays)

Tecnología LCD, CRT

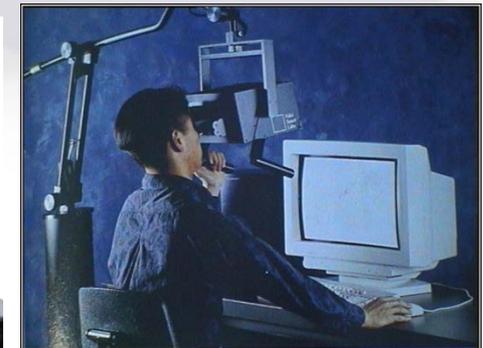
FOV: handicap (60°)

HCD (Head-Coupled Displays)

Tecnología CRT

Posicionamiento más fiable

Fácil combinar pantalla clásica



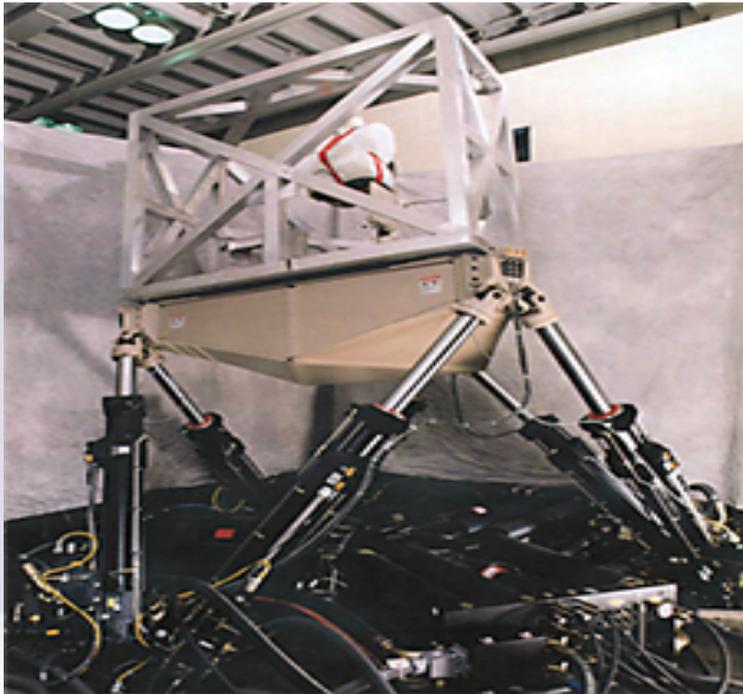


Cascos vs Proyección

- El usuario no debe transportar el dispositivo.
- No aísla del mundo real ni limita en la interacción con otros usuarios.
- Mejor visión periférica.
- El usuario puede ver su propio cuerpo (problema de la desorientación).
- Menos sensible a errores del sistema de tracking.
- Inestabilidad HMD ante giros: síndrome del simulador de vuelo.



Efectores de locomoción



Tank Driver's Simulator

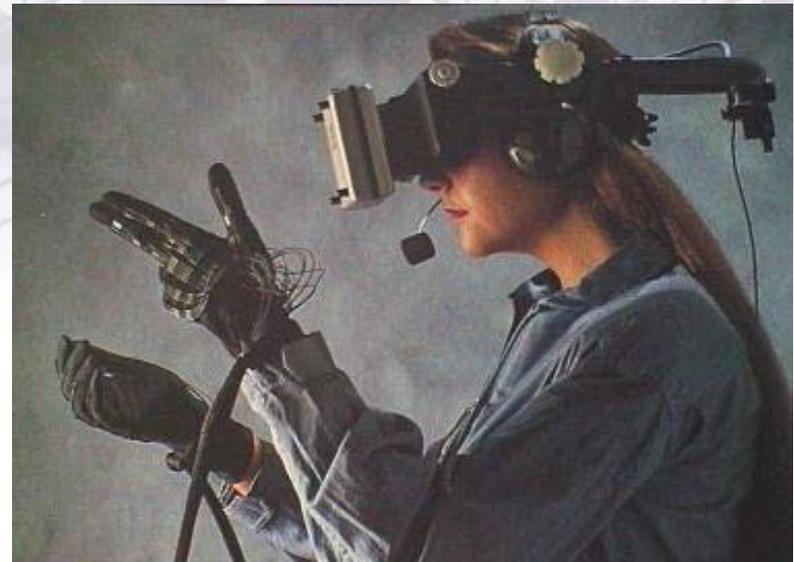




Dispositivos de entrada

Tipos de sensores:

- Posicionadores (*trackers*): posición y orientación de un objeto real
- Guantes de datos: movimiento de los dedos de la mano
- Captura audio + reconocimiento de voz
- Mouse 3D, spaceballs...





Inmersión sensorial: Interacción háptica

Interacción mediante el sentido del tacto.

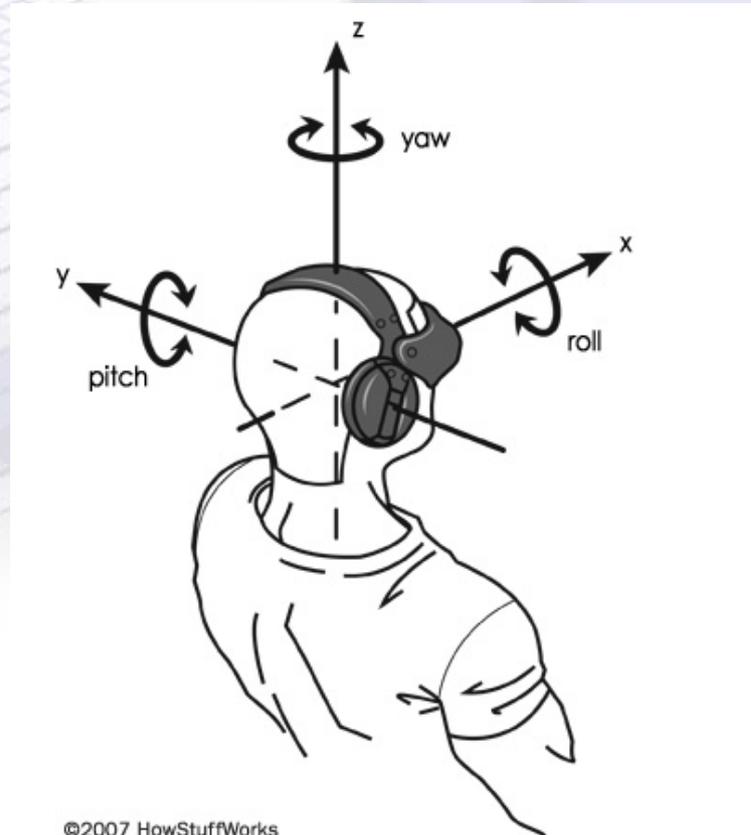
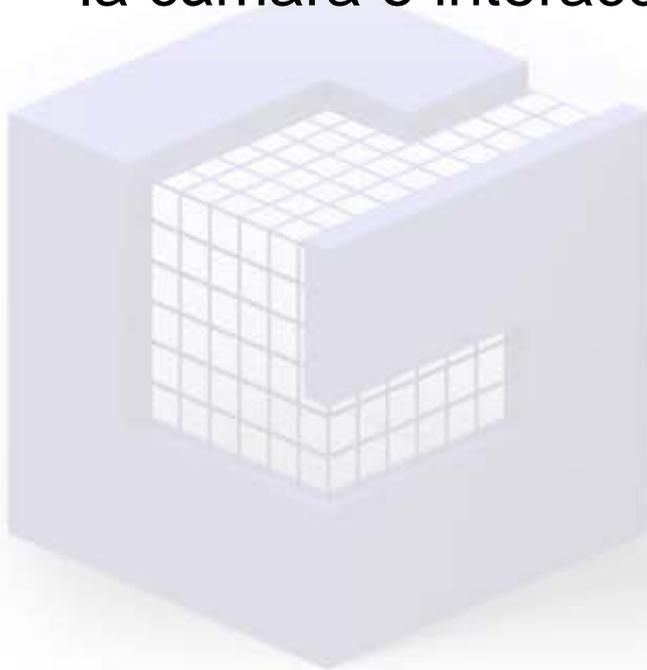
El usuario interactúa usando un dispositivo que es capaz de transmitir fuerzas, vibraciones o movimientos.





Interacción implícita: *Tracking*

Detección de la posición y orientación del usuario, para controlar la cámara o interactuar con el sistema



©2007 HowStuffWorks



Interacción implícita: *Tracking*

Óptico: El dispositivo contiene un conjunto de LED infrarrojos que son detectados por varias cámaras calibradas. La posición se calcula a partir de los ángulos.

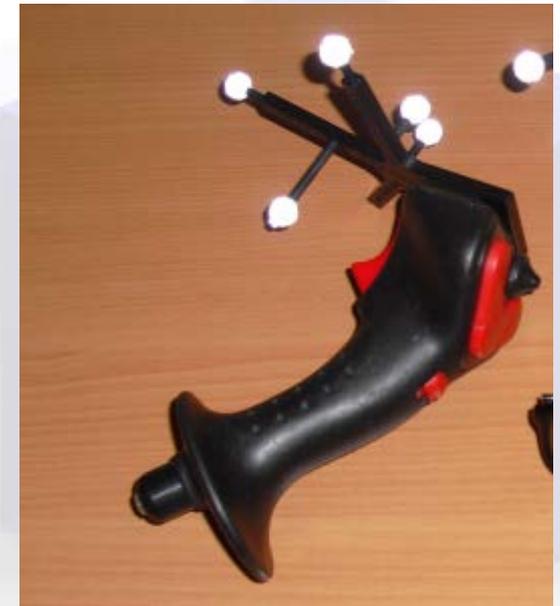
Magnético: El dispositivo mide el campo magnético generado en el espacio de movimiento, que ha sido previamente calibrado

Acústico: El dispositivo emite ultrasonidos que son captados por varios sensores. La posición se calcula a partir del tiempo.

Inercial: El dispositivo mide las aceleraciones. Integrándolas calcula las velocidades y los desplazamientos.



Interacción implícita: *Tracking*





Posicionadores

Objetivo: monitorización de la posición y orientación, normalmente de la cabeza y la mano.

Diversas tecnologías:

magnéticos

ópticos

acústicos

mecánicos





Posicionadores

Objetivo: monitorización de la posición y orientación, normalmente de la cabeza y la mano.

Diversas tecnologías:

➤ **magnéticos**

ópticos

acústicos

mecánicos

- Fuente de campo magnético y sensores
- El campo magnético induce corriente eléctrica que se utiliza para obtener los 6 DOF
- Transmisor y sensor: 3 bobinas ortogonales
- Son los mas usados



Posicionadores

Objetivo: monitorización de la posición y orientación, normalmente de la cabeza y la mano.

Diversas tecnologías:

magnéticos

➤ **ópticos**

acústicos

mecánicos

- Proceso de imágenes captadas por una o mas cámaras que enfocan el objeto.
- Uso de reflectores de infrarrojos para facilitar el reconocimiento.
- Problema de la oclusión de la visión



Posicionadores

Objetivo: monitorización de la posición y orientación, normalmente de la cabeza y la mano.

Diversas tecnologías:

magnéticos

ópticos

➤ **acústicos**

mecánicos

- Sonido ultrasónico y micrófonos
- Tiempo que tarda la señal sonora en llegar a la fuente
- Con 1 transmisor y 3 receptores: 3 DOF (posición)
- Económicos, imprecisos



Posicionadores

Objetivo: monitorización de la posición y orientación, normalmente de la cabeza y la mano.

Diversas tecnologías:

magnéticos

ópticos

acústicos

➤ **mecánicos**



- Potenciómetros sobre una estructura mecánica articulada para medir los ángulos.
- A partir de los ángulos, se obtiene la posición
- Son los mas rápidos y precisos
- Limitan la libertad de movimientos, muy caros.



Guantes de datos

Capturan los movimientos de los dedos

Tecnologías:

- ópticos
- de tensión
- exo-esqueleto



whiteworld



Guantes de datos

Capturan los movimientos de los dedos

Tecnologías:

➤ **ópticos**

de tensión

exo-esqueleto



- Se basan en medir la atenuación de la luz que viaja por un medio deformable, en cada dedo.
- Se utiliza fibra óptica tratada de forma que atenúa la luz dependiendo de su curvatura.
- Un fotorreceptor permite calcular el ángulo de flexión de cada articulación.



Guantes de datos

Capturan los movimientos de los dedos

Tecnologías:

ópticos

➤ **de tensión**

exo-esqueleto



- Miden el ángulo de flexión de los dedos a partir de la tensión de un sensor cuando es deformado.
- Puede ser mecánico o eléctrico.



Guantes de datos

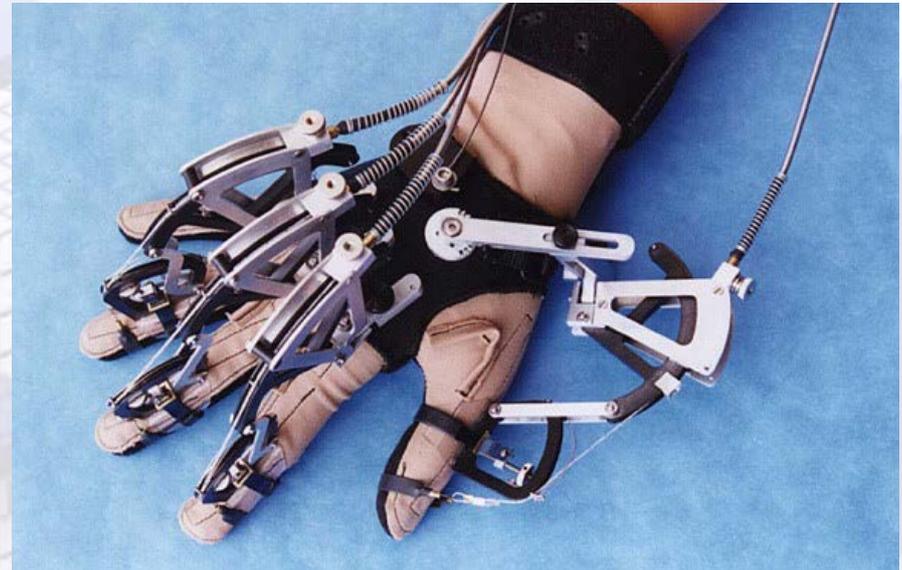
Capturan los movimientos de los dedos

Tecnologías:

ópticos

de tensión

➤ **exo-esqueleto**



- Estructura mecánica que se acopla en la mano del usuario
- Potenciómetros en las articulaciones.
- Suelen producir algún tipo de *feedback* de fuerza



Sensores de locomoción





Sensores de locomoción

Virtuix Omni

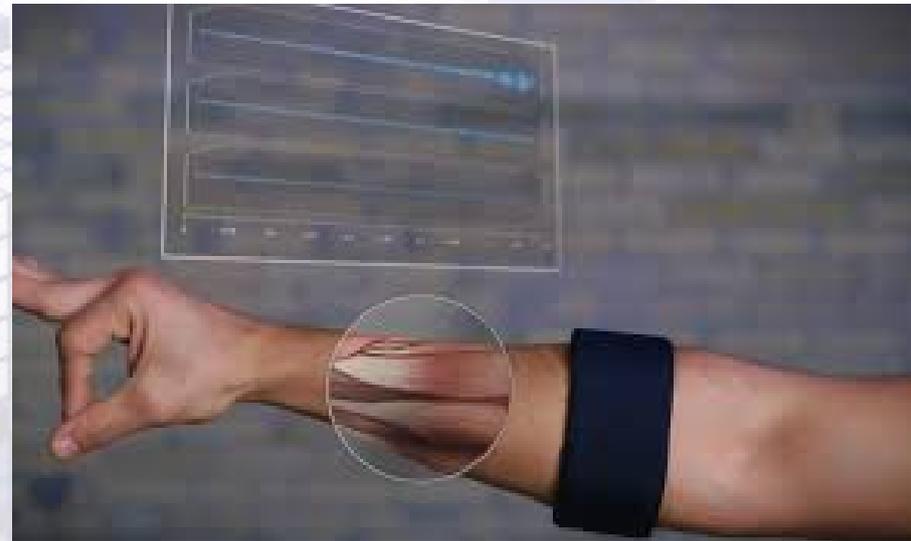
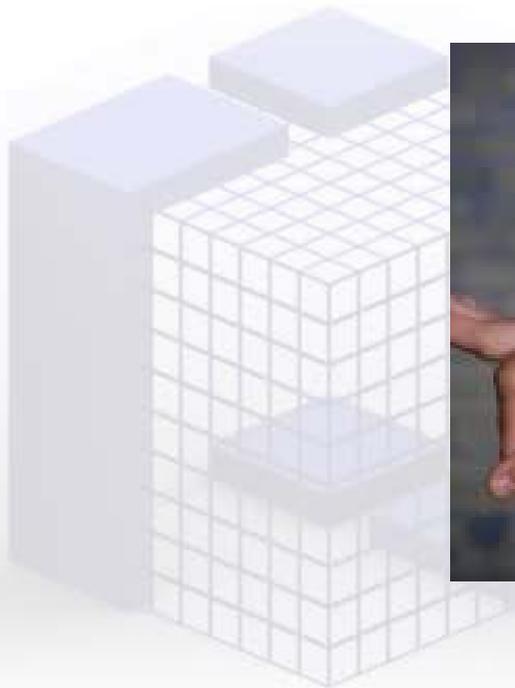
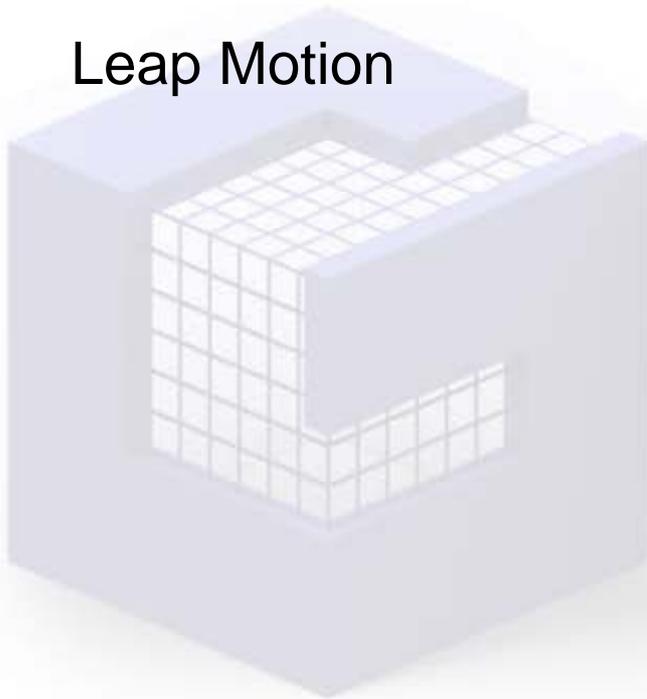




Nuevos sensores avanzados para gestos

Myo – *Wearable Gesture Control*

Leap Motion





Grados de inmersión

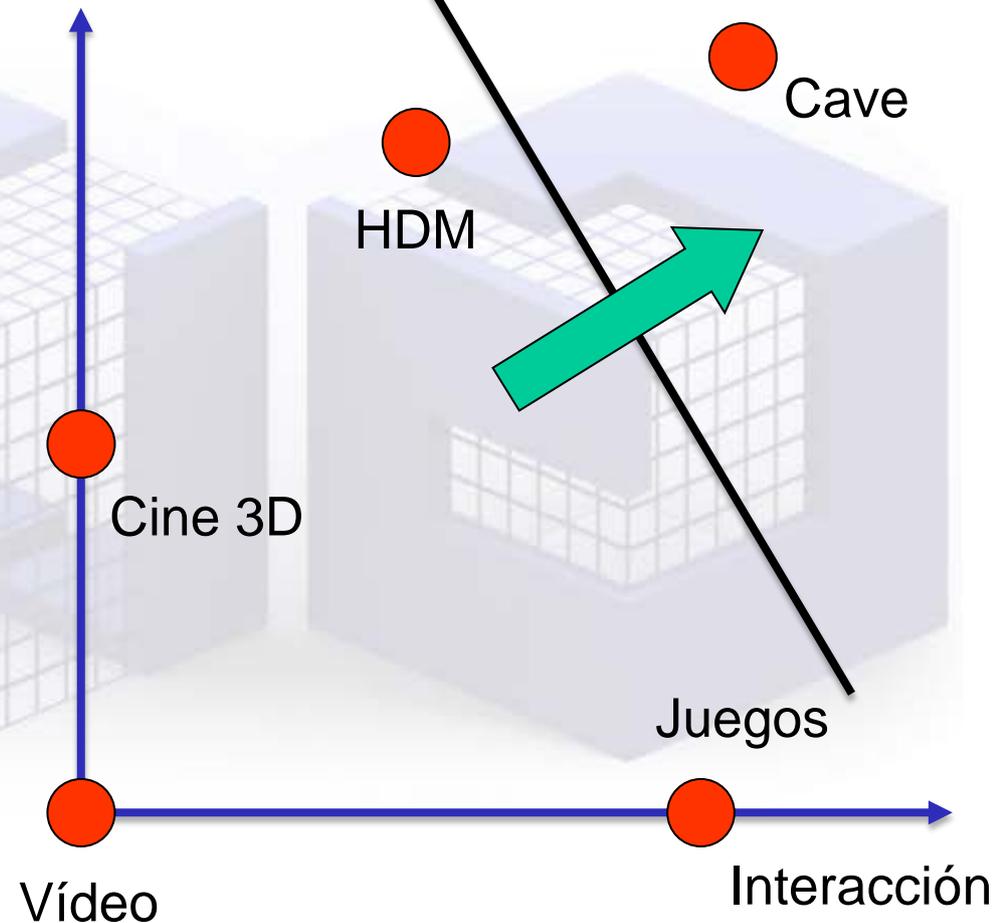
- Sistemas inmersivos
- Sistemas semi-inmersivos
- Sistemas no inmersivos
- Sistemas de realidad aumentada



Grados de inmersión

- Sistemas inmersivos
- Sistemas semi-inmersivos
- Sistemas no inmersivos
- Sistemas de realidad aumentada

Inmersión





Grado de RV de un sistema

- Factores que intervienen en la simulación interactiva
- Factores que intervienen en la interacción implícita
- Factores que intervienen en la inmersión sensorial



• **Nivel de simulación**

- Empírica
- Cinemática
- Dinámica
- Deformaciones
- Colisiones
- Vehículos (entrenamiento, vuelo, etc)
- Sistemas físicos

• **Interactividad**

- Inspección, navegación
- Frames /segundo
- Latencias y retardos
- Objetos con comportamiento

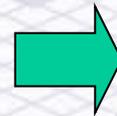


Grado de RV de un sistema

- Factores que intervienen en la simulación interactiva

- Factores que intervienen en la interacción implícita

- Factores que intervienen en la inmersión sensorial



- **Captación de la posición y orientación**

- Cabeza
- Manos
- Dedos
- Cuerpo
- Pupilas

- **Menús Virtuales**

- **Reconocimiento de la voz**

- **Interacción gestual**

- Aprendizaje cero

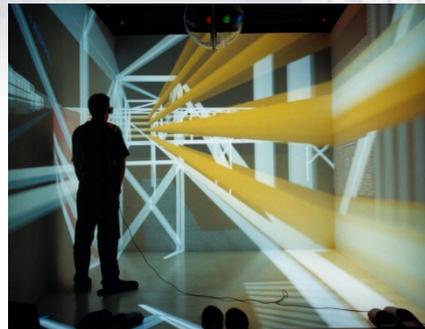


Grado de RV de un sistema

- Factores que intervienen en la simulación interactiva
- Factores que intervienen en la interacción implícita
- Factores que intervienen en la inmersión sensorial



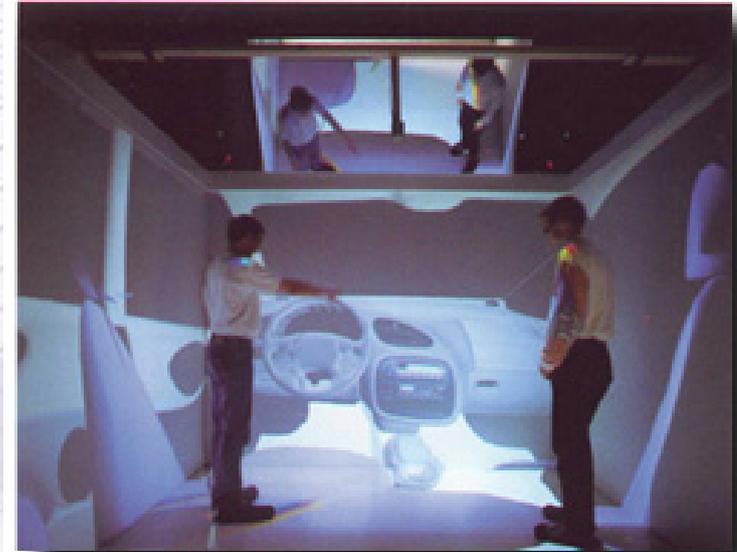
- Sentidos
- Vista
- Oído
- Tacto
- Equilibrio
- Sistemas
 - inmersivos
 - semi-inmersivos
 - no inmersivos
- Factores
- Calidad del estímulo
- Velocidad de actualización
- Latencias
- Coherencia entre estímulos
- Coherencia temporal





¿Qué aporta la RV?

- Simulación interactiva + interacción implícita + inmersión sensorial.
- Presencia
- Nuevo paradigma en el campo de la interacción persona-ordenador.
- Aplicaciones en la industria, medicina, arquitectura, educación, entrenamiento, marketing, arte, ocio...





Realidad Virtual: Técnicas

Para modelar escenarios complejos es necesario reducir el tiempo de dibujo y el tamaño del modelo en memoria principal.

- Precálculo de visibilidad
- Índices espaciales
- Impostores
- Visualización adaptativa

Para aumentar la capacidad de generación de escenarios es necesario utilizar herramientas de alto nivel.

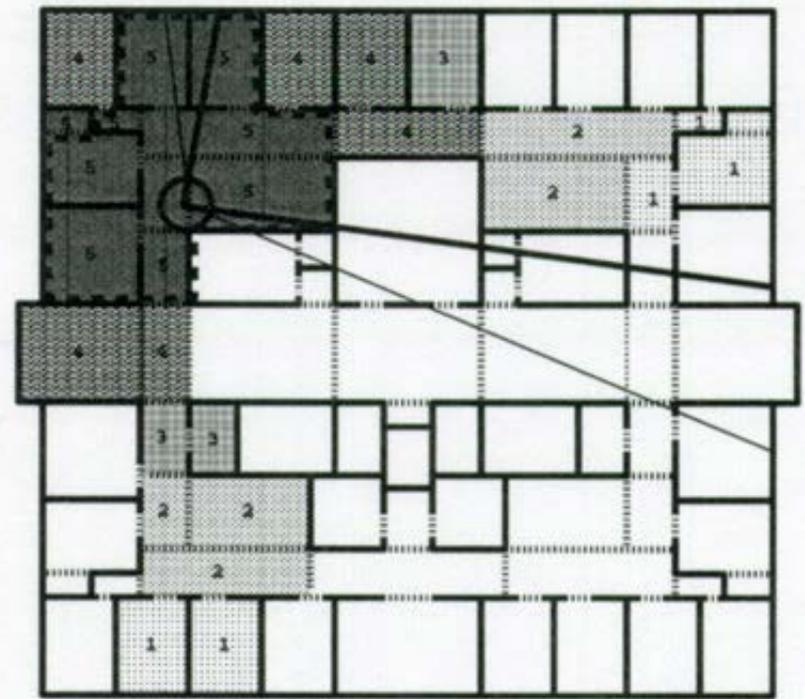
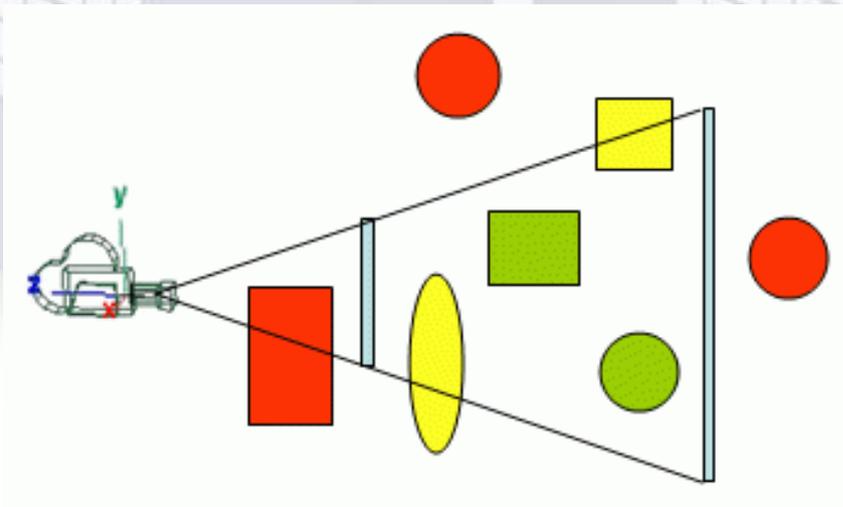
- OpenSceneGraph
- Ogre
- Alice
- Virtools
- Unity 3D ...



Realidad Virtual: Técnicas

Precalcular visibilidad

Se divide el escenario en celdas, almacenando en cada una los elementos que son visibles desde la celda.





Realidad Virtual: Técnicas

Índices espaciales: arboles BSP

Subdivisión jerárquica del espacio en subespacios convexos. Cada nodo contiene un elemento separador y representa un subespacio. Sus hijos representan la dos subdivisiones de su espacio según el elemento separador.

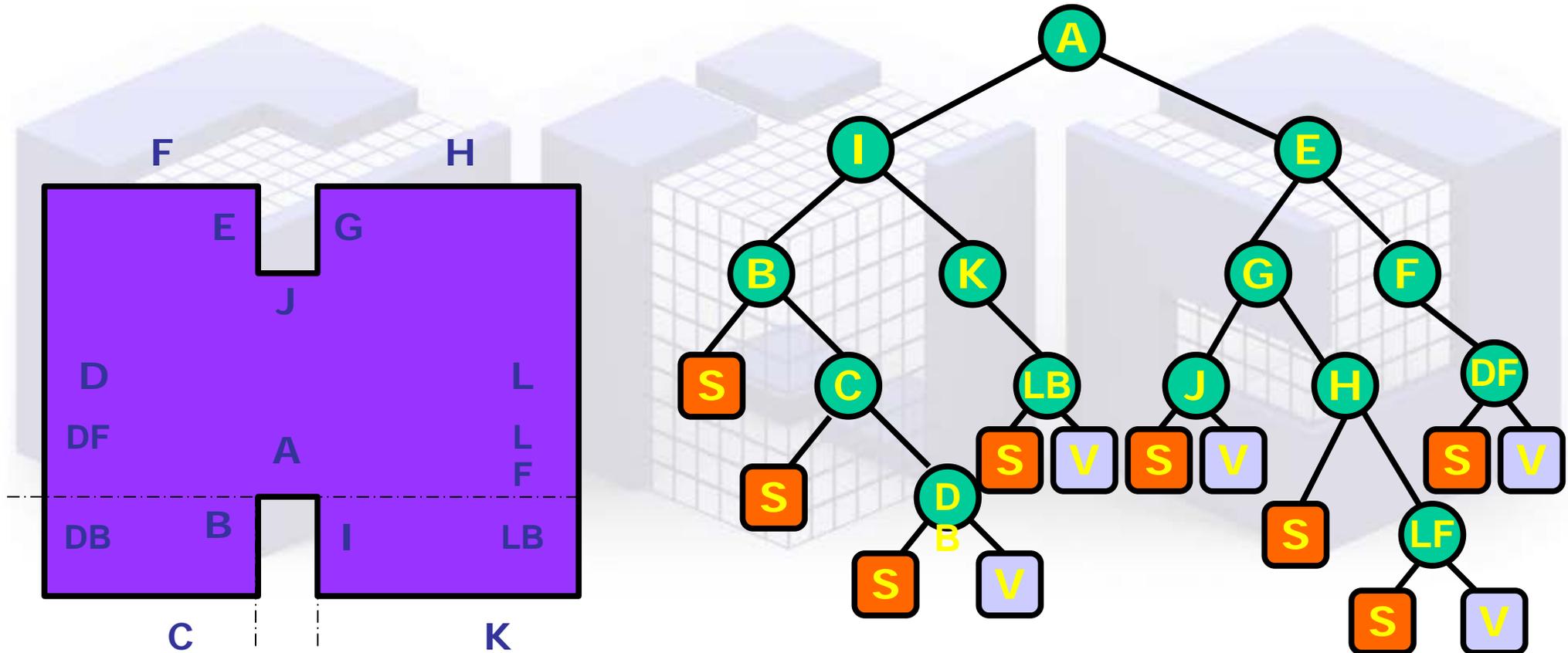
Construcción

1. Espacio = \mathbb{R}^n
2. Seleccionar un separador
3. Dividir el espacio usando el separador
4. Crear nodo delantero y trasero



Realidad Virtual: Técnicas

Índices espaciales: arboles BSP

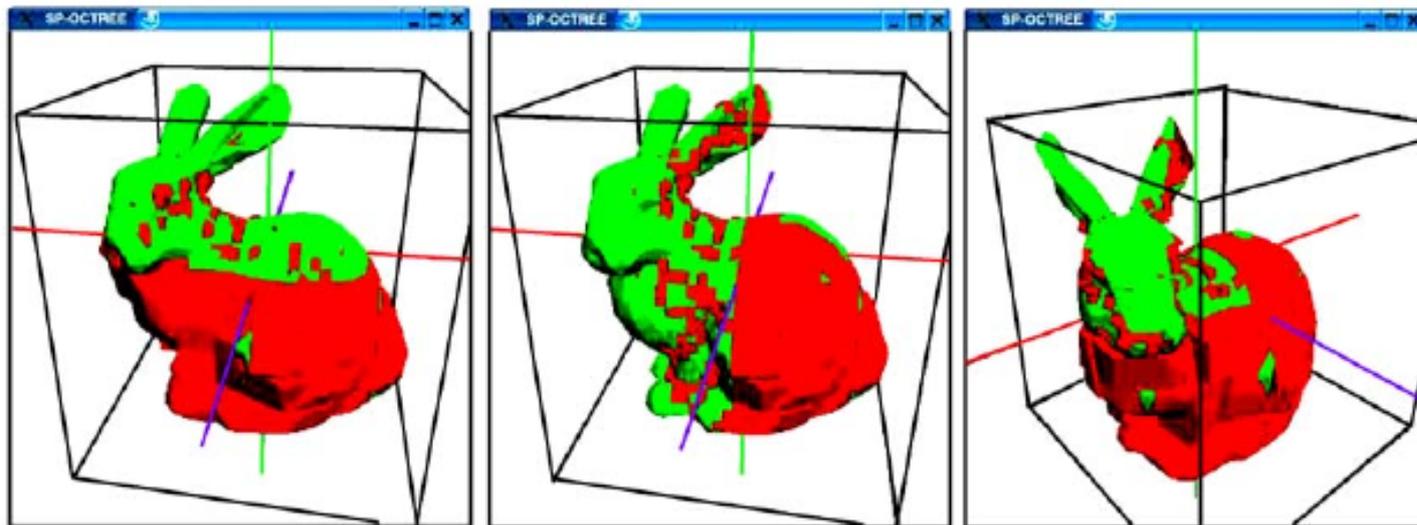




Realidad Virtual: Técnicas

Visualización adaptativa.

Se dibuja con más detalle las zonas próximas al observador.

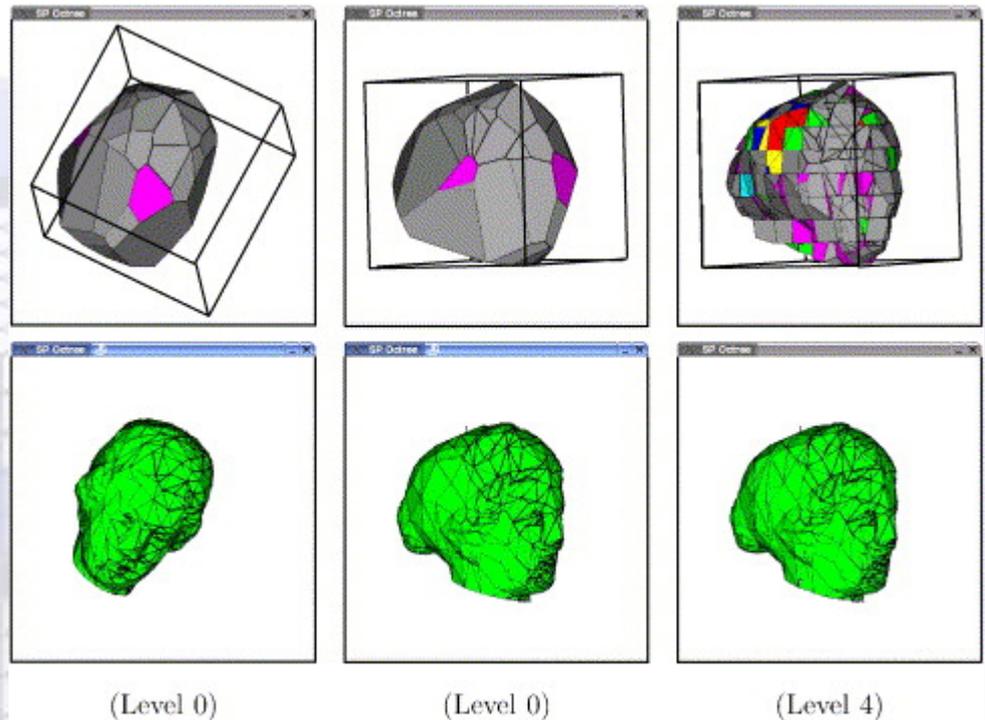
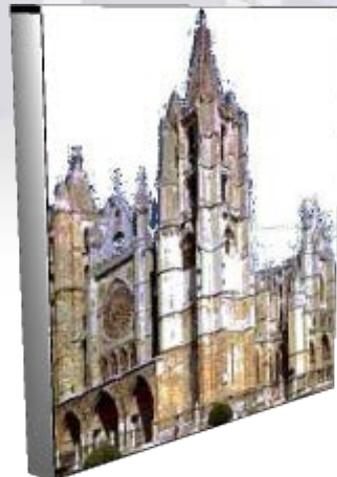




Realidad Virtual: Técnicas

Impostores

Sustitución de detalles geométricos lejanos por imágenes

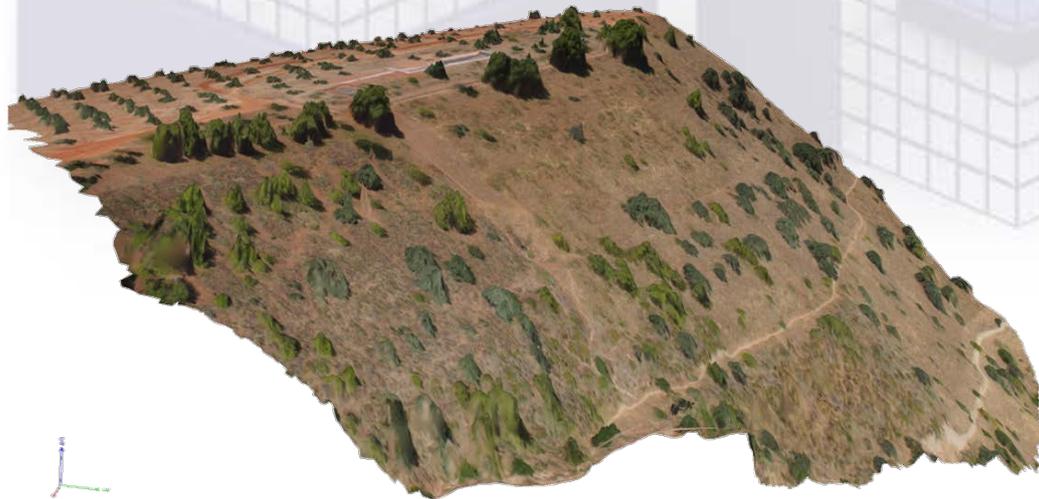




Realidad Virtual: Técnicas

Creación automática de modelos

- Digitalización láser – precisión en el modelo
- Reconstrucción 3D a partir de imágenes





Conclusiones

- **Realidad Virtual = Simulación!!!**
- Aplicaciones ilimitadas
- Dispositivos de bajo coste
- Necesidad de Creación de Modelos Realistas
- **FUTURO MUY CERCANO → PRESENTE !!!**



Laboratorio de realidad virtual de la UGR

