



Teoría de Gráficos 3D (I)

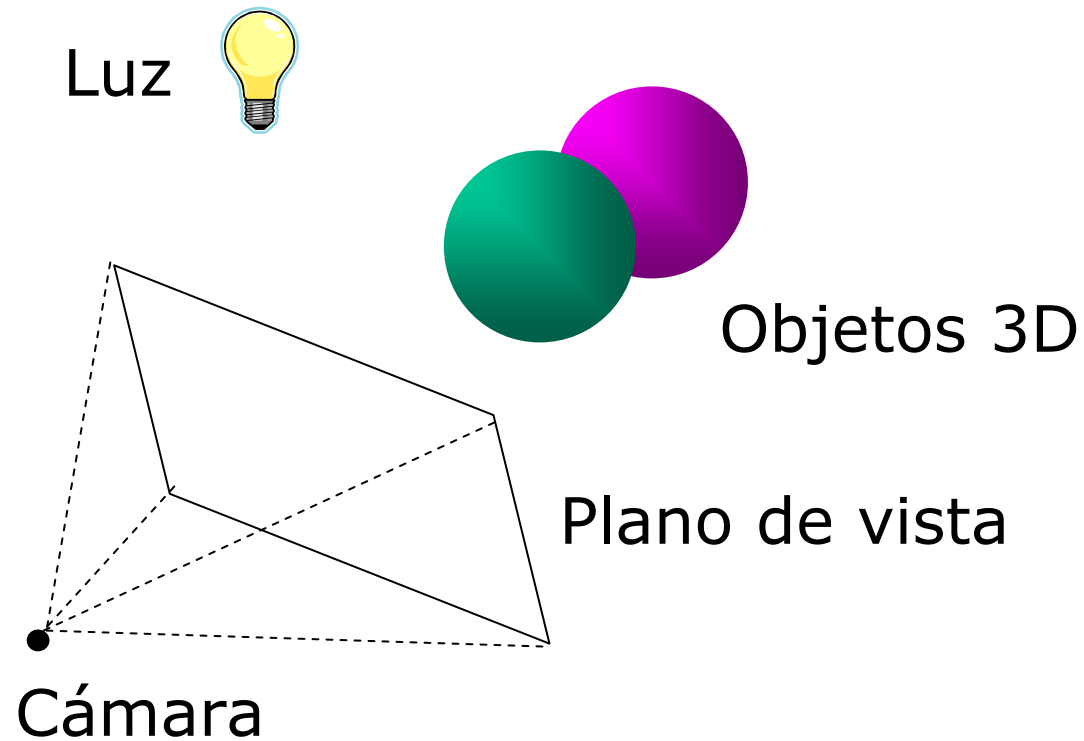
Realidad Virtual y Animación

Miguel Ángel Otaduy
Álvaro Pérez Molero

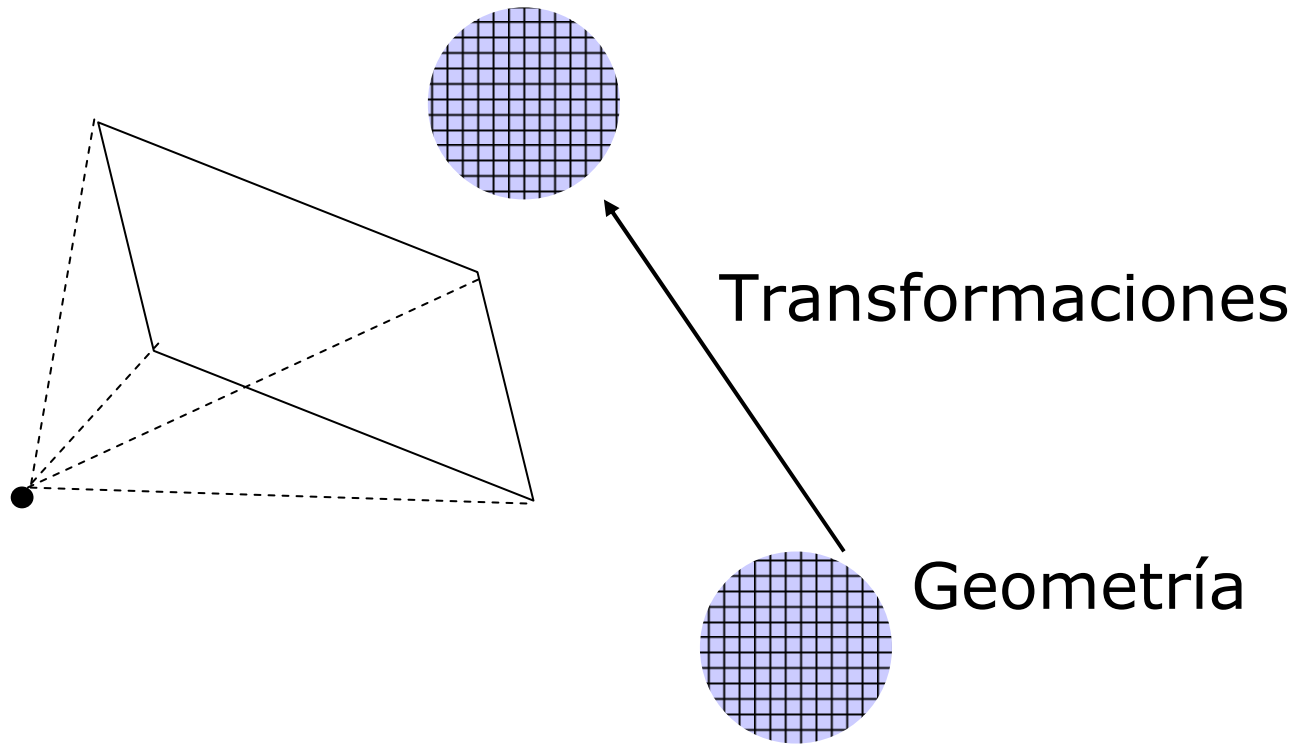
Curso 2011/2012



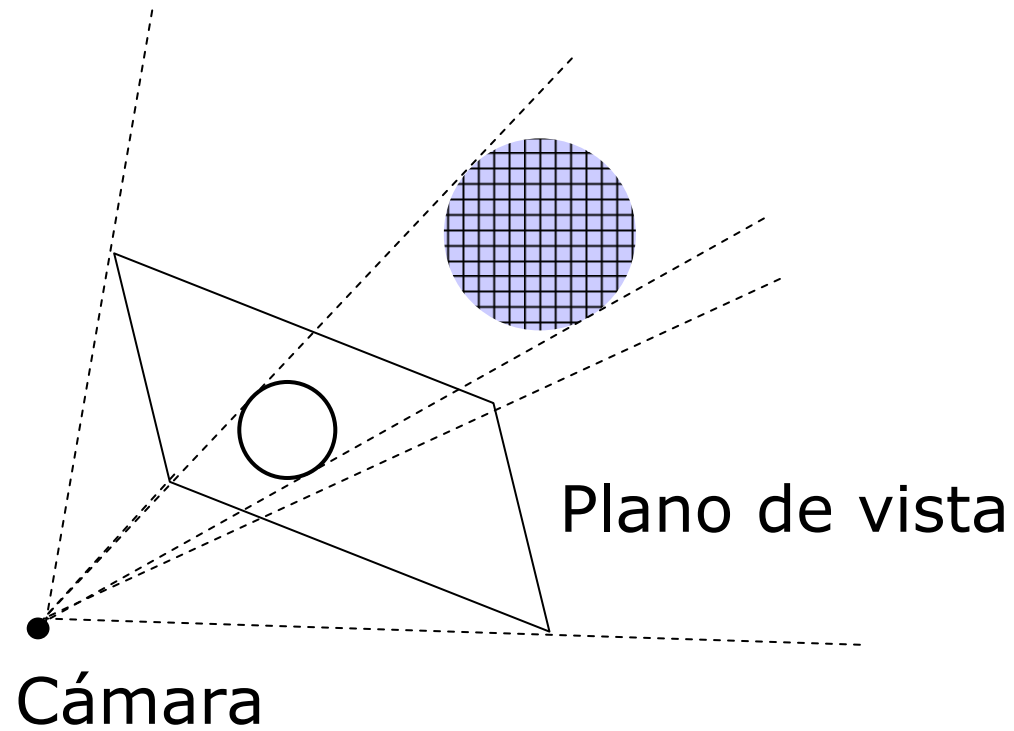
Del mundo 3D a la imagen



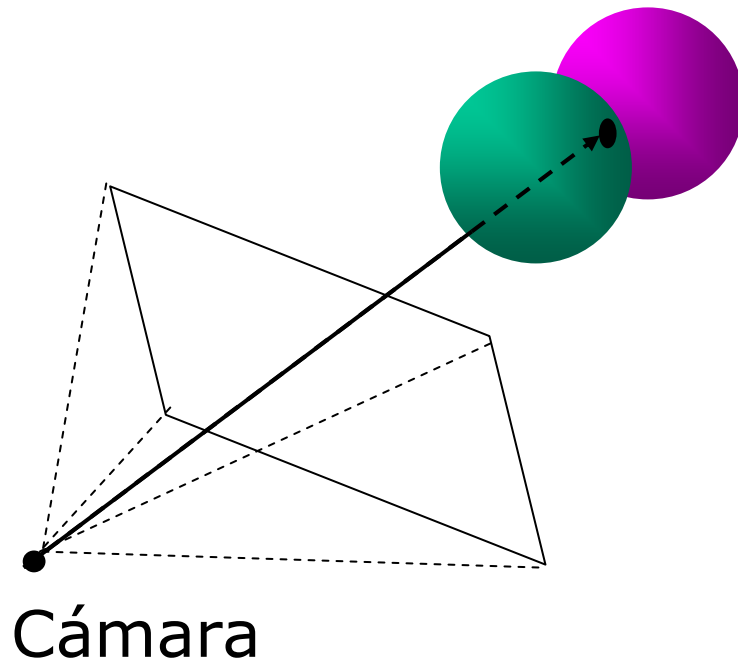
1: Transformaciones



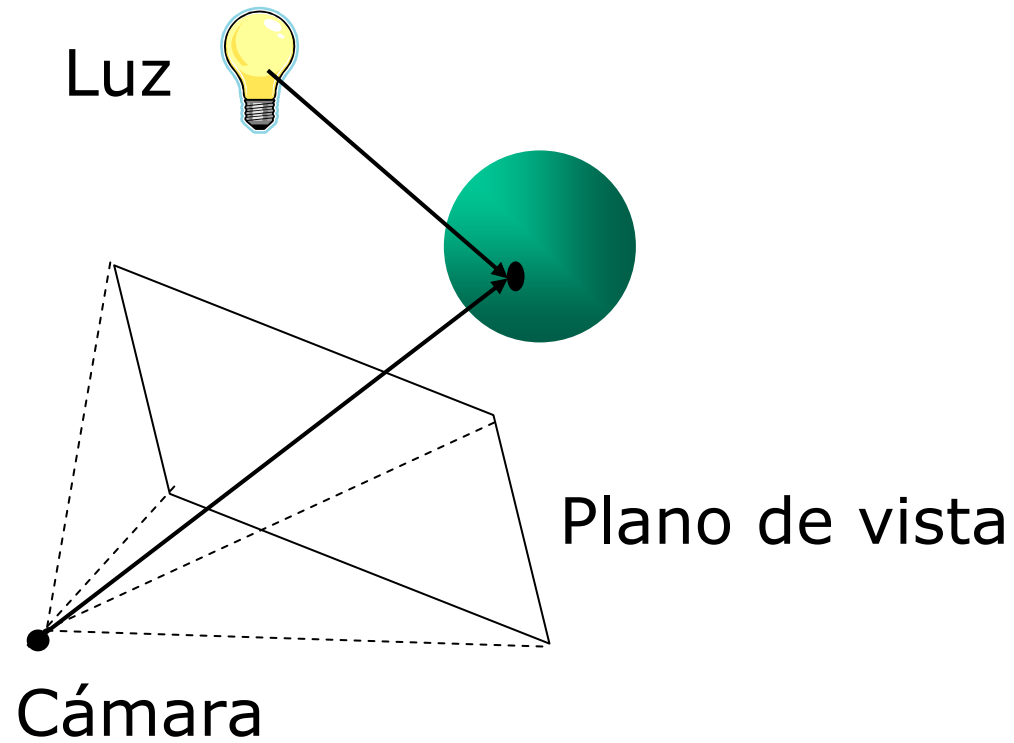
2. Proyección



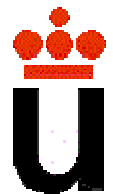
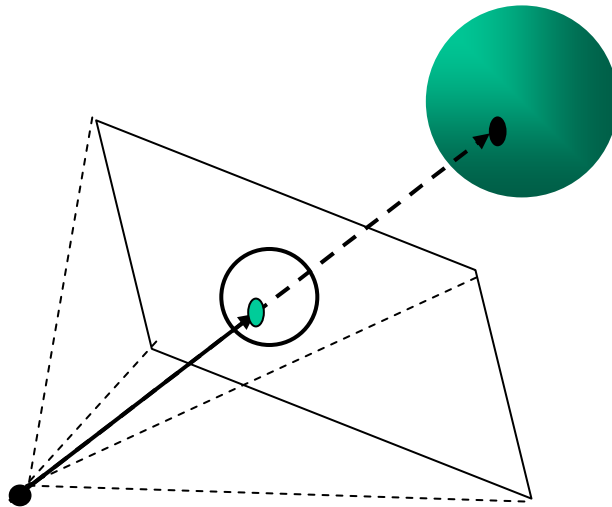
3. Visibilidad



4. Iluminación



5. Sombreado



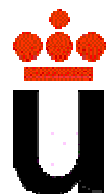
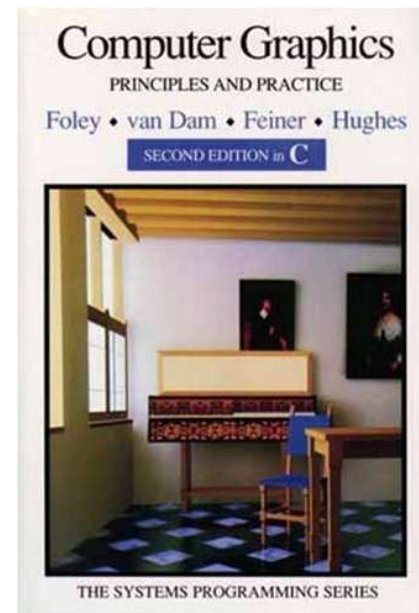
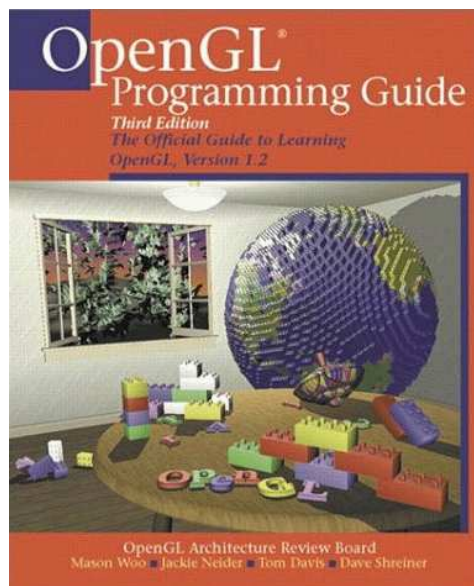
Referencias

OpenGL Programming Guide (The Red Book)

<http://www.opengl.org/documentation/>

<http://fly.cc.fer.hr/~unreal/theredbook/>

Computer Graphics (Foley & van Dam)



Índice

- Proyecciones
- Cámara
- Transformaciones
- Visibilidad
- Iluminación
- Sombreado

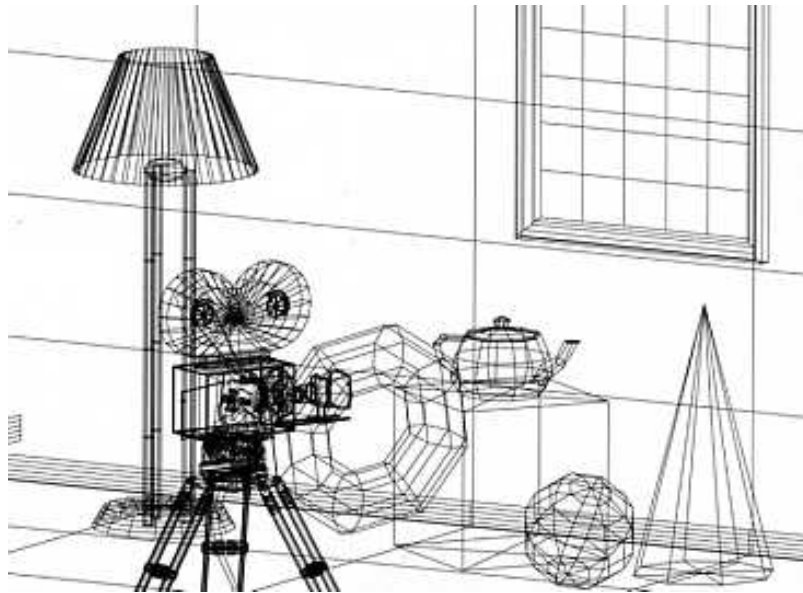


Índice

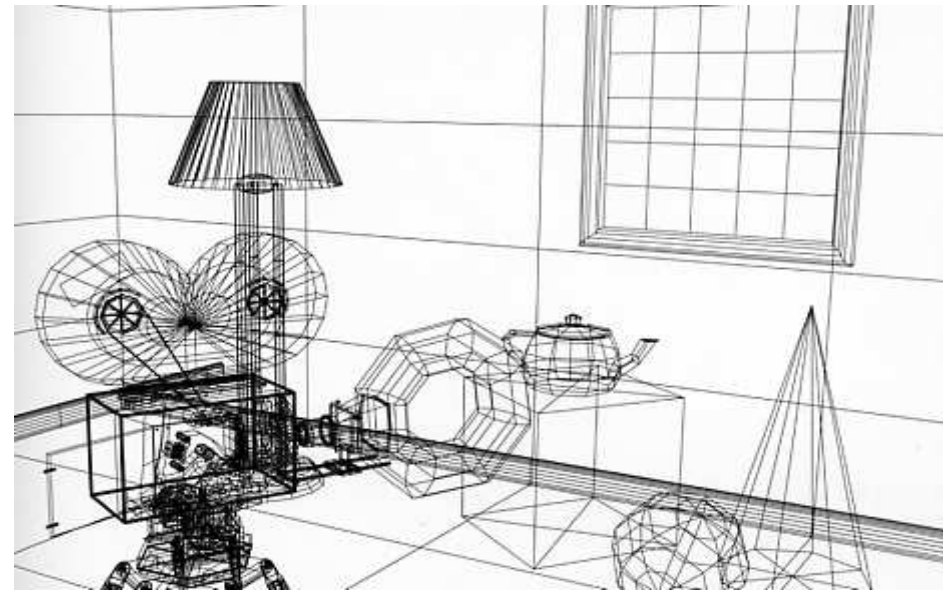
- **Proyecciones**
- Cámara
- Transformaciones
- Visibilidad
- Iluminación
- Sombreado



Tipos de Proyección



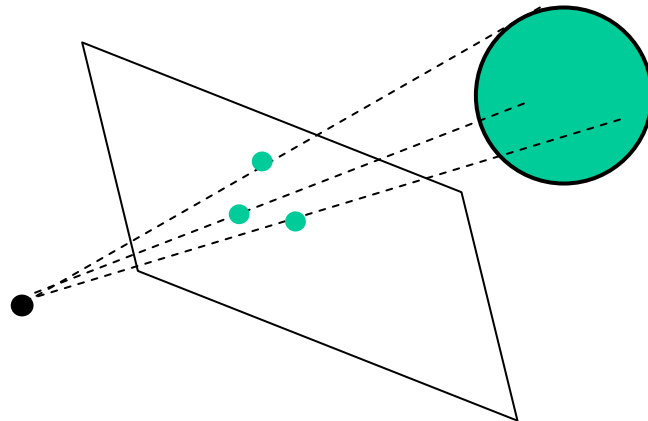
Proyección ortográfica
axonométrica



Proyección perspectiva
cónica

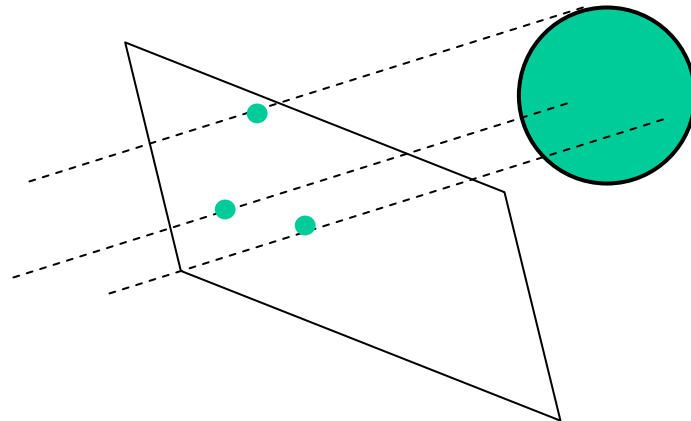
Tipos de Proyección

- Proyecciones cónicas
 - Las direcciones de proyección convergen en un punto
 - La escala cambia con la distancia
 - Mejor sensación 3D, más realista
 - Aplicación: gráficos 3D



Tipos de Proyección

- Proyecciones cilíndricas
 - Las direcciones de proyección son paralelas
 - La escala se mantiene
 - Mejor descripción del tamaño
 - Aplicación: dibujo técnico



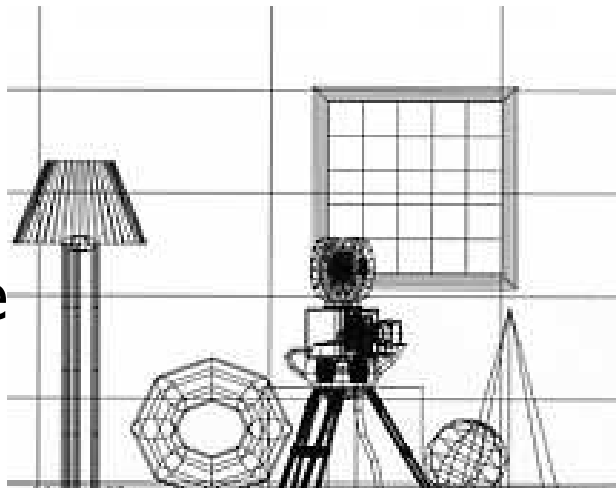
Tipos de Proyección

- Proyecciones cónicas
 - Perspectiva cónica frontal
 - Perspectiva cónica oblicua
 - Vista de pájaro
- Proyecciones cilíndricas
 - Proyecciones diédricas ortogonales
 - Perspectiva axonométrica
 - Perspectiva caballera



Proyección Diédrica Ortogonal

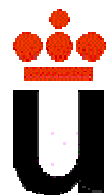
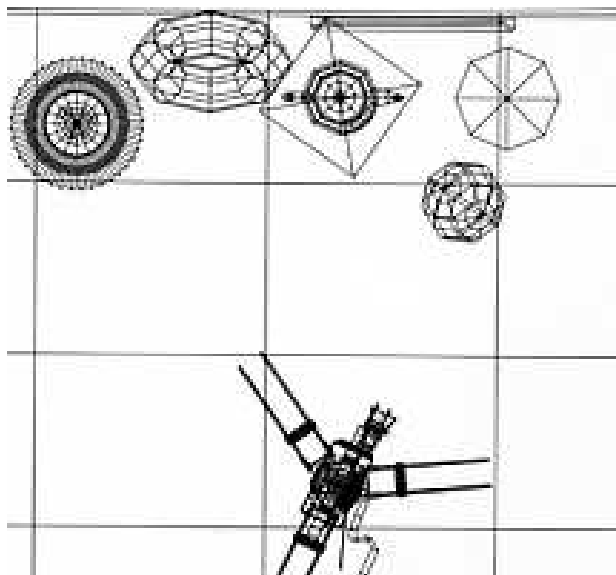
Frente



Perfil

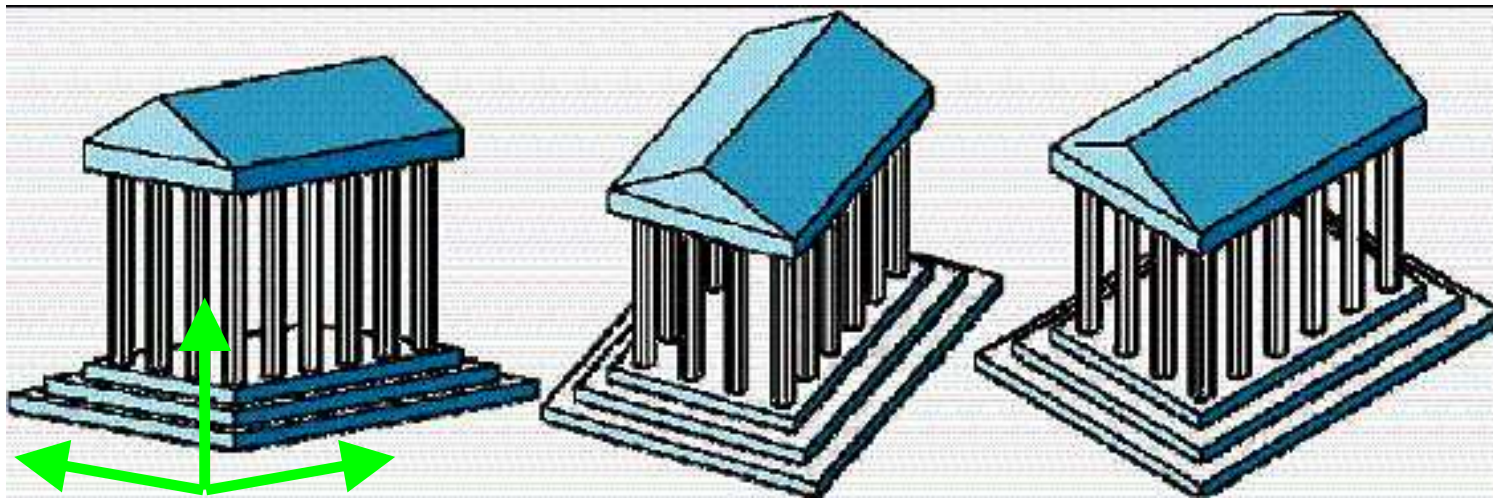


Planta

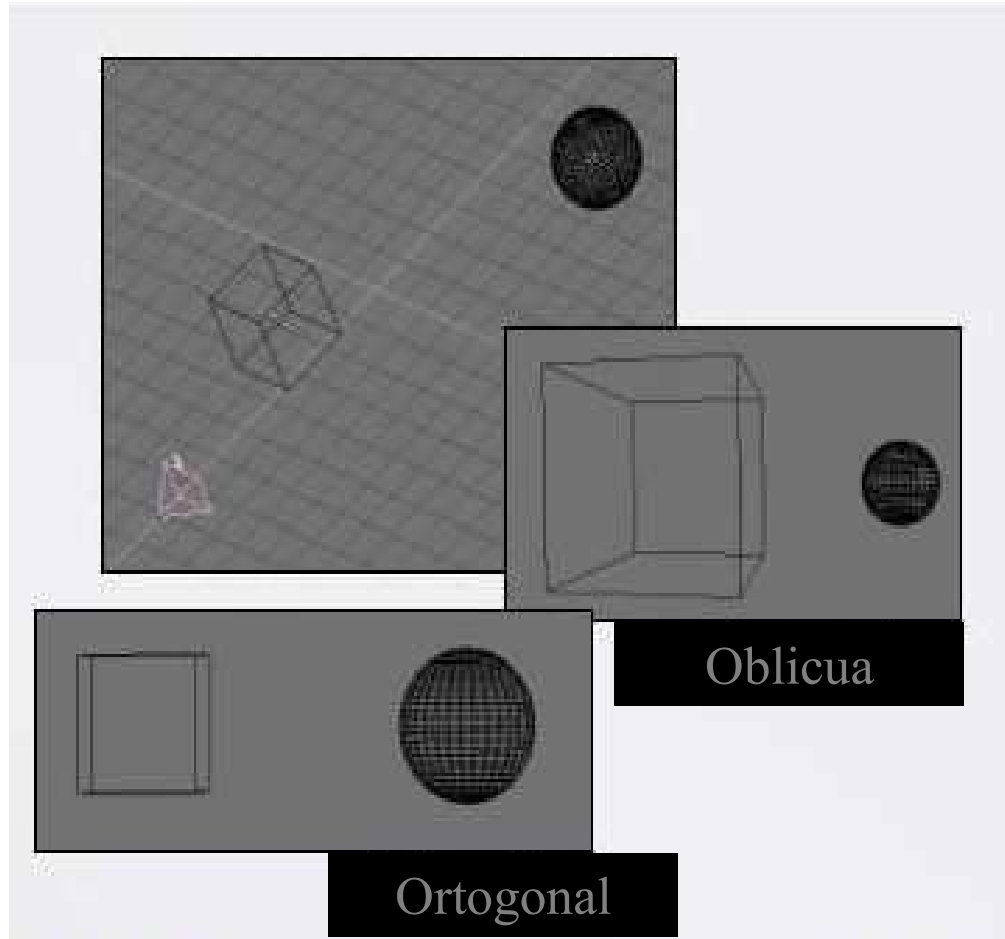


Perspectiva Axonométrica

1. Perspectiva axonométrica dimétrica (2 ángulos iguales y otro desigual)
2. Perspectiva axonométrica trimétrica (los 3 ángulos desiguales)
3. Perspectiva axonométrica isométrica (los 3 ángulos iguales)



Proyección Oblicua vs Ortogonal



Índice

- Proyecciones
- **Cámara**
- Transformaciones
- Visibilidad
- Iluminación
- Sombreado



Modelo de Cámara y Sistemas de Referencia

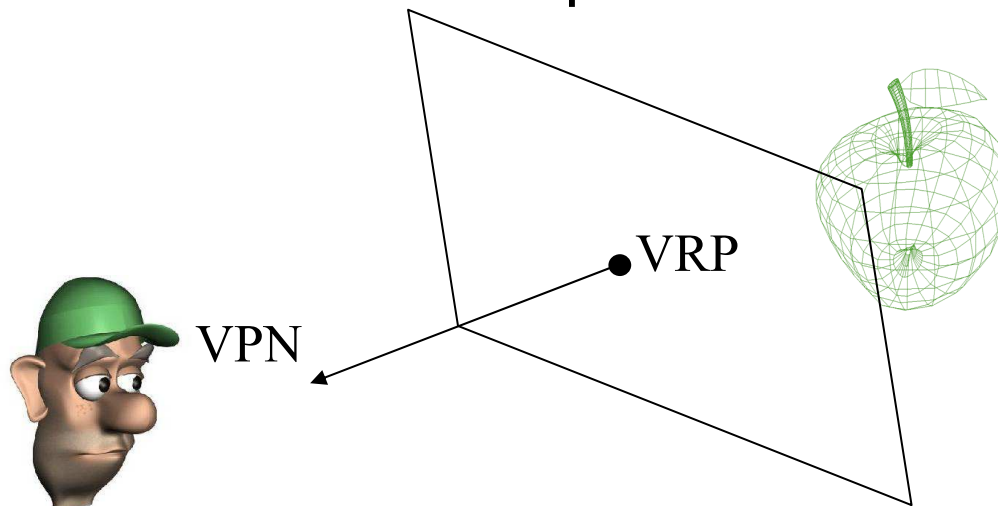
- Sistema de referencia local: Sistema canónico para cada objeto de la escena.
- Sistema de referencia global o del mundo.
- Sistema de coordenadas de vista: cámara, plano de proyección y ventana de recorte.

La vista tridimensional comprende una proyección y un volumen de vista (respecto del cual se recorta la escena)



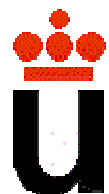
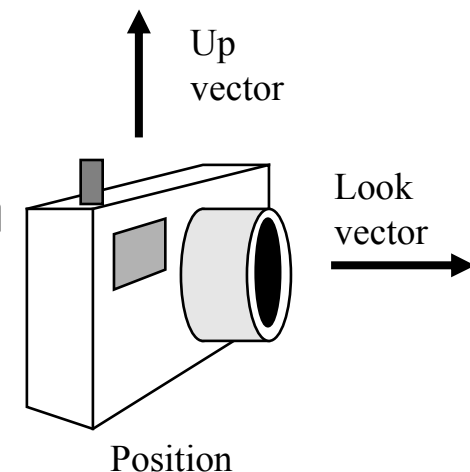
Plano de Vista

- Plano de vista: plano de proyección (lo más normal es situarlo entre los objetos y el observador).
- Se define por:
 - punto de referencia de vista (VRP)
 - vector normal al plano de vista (VPN)



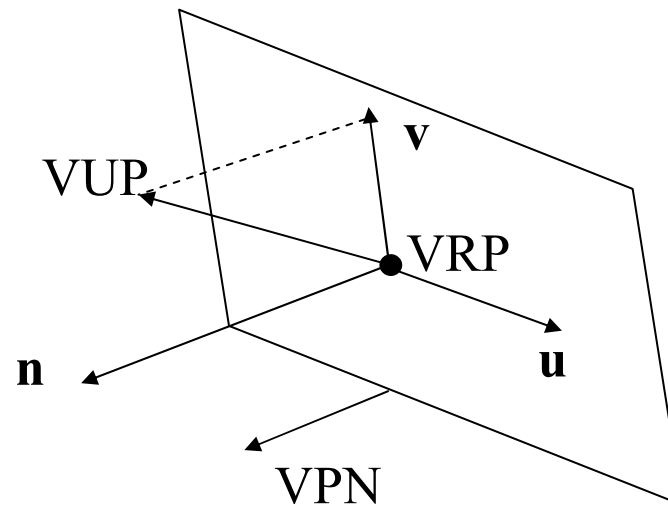
Sistema de Coordenadas de Vista (VRC: View Reference Coordinates)

- Su origen es el VRP (view reference point)
- VPN (vector normal al plano de vista): es uno de los ejes del sistema
- VUP (view up vector, vector de vista arriba): es otro de los ejes del sistema
- Eje \mathbf{v} se define como la proyección de VUP en el plano de vista
- Eje \mathbf{u} es $\mathbf{v} \times \mathbf{n}$ para formar sistema de mano derecha
- VRP, VPN y VUP se especifican en el sistema de coordenadas del mundo



Sistema de Coordenadas de Vista (VRC: View Reference Coordinates)

Plano de vista: definido por VRP y VPN



Ventana de Recorte

- Define el área de vista que el usuario tiene de la escena completa. Sobre el plano de vista.
- Las partes del mundo tridimensional que una vez proyectadas queden fuera de la ventana de vista no se representarán.
- Determinada por las coordenadas máximas y mínimas de u y v .
- No tiene por qué ser simétrica con respecto al VRP



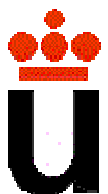
Punto de Referencia de Proyección (PRP)

- Se sitúa al observador mediante:
 - punto de referencia de proyección (PRP projection reference point)
 - Tipo de proyección
- VRP, VPN y VUP se especifican en el sistema de coordenadas del mundo
- El PRP se especifica en el sistema VRC, no en el del mundo. La posición de PRP con respecto al VRP no cambia al mover el VRP o VUP



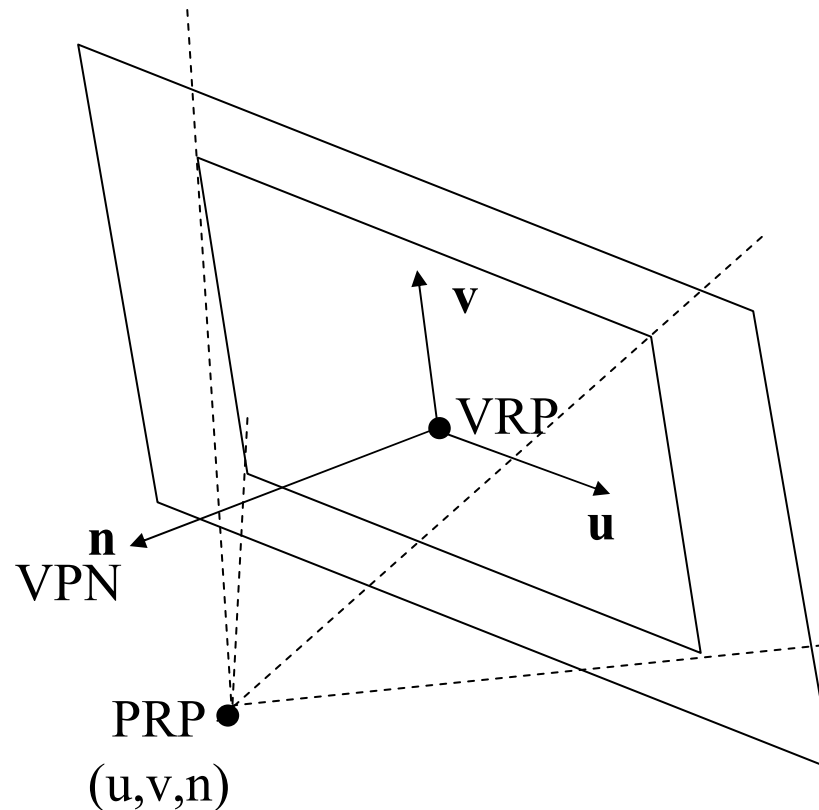
Volumen de Vista (View Frustum)

- Porción del mundo real que se recortará y proyectará sobre el plano de vista.
- Las posiciones detrás del PRP no se incluyen en el volumen de vista y por tanto no se proyectan



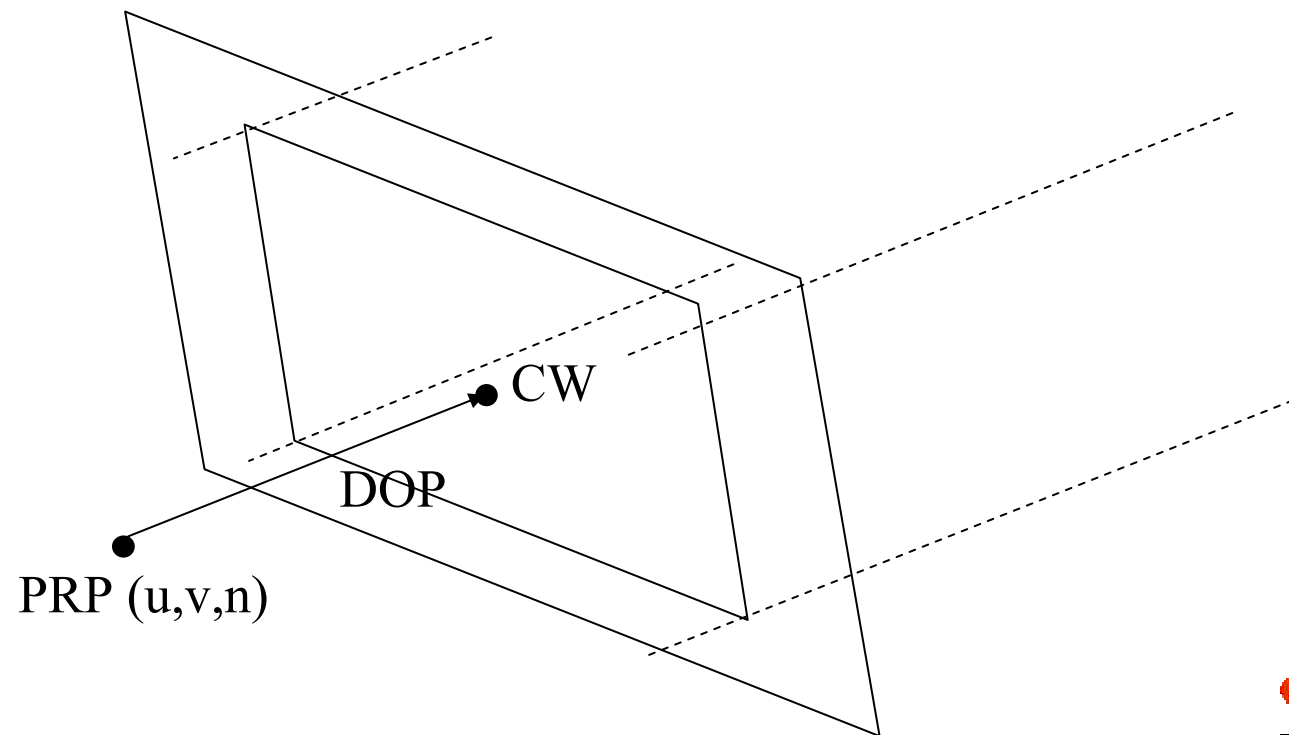
Volumen de Vista (View Frustum)

- En proyección perspectiva, el volumen de vista es una pirámide con centro en PRP y aristas que pasan por los vértices de la ventana de recorte



Volumen de Vista (View Frustum)

- En proyección paralela, es un paralelepípedo con los lados paralelos a la dirección de proyección DOP (determinada por PRP y el centro de la ventana)

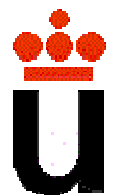
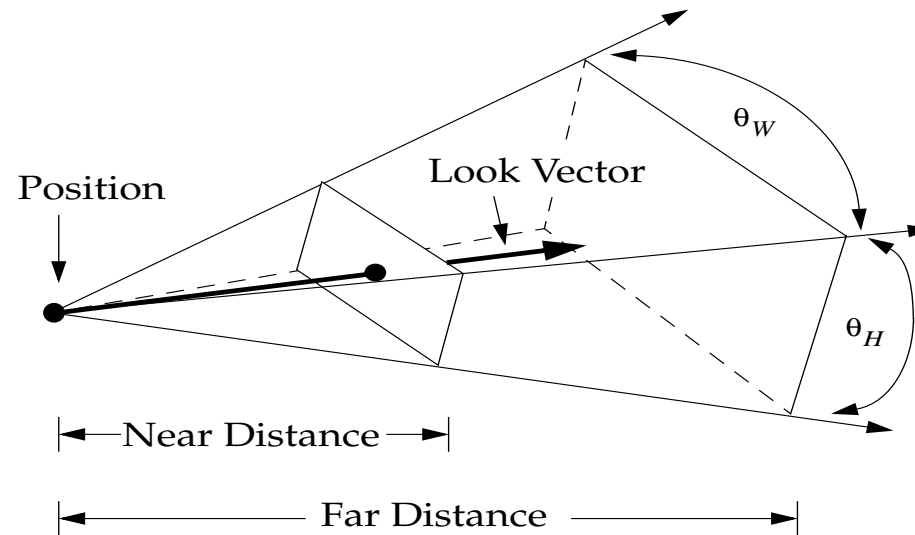


Volumen de Vista (View Frustum)

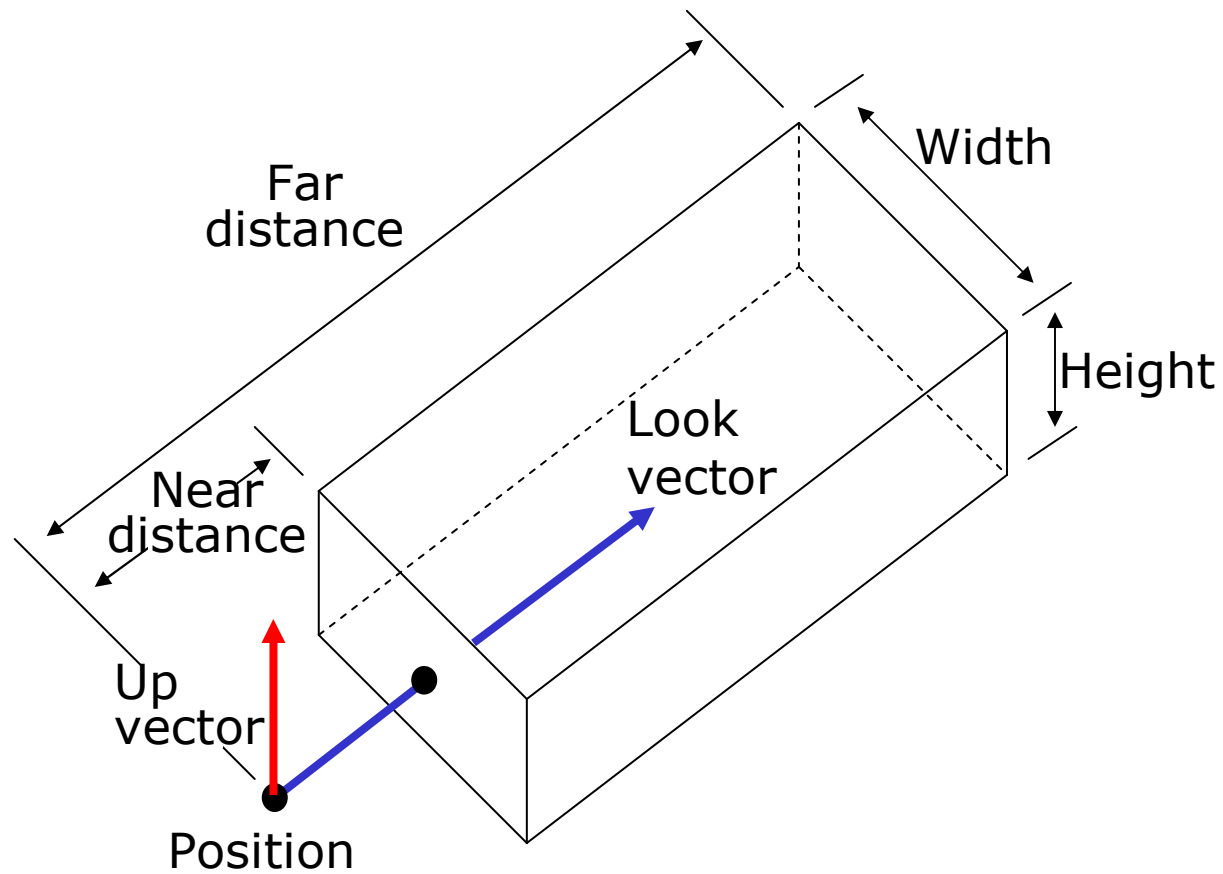
- Para que sea finito (limitar la visión del usuario y el número de objetos que se proyectan), se limita mediante los planos de recorte anterior y posterior (o cercano y lejano).
- Son planos paralelos al plano de vista, su normal es VPN



Volumen de Vista en Proyección Perspectiva



Volumen de Vista en Proyección Paralela



Índice

- Proyecciones
- Cámara
- **Transformaciones**
- Visibilidad
- Iluminación
- Sombreado



Transformaciones de Coordenadas



- Coordenadas Afines
- Coordenadas Homogéneas

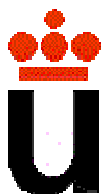


Transformaciones Afines

- Son transformaciones con una parte lineal y una traslación

$$q = A \cdot p + t$$

- Preservan varias propiedades: puntos colineales, relaciones de distancias...



Transformaciones Afines

- Tipos de transformaciones afines:
 - Traslación
 - Rotación
 - Escalado
 - Cizallado

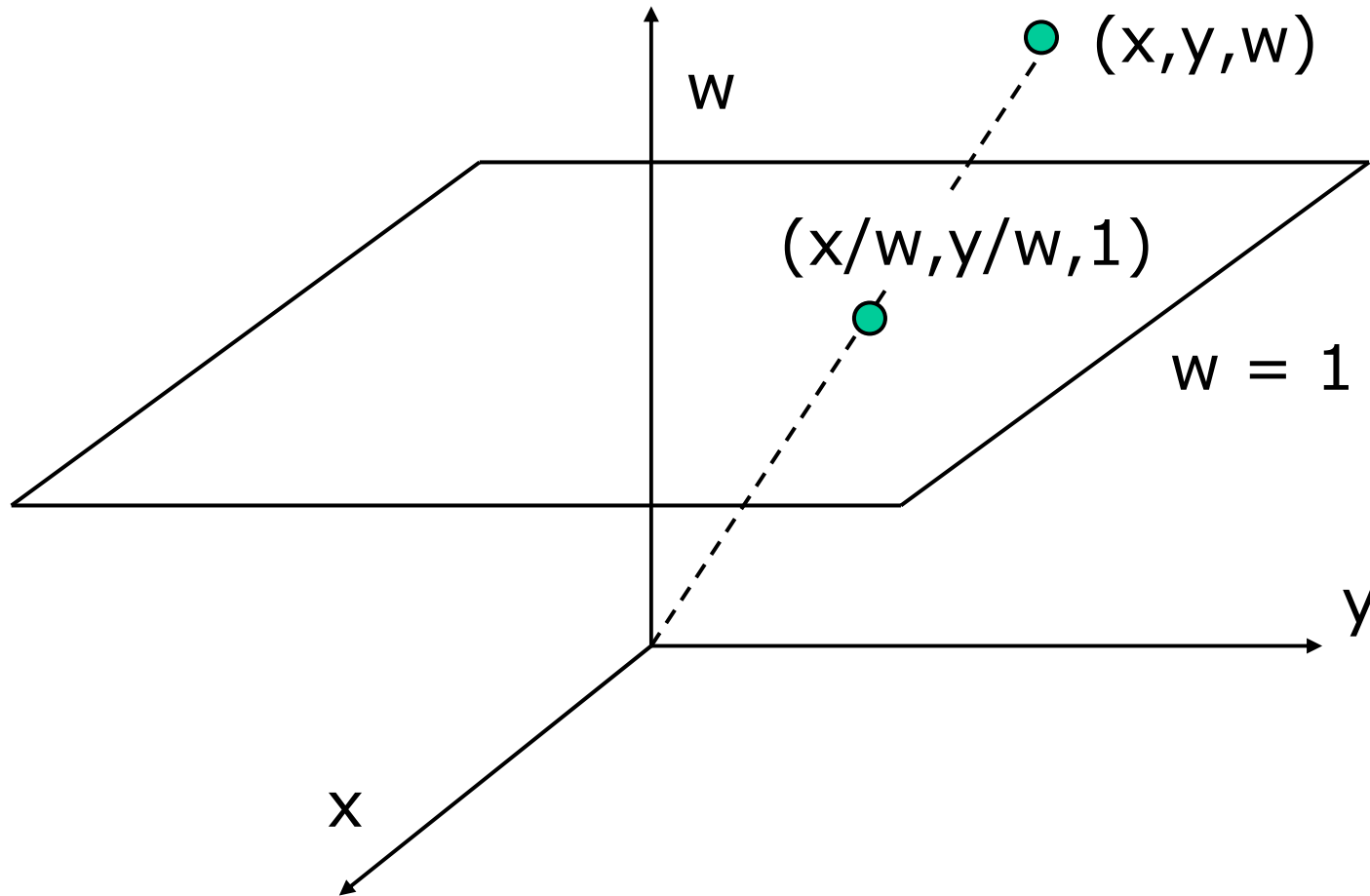


Coordenadas Homogéneas

- Queremos poder expresar cualquier transformación afín mediante un producto por una matriz de transformación
- Aumentamos la dimensión del vector de coordenadas
- Podemos representar de forma homogénea puntos y vectores



Coordenadas Homogéneas



Transformaciones con Coordenadas Homogéneas

$$q = A \cdot p + t$$

Coordenadas Afines

$$\begin{pmatrix} q \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & t \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p \\ 1 \end{pmatrix}$$

Coordenadas Homogéneas

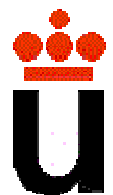


Traslación

Desplazamos el origen y los ejes de forma paralela.

En dos dimensiones:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & d_x \\ 0 & 1 & d_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$



Rotación

Giramos los ejes un ángulo θ
(positivo si gira en sentido anti-horario)

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\operatorname{sen} \theta & 0 \\ \operatorname{sen} \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$



Escalado Uniforme y No Uniforme

Variamos la escala en los ejes
coordinados con el mismo factor
de escala o diferente para cada eje

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} sx & 0 & 0 \\ 0 & sy & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$



Cizallado (Shear)

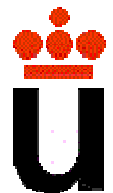
- No mantiene los ángulos, mantiene las rectas y el paralelismo
- Menos utilizada en gráficos

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ b & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$



Composición de Transformaciones

- Permite realizar operaciones complejas como combinación de otras más sencillas.
- Sucesión de operaciones básicas: composición o multiplicación de matrices
- Ejemplo: Rotar un objeto respecto a un punto arbitrario P_1 .
 1. Trasladar el punto P_1 al origen.
 2. Rotar el objeto un ángulo θ .
 3. Trasladar el punto P_1 a su posición original.



Composición de Transformaciones

- El orden de ejecución es importante, pues las matrices no siempre cumplen la propiedad conmutativa.
- Casos en los que sí se cumple:
 - Traslación. Traslación.
 - Escalado. Escalado.
 - Escalado ($S_x = S_y$). Rotación.

