

Modelado de sólidos por computadora

José Cristobal Sánchez-Mayendia*

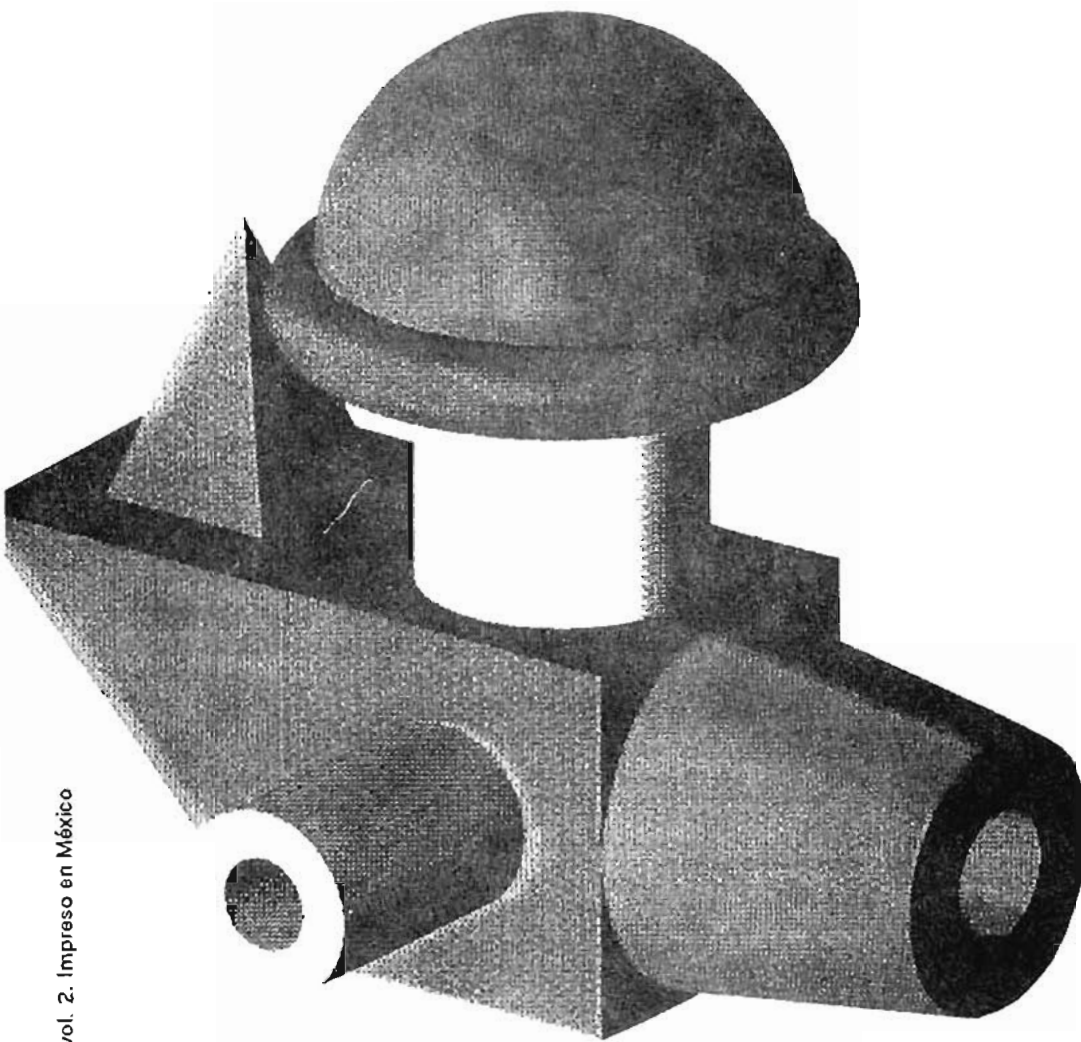
Introducción

Este trabajo forma parte de mis investigaciones sobre lo que se llama con cierta frecuencia en las revistas especializadas en informática *arte por computadora*, expresión que por otra parte no está definida con demasiada claridad excepto en el caso de las aplicaciones de computadora a la *animación*, al *video* y en general a las Técnicas Cinematográficas. Muy pocas veces hacen referencia las publicaciones especializadas en Arte a expresiones artísticas salidas de un *hard-copy* o un *plotter* y que son en realidad dibujos que se pueden colgar en una galería como si de un cuadro se tratase.

Las imágenes que mostraremos son el resultado de intentar establecer una relación futura entre el arte y la ciencia. No puedo negar que el ser Profesor de Dibujo Geométrico y Perspectiva ha ejercido una importante influencia en mis Dibujos pero también creo que el conocimiento del Dibujo en 3D (3 dimensiones) por computadora será el cimiento sobre el que estarán asentados los futuros logros de los artistas y científicos que trabajan con este medio.

Nuestro propósito es establecer la filosofía general del Dibujo de Sólidos por computadora y sus posibilidades de futuro.

El núcleo central de este trabajo estará basado en algunas de mis experiencias en Dibujo por computadora en 3D, concretamente en *modelado de sólidos*, con el paquete in-



* Facultad de Bellas Artes Universidad del País Vasco Leioa (Vizcaya) España

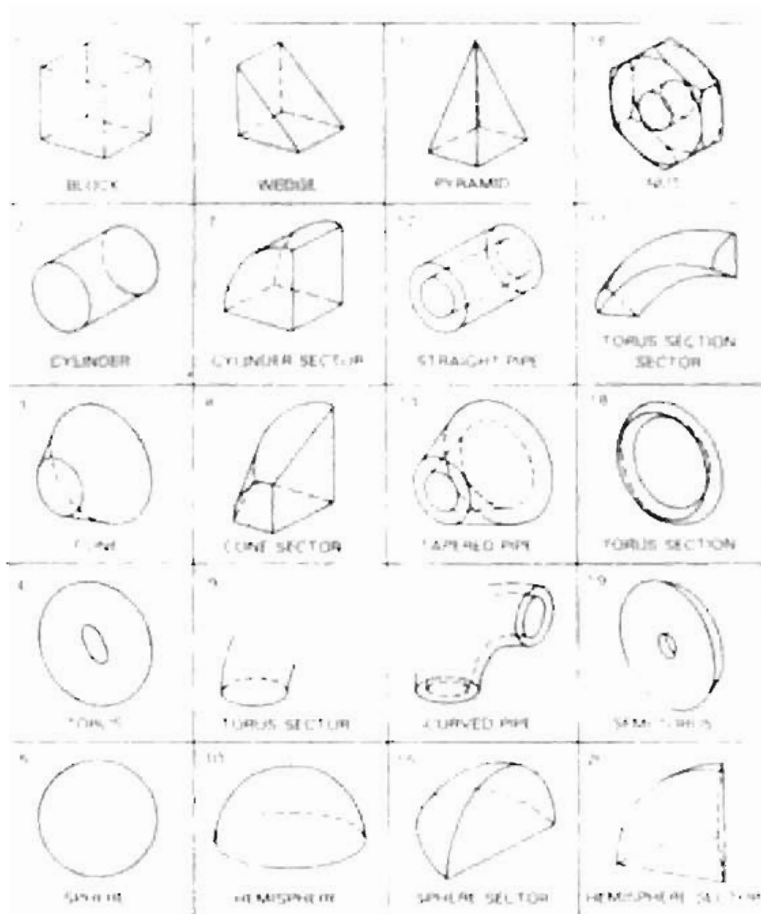


Fig. 1 Primitivas Standar del Paquete 3D. BOXER

formático *BOXER* y computadora VAX-750.

El programa *BOXER* fué realizado por la Universidad de LIPTS (U.K.) y comercializado posteriormente por la compañía *Control Data*. Es un programa potente y junto con el paquete *DOGS* (2D) permite el paso de 2D a 3D y viceversa mediante el interface correspondiente.

La computadora VAX - 750 es un computadora multiusuario con posibilidad de trabajar hasta con 6 pantallas de alta resolución.

El problema que hemos tenido con dibujos complejos a sido su lentitud ya que 6 usuarios a la vez no permite a la C.P.U. gran velocidad.

Definición de solido representable

Es importante destacar que no todos los sólidos son representables.

Un sistema modelador de sólidos debe ser capaz de distinguir los sólidos geoméricamente correctos de aquellos que no lo son, y sólo debe permitir almacenar los primeros.

Se define como sólido representable el que cumple las siguientes condiciones:

1 Debe ser rígido; su forma ha de ser independiente de la posición espacial y orientación.

2 Debe ser finito, ocupando una porción finita del espacio.

3 Su superficie externa debe ser cerrada y orientable, ha de determinar sin ambigüedad qué parte es interior al sólido y qué parte es exterior.

4 Debe cumplir la ecuación de Euler:

$$C + V - A = 2 + R = 2H$$

C = número de caras

V = número de vértices

A = número de aristas

R = número de anillos interiores

h = número de agujeros que atraviesan el cuerpo

5 Toda operación geométrica (traslaciones y rotaciones) o booleana (unión, intersección o diferencia con otro sólido) entre sólidos representables debe producir como resultado otros sólidos representables.

Reseña historica de los modeladores de solidos

Los modeladores de sólidos tuvieron hasta la década de los 80 una aplicación singular y aislada dentro del núcleo de CAD. Los costos del *software* eran muy elevados, con deficiencias en los programas y por lo que respecta al *hardware* se necesitaban computadoras de gran potencia para soportarlos. Faltaba interactividad y con pobre interface para el usuario, así como ausencia de conexiones con otras aplicaciones. No trataban objetos delimitados para caras cilíndricas, cónicas y en algunos casos esféricas. En resumen podemos decir que las limitaciones eran grandes.

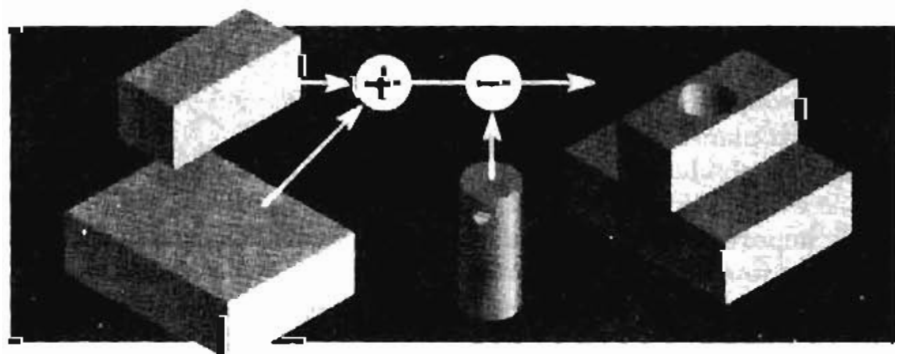
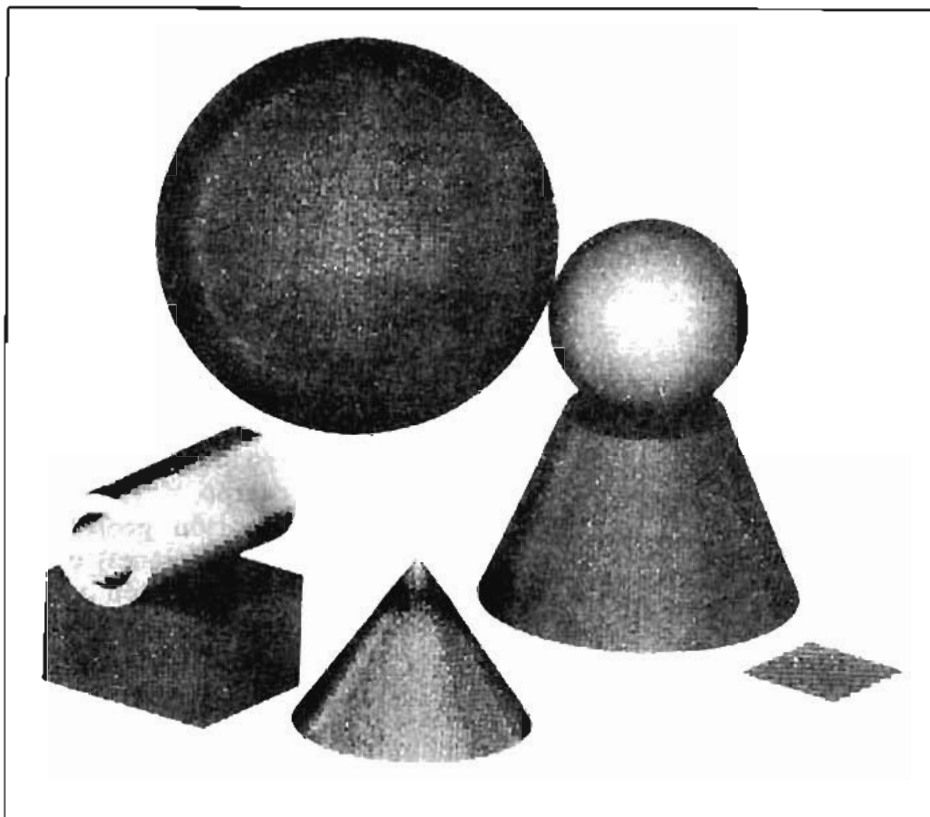


Fig. 2



Conjunto de Primitivas gráficas en 3D.

Si entendemos por presente lo que llevamos de la década de los 80 los modeladores de sólidos existentes no son perfectos pero se está en la línea de obtener mejores resultados para el DISEÑO en 3D, trabajándose en solucionar los problemas debidos a la poca compenetración existente entre el *software* y el *hardware*.

Para solucionar la ausencia de conexiones con otros programas se deben usar modelos sólidos con modelos existentes en forma alámbrica y de superficie. Los modeladores sólidos modernos utilizan una única base de datos e integran las diferentes aproximaciones al modelo (alámbrica, superficie y sólidos) en el mismo sistema.

En la actualidad los sistemas permiten tratar objetos delimitados a la vez por caras planas o cilíndricas y superficies esculpidas.

Se prevee unas inversiones cada vez más importantes en *Software* comparadas con el *Hardware* y en consecuencia un auge del modelado sólido en los años futuros. En esto se nota la influencia de las nue-

vas generaciones de programas de modelado sólido y la posibilidad de obtener estaciones de trabajo gráficas muy potentes a buen precio.

Características de los modeladores sólidos

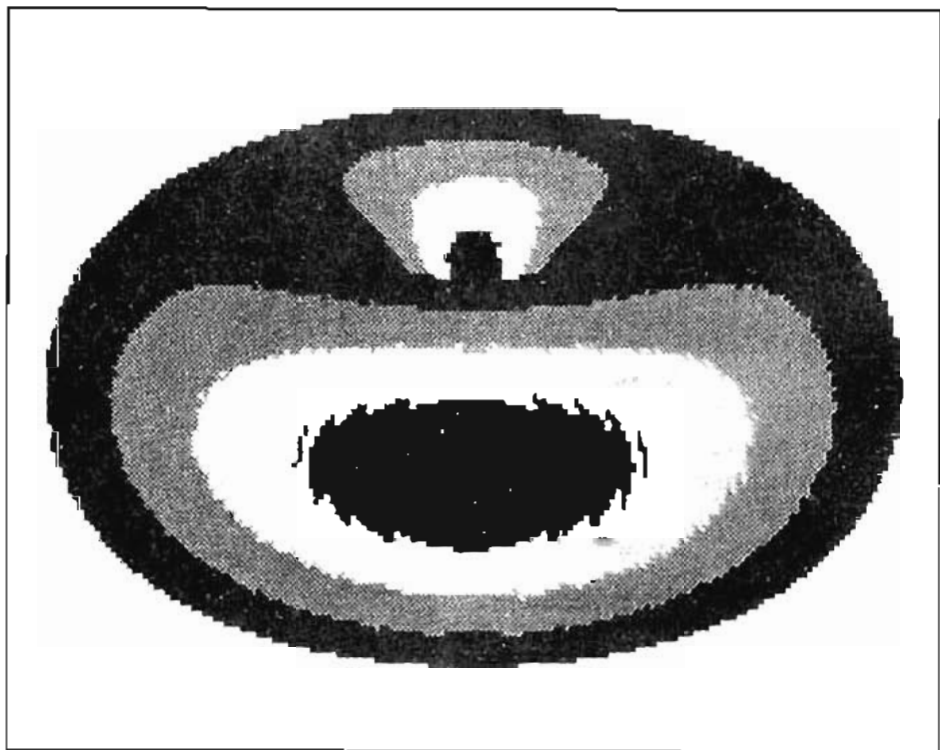
Al disponer del modelo sólido del objeto quedan reducidos otros errores de la etapa inicial del CAD ya que los dibujos en 2D se obtienen casi automáticamente del modelo.

La presentación de planos e ilustraciones son producidas por sistemas de dibujo en 2D enlazadas con el modelador.

Casi toda la información que se necesita para definir un objeto está incluida en el modelo sólido. Además para su definición puede utilizarse información que luego se puede necesitar en otras etapas.

Las tareas de programación de control numérico (NC) pueden, al menos en teoría, ser realizadas automáticamente si se usan modelos sólidos.

Los verdaderos modeladores sólidos pueden determinar automáticamente propiedades del objeto tales como peso, centro de gravedad, volumen, radios de giro y momento de inercia.



Toro geométrico. En este dibujo hemos dado a las variables valores con objeto de obtener semejanza con una manzana.

Las secciones transversales se obtienen cortando el modelo, permitiendo así exponer detalles internos de una parte compleja.

Un conjunto de partes puede ser construido con computadora para asegurarse de que todas encajan como se había planeado.

El movimiento de conjuntos mecánicos puede ser realizado para chequear el funcionamiento correcto.

El estudio cinemático de partes móviles puede ser realizado con detección de interferencias en tres dimensiones.

La creación del modelo por elementos finitos (FEM) desde un sólido ha sido anunciado como el camino automático hacia el análisis por elementos finitos.

Idealmente, un programa de generación automática de mallas tomaría el modelo sólido como entrada, crearía un modelo por elementos finitos que pasaría posteriormente a analizarse para presentar los resultados en el sólidos.

Construcción geométrica de sólidos (CSG)

Con programas de CSG los modelos se construyen combinando bloques simples en 3D llamados primitivas. Las más comúnmente usadas son: cubos, cilindros, conos, esferas y toros, etc. Fig 1.

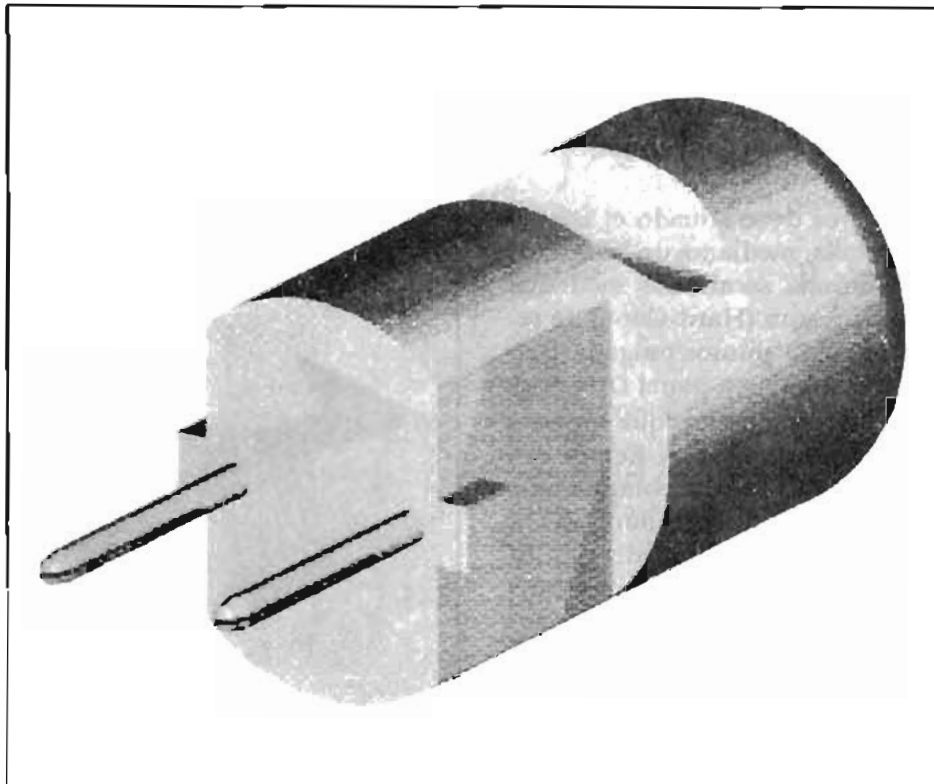
Dichas primitivas son combinadas utilizando operaciones booleanas. Fig 2.

En la práctica, el usuario define el tamaño y posición de las primitivas y luego aplica los operadores que necesite para obtener el objeto deseado.

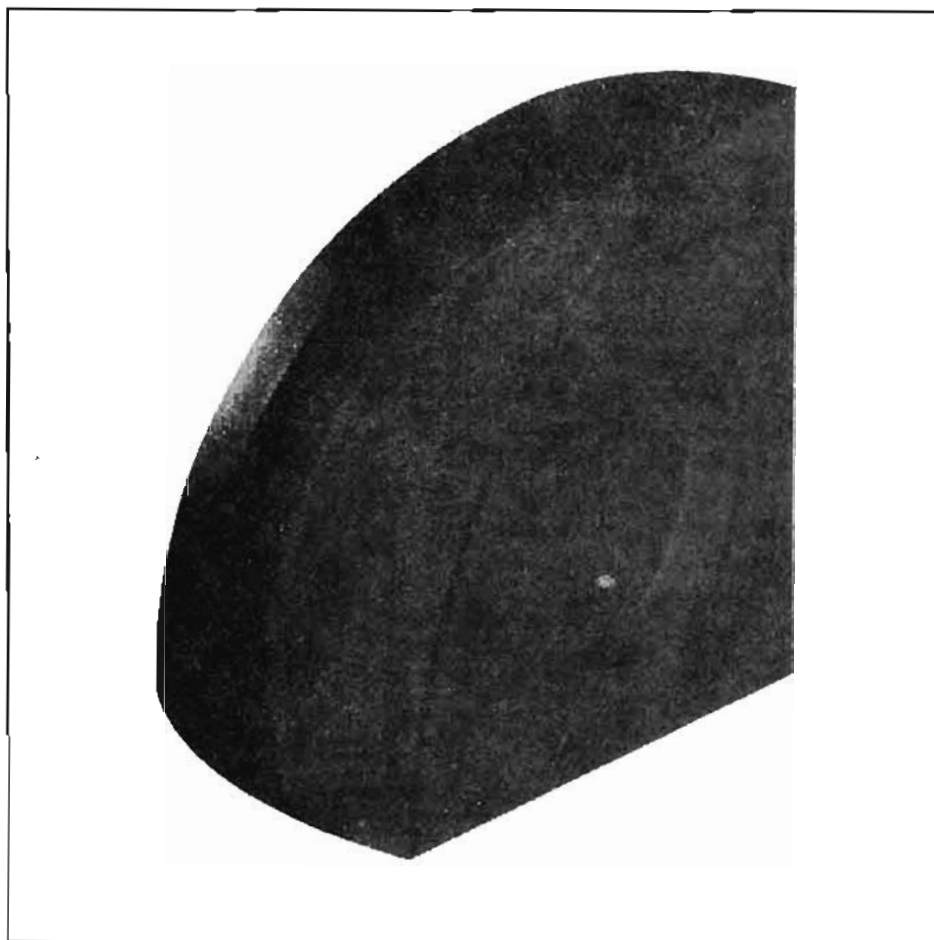
El modelo final irá cambiando mientras se vayan editando operaciones geométricas, permitiendo por lo tanto conocer cada uno de los pasos de creación del mismo.

Vamos a continuación a incluir en este apartado algunos dibujos modelados mediante operaciones booleanas.

El proceso seguido en el siguiente:



Enchufe

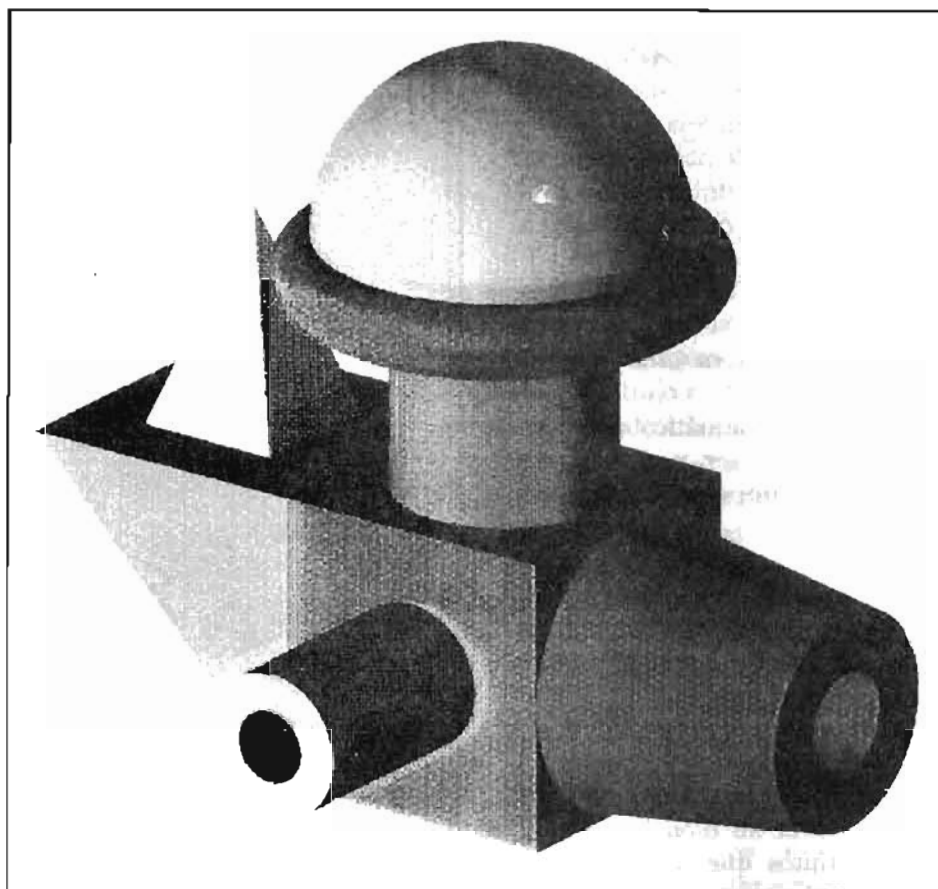


Intersección de un cuarto de esfera con tres cilindros

- Dibujo de las primitivas
- Unión e intersección de las mismas de acuerdo con un criterio preestablecido.
- Determinación de colores.

Una vez determinado el Dibujo en Pantalla, mediante un "volcado" de la misma sacaremos mediante una impresora (Hard-Copy) de resolución 200 puntos/pulgada cuadrada el dibujo en papel DIN A 4.

Es de hacer notar, que en cada una de estas imágenes hemos elegido el color de cada componente, su punto de vista y su iluminación pero no así el sombreado producido que viene directamente determinado por computadora. También es importante reseñar que los sombreados que producen la sensación volumen son exclusivamente sombras propias debidas a dos focos luminosos. El paquete informático no contempla la posibilidad de calcular sombras arrojadas.



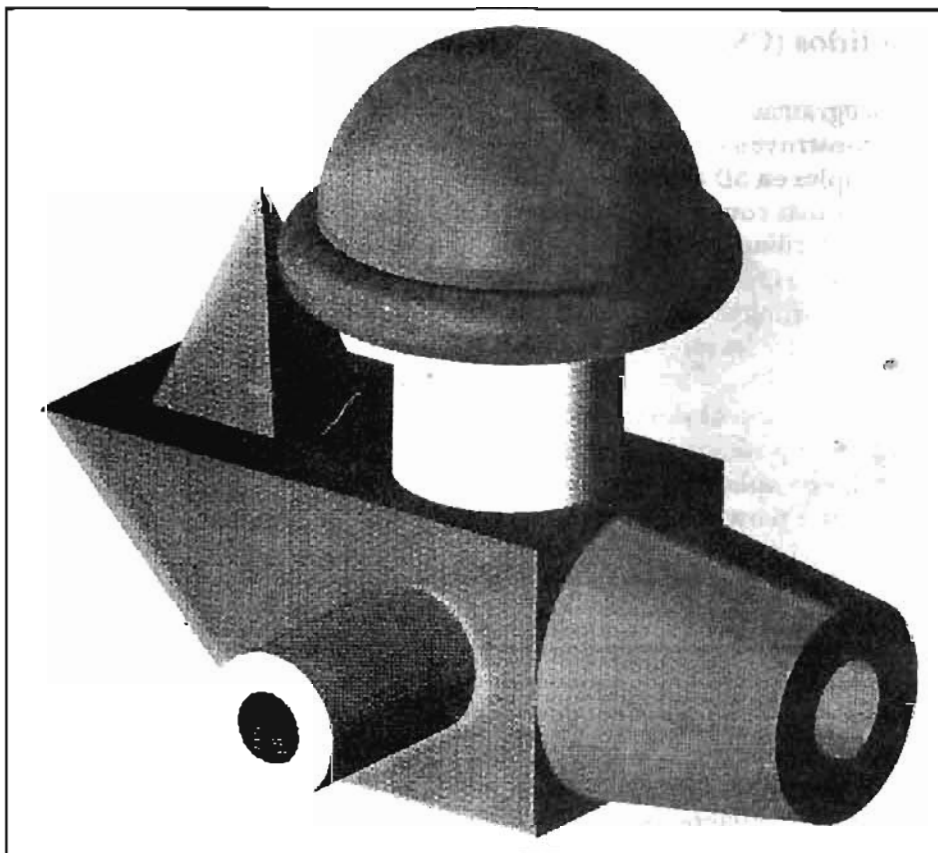
Proyecto escultórico

Conclusiones

En este trabajo hemos expresado la filosofía del Modelado Sólido ya que entendemos que el Dibujo y Diseño por computadora en 3D irán en esta dirección tanto para temas técnicos y científicos como artísticos.

Hemos puesto de manifiesto el método más frecuente para modelar sólidos (a través de primitivas gráficas del paquete informático que se use). Sin embargo, este método no es el único. Citamos a continuación otros métodos también experimentados y que constituirán el objeto de otros trabajos.

- Representación de los límites. Sistemas BREP.
- Giro de un contorno alrededor de un eje.
- Barrido de una superficie según una dirección.
- Representación mediante octrees.
- Primitive instancing.



En este dibujo hemos cambiado los colores y los focos de iluminación.