



UNIVERSITAT
JAUME I

Departament
d'Enginyeria
Mecànica i
Construcció

1.1 TÉCNICAS DE MODELADO GEOMÉTRICO

Pedro Company

Modelado CSG

CSG

Otras técnicas

La metodología de modelado más común se denomina
“**Geometría Constructiva de Sólidos**” (CSG)

Consta de dos tareas:

- ✓ Se toman **sólidos elementales predefinidos**
- ✓ Se combinan

Primitivas

Operaciones
booleanas

Primitivas

CSG

Primitivas

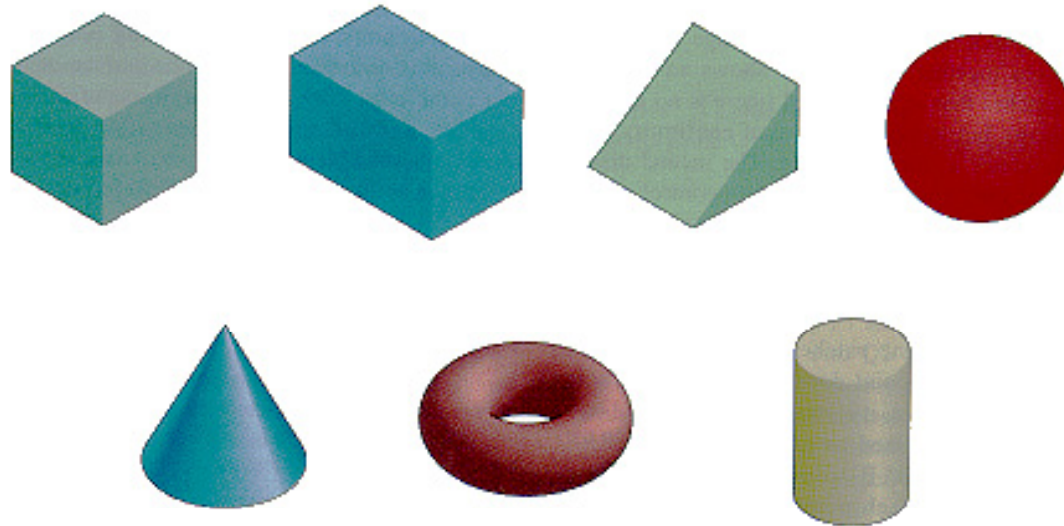
Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

Otras técnicas

Las **primitivas** son figuras geométricas simples que se utilizan como “ladrillos” para construir formas complejas



Están integradas en la aplicación y se invocan desde menús

Operaciones booleanas

CSG

Primitivas

Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

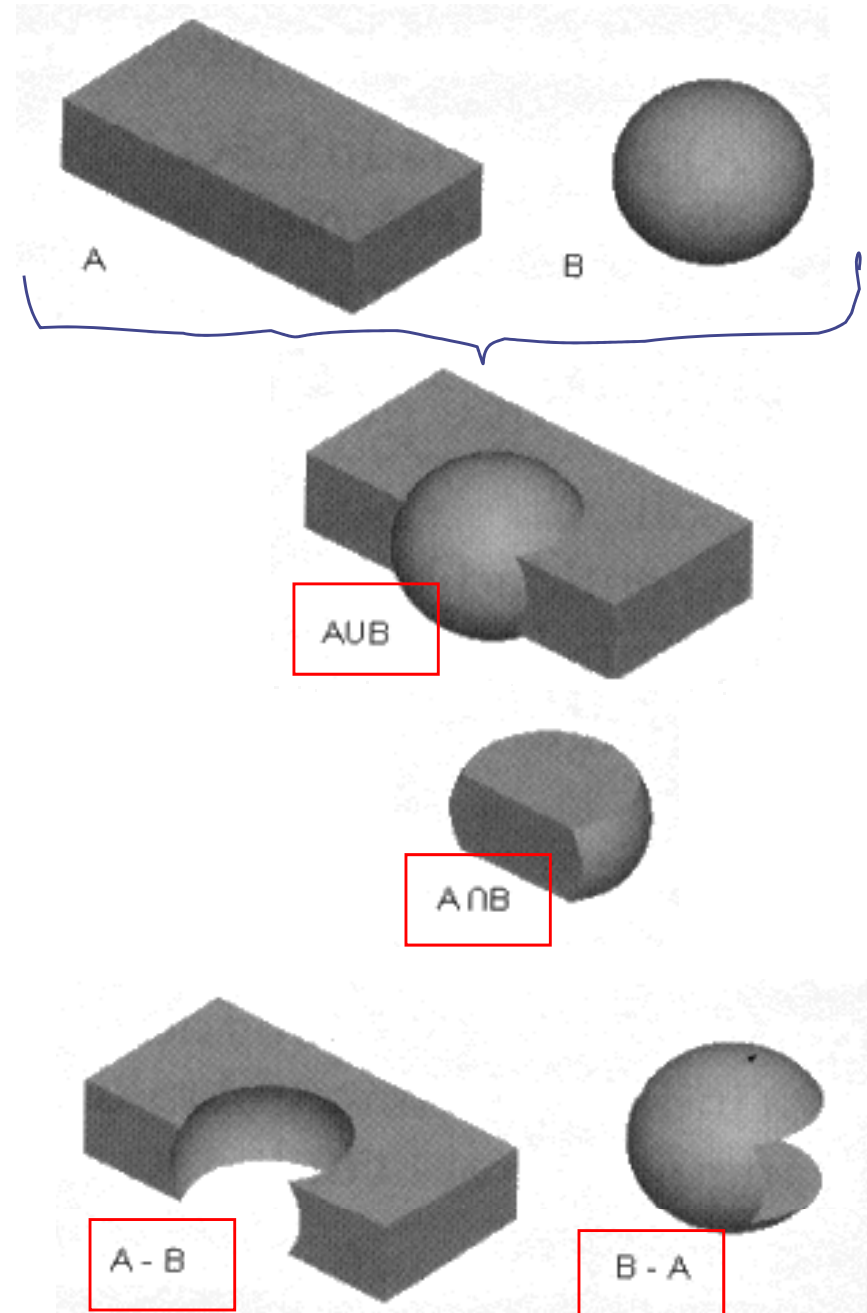
Otras técnicas

Hay tres operaciones booleanas para **combinar**:

✓ Unión

✓ Intersección

✓ Resta ordenada



Operaciones booleanas

CSG

Primitivas

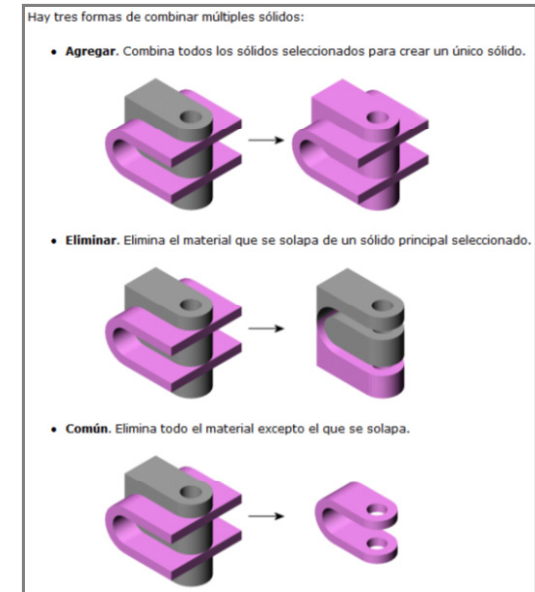
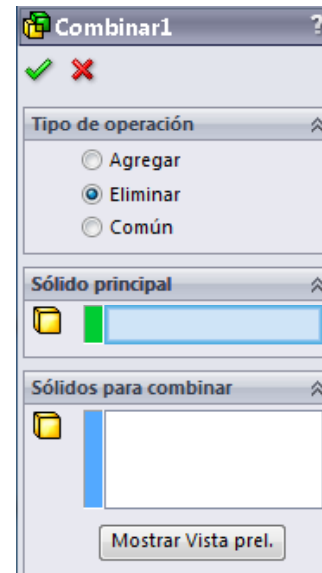
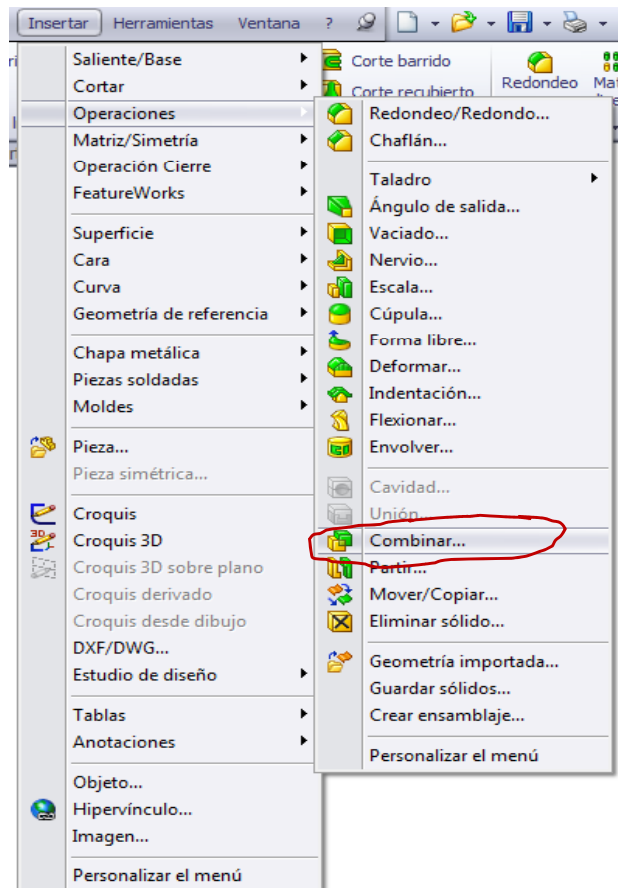
Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

Otras técnicas

En algunos programas, la operación booleana se puede elegir explícitamente



Operaciones booleanas

CSG

Primitivas

Op. booleanas

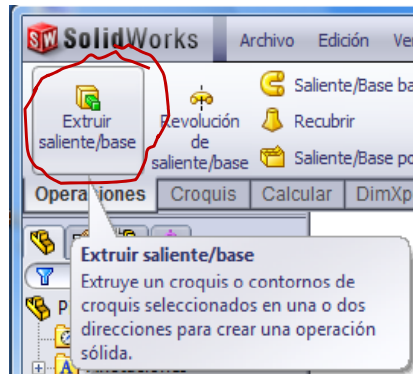
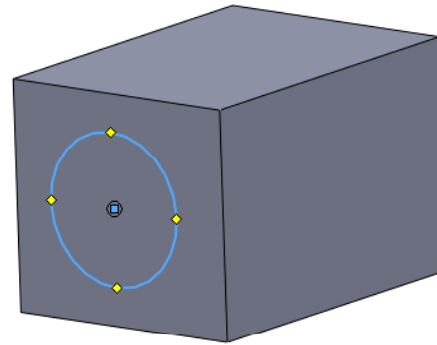
Árbol

Perfil y Barrido

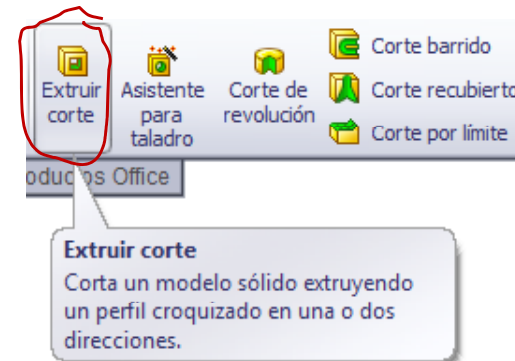
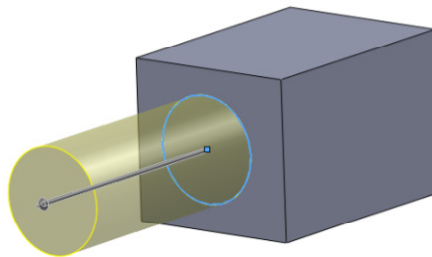
Otras técnicas

Pero, en la mayoría, la operación booleana es consecuencia implícita de elegir un comando específico para simular una **operación de fabricación**

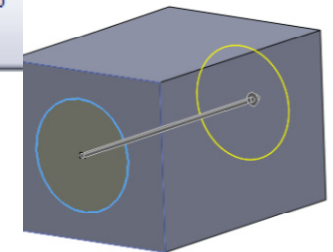
A partir de un mismo perfil circular...



... se crea un nuevo **sólido**, que se **une** al anterior



... se crea un nuevo **huevo**, que se **sustrae** al sólido anterior



Operaciones booleanas

CSG

Primitivas

Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

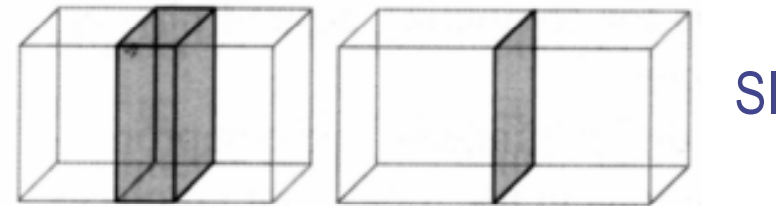
Otras técnicas

Algunas operaciones booleanas pueden producir:

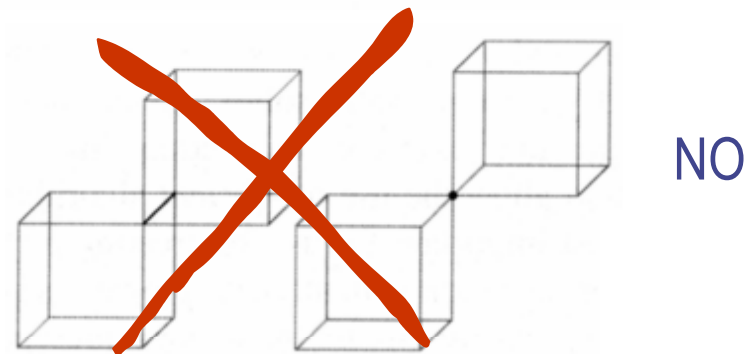
- ✗ Modelos no válidos
- ✗ Modelos con una forma diferente a la esperada

Se usan diferentes criterios para evitar estos fallos:

- ✓ Dos sólidos deben combinarse compartiendo un volumen, o, al menos, una cara



- ✗ Compartir una arista o un vértice genera sólidos no válidos



Información detallada sobre modelos válidos se puede encontrar en:
Spatial Docs. Manifold and Non-manifold Objects
[http://doc.spatial.com/index.php/Manifold and Non-manifold Objects](http://doc.spatial.com/index.php/Manifold_and_Non-manifold_Objects)

Operaciones booleanas

CSG

Primitivas

Op. booleanas

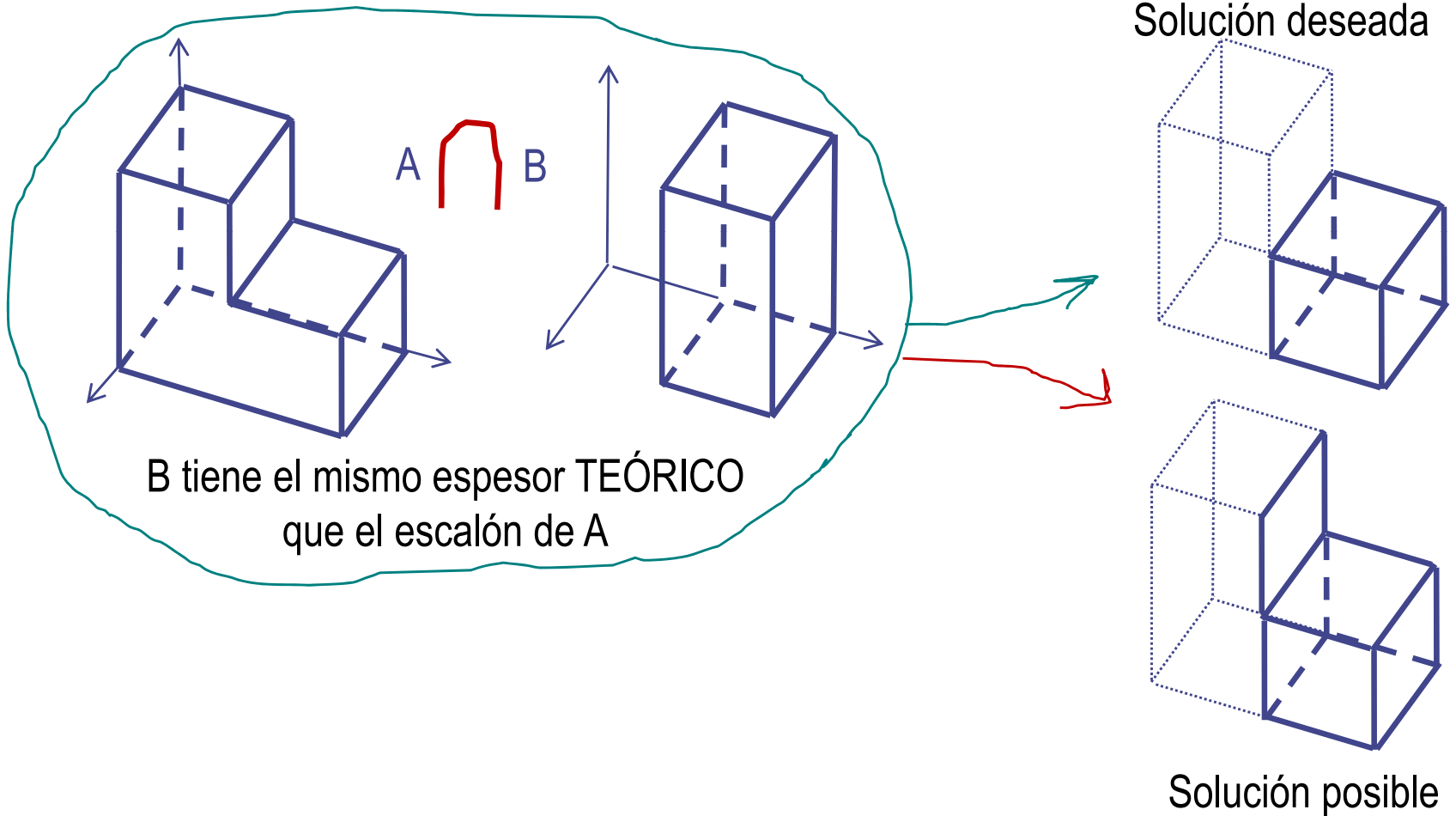
Árbol

Perfil y Barrido

Otras técnicas



También hay que intentar evitar casos límite que pueden producir errores numéricos de redondeo



Operaciones booleanas

CSG

Primitivas

Op. booleanas

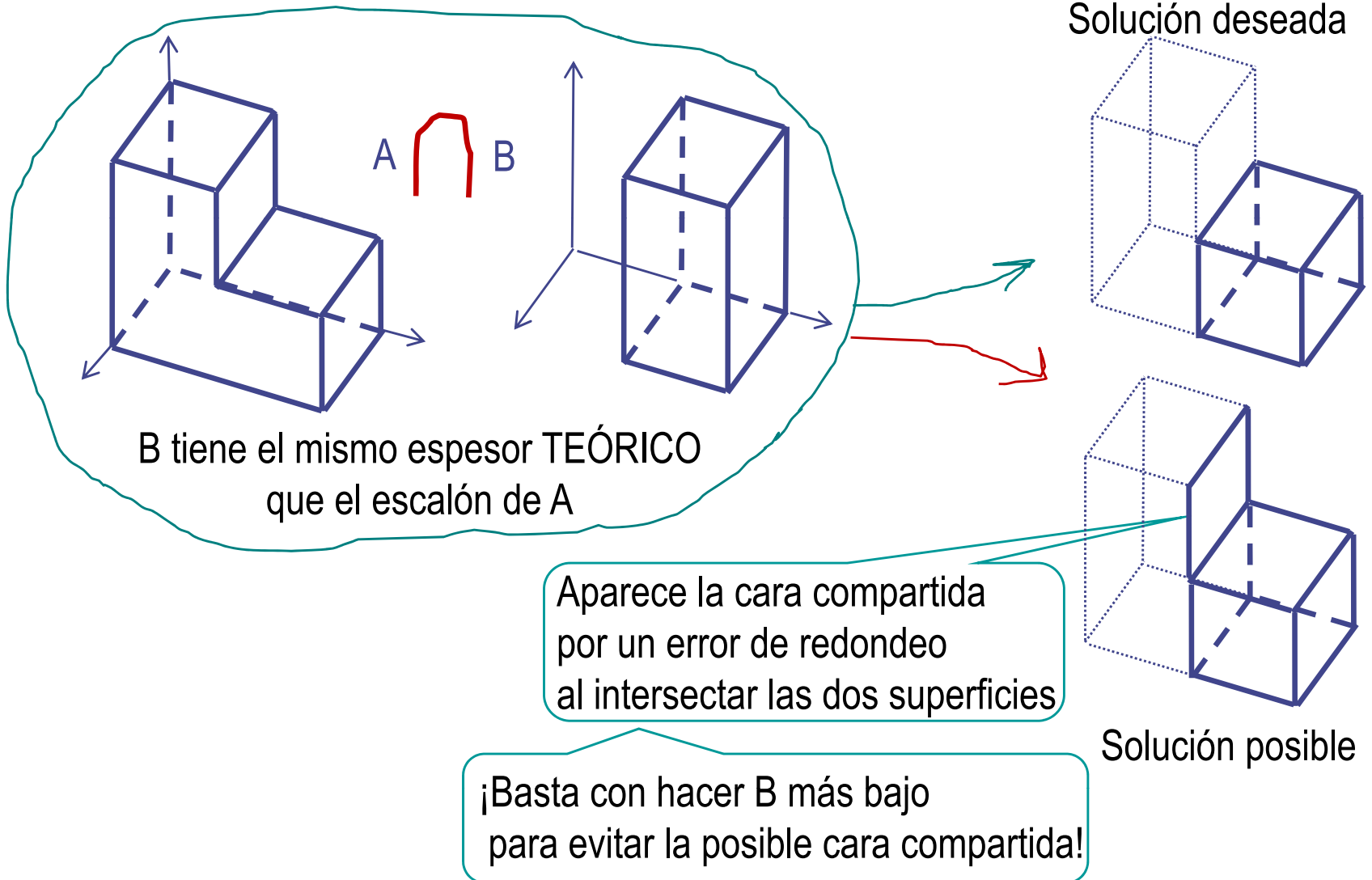
Árbol

Perfil y Barrido

Otras técnicas



También hay que intentar evitar casos límite que pueden producir errores numéricos de redondeo



Operaciones booleanas

CSG

Primitivas

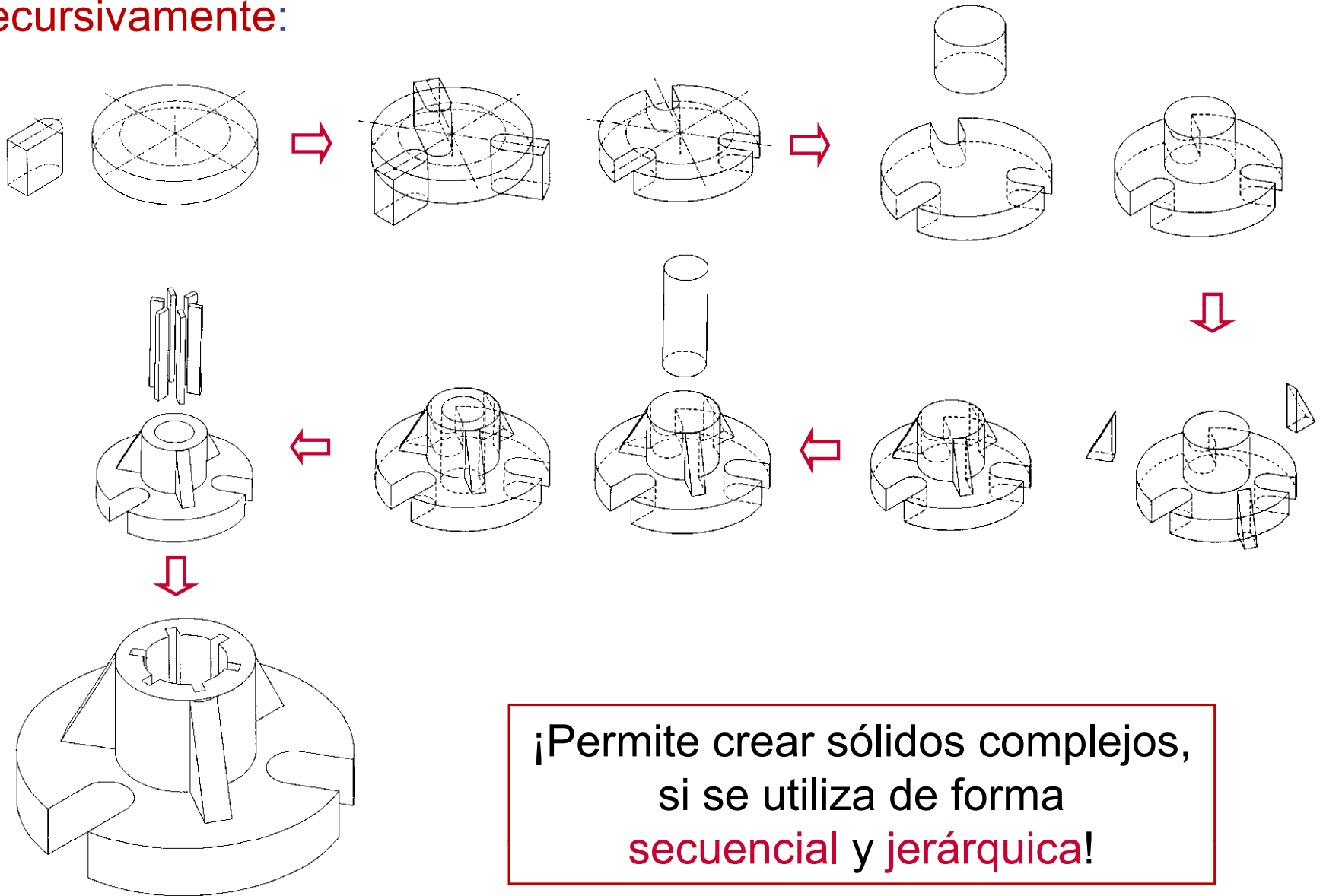
Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

Otras técnicas

Las operaciones booleanas se pueden aplicar **recursivamente**:



¡Permite crear sólidos complejos,
si se utiliza de forma
secuencial y **jerárquica**!

Árbol

CSG

Primitivas

Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

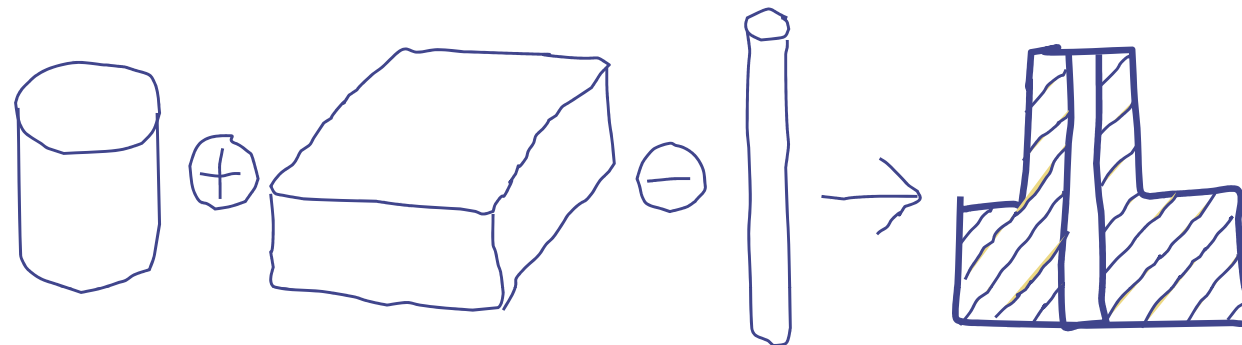
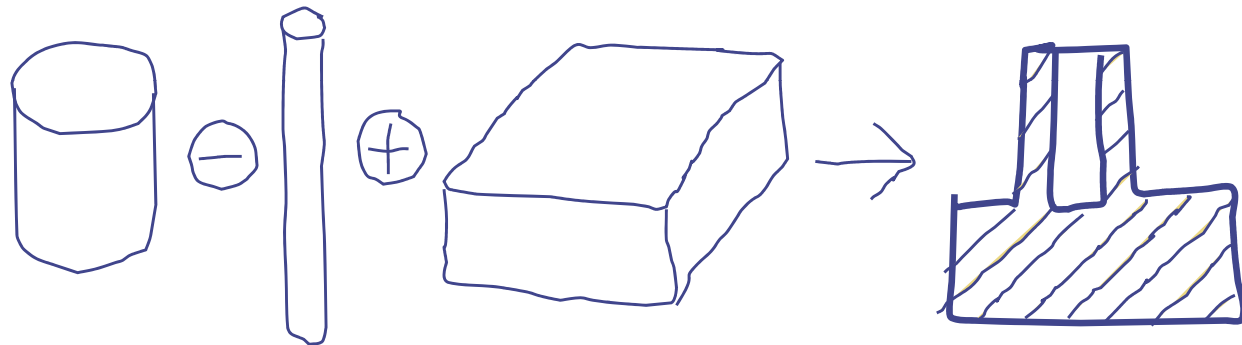
Otras técnicas



La secuencia de operaciones
no es conmutativa



Modificando la secuencia
cambia el cuerpo final



Árbol

CSG

Primitivas

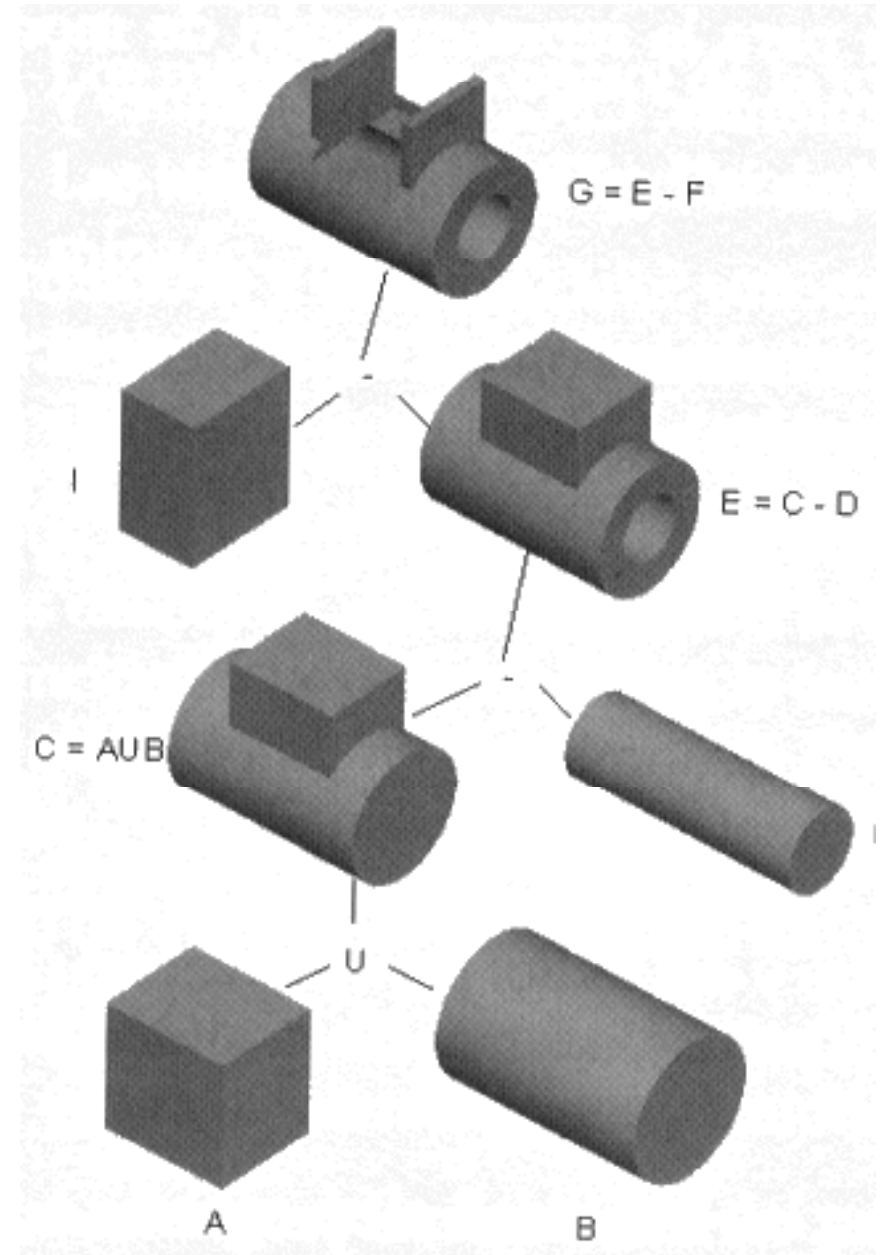
Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

Otras técnicas

Para controlar la secuencia se utiliza un “árbol” del modelo



Árbol

CSG

Primitivas

Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

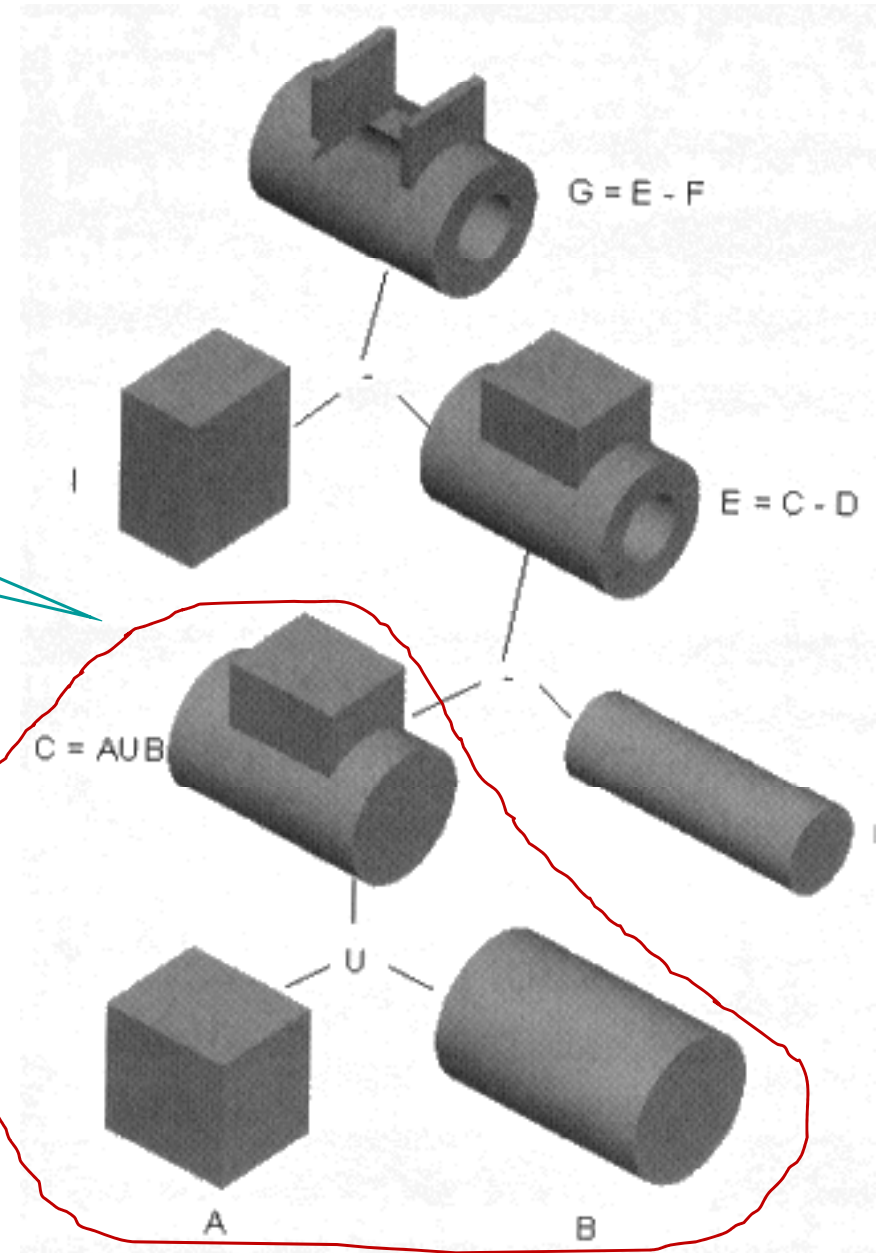
Otras técnicas

Para controlar la secuencia se utiliza un “árbol” del modelo

Dos “ramas” se combinan en un “tronco”

Sólidos elementales

Sólido resultante



Perfil y barrido

CSG

Primitivas

Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

Otras técnicas

La variante más habitual del modelado CSG consiste en **crear los sólidos elementales**

En lugar de tomarlos
de una librería de primitivas

La técnica de **crear los sólidos elementales**, consta de dos tareas:

- 1 Definir un “**perfil plano**”
- 2 Convertirlo en un volumen mediante una operación de “**barrido**”

Perfil y barrido

CSG

Primitivas

Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

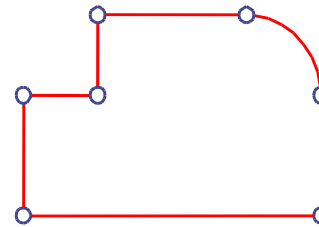
Otras técnicas

1

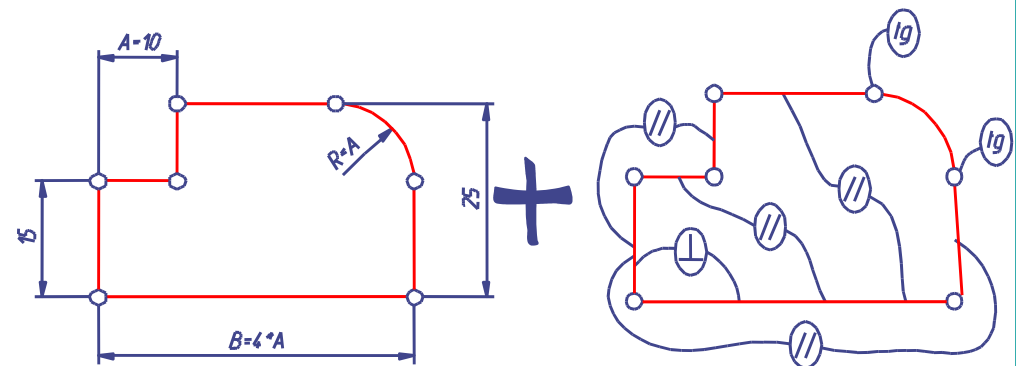
Para generar los perfiles se utilizan técnicas de delineación o **bocetado mediante restricciones**

La técnica consiste en:

✓ Dibujar un perfil “aproximado”



✓ Añadir **restricciones** para convertirlo en el perfil deseado



Esta técnica se denomina “paramétrico/variacional”

Perfil y barrido

CSG

Primitivas

Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

Otras técnicas

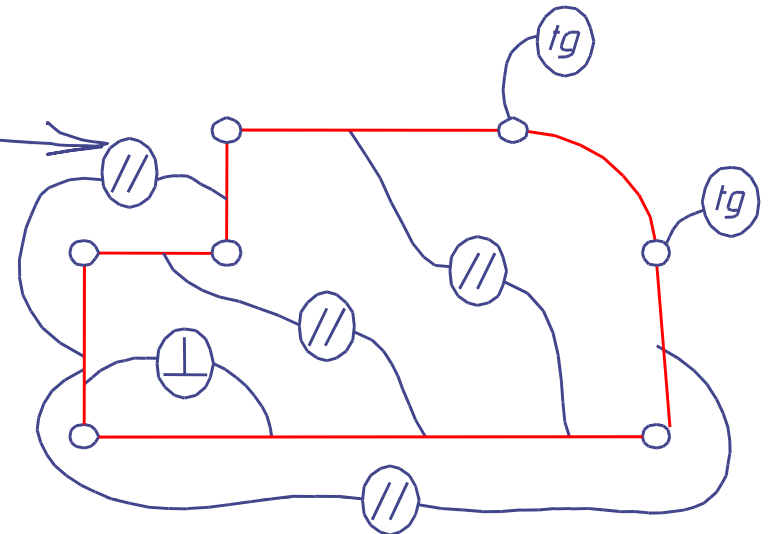
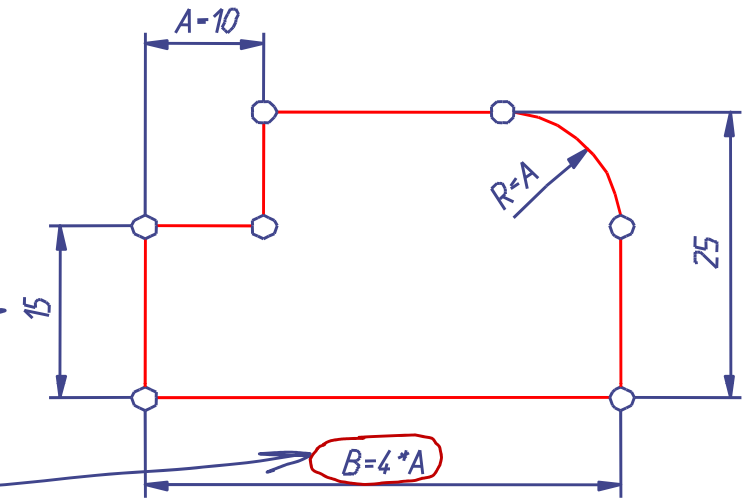


Habitualmente, se distinguen tres tipos de restricciones:

✓ numéricas

✓ algebraicas

✓ geométricas



Perfil y barrido

CSG

Primitivas

Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

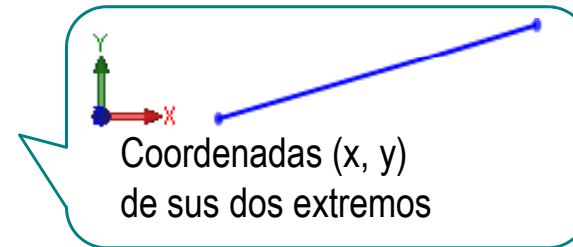
Otras técnicas



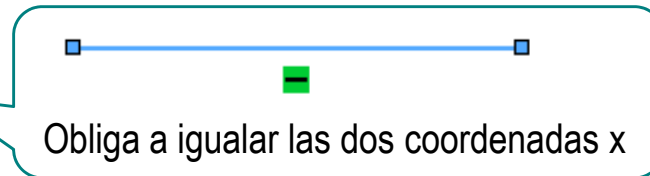
Una figura está **bien restringida** cuando tiene tantas relaciones como grados de libertad (gdl)

Por ejemplo:

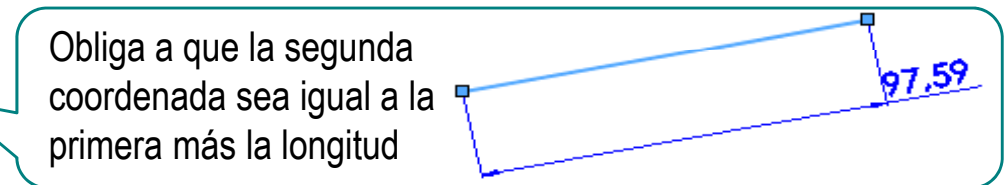
- ✓ Un segmento de recta contenido en un plano, tiene 4 gdl



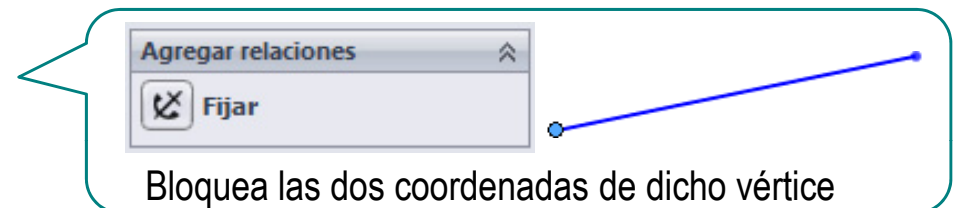
- ✓ Hacerlo horizontal restringe 1 gdl



- ✓ Acotar su longitud restringe 1 gdl



- ✓ Fijar uno de sus vértices restringe 2 gdl



Perfil y barrido

CSG

Primitivas

Op. booleanas

Árbol

Perfil y Barrido

Otras técnicas

¡Una figura está **sub-restringida** cuando tiene menos relaciones que grados de libertad!



Una figura sub-restringida da lugar a modelos sólidos inestables

Modelos que pueden cambiar sin control del diseñador

¡Una figura está **sobre-restringida** cuando tiene más relaciones que grados de libertad!



Una figura sobre-restringida no es aceptada por el programa de modelado

El programa se bloquea...

... o emite un aviso indicando que se deben eliminar restricciones

Perfil y barrido

CSG

Primitivas

Op. booleanas

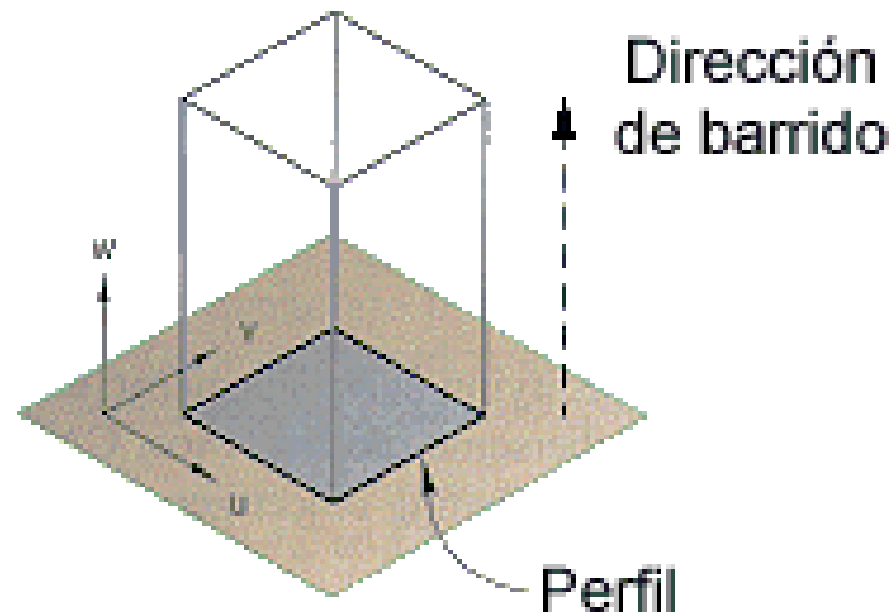
Árbol

Perfil y Barrido

Otras técnicas

2

El **barrido** es el conjunto de todos los puntos del espacio ocupados sucesivamente por los puntos del perfil, cuando éste se desplaza siguiendo una trayectoria



Perfil y barrido

CSG

Primitivas

Op. booleanas

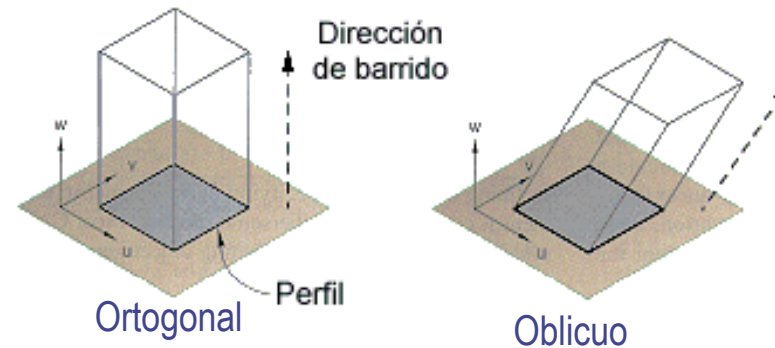
Árbol

Perfil y Barrido

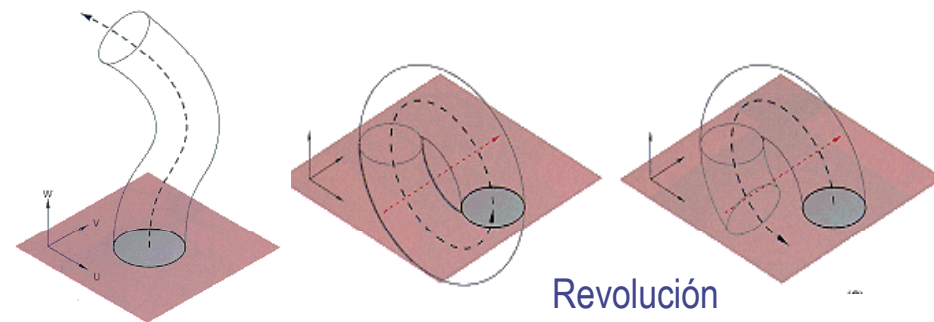
Otras técnicas

Dependiendo de la trayectoria, hay diferentes tipos de “barrido”

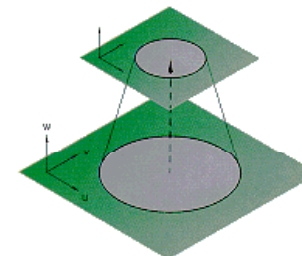
✓ Barrido lineal (extrusión)



✓ Barrido curvilíneo



✓ Barrido de sección variable



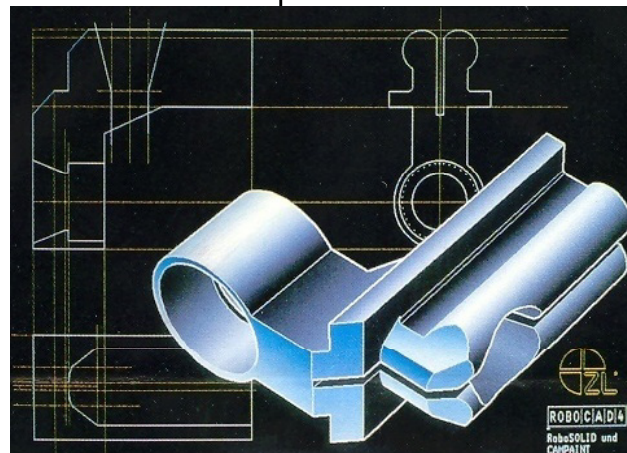
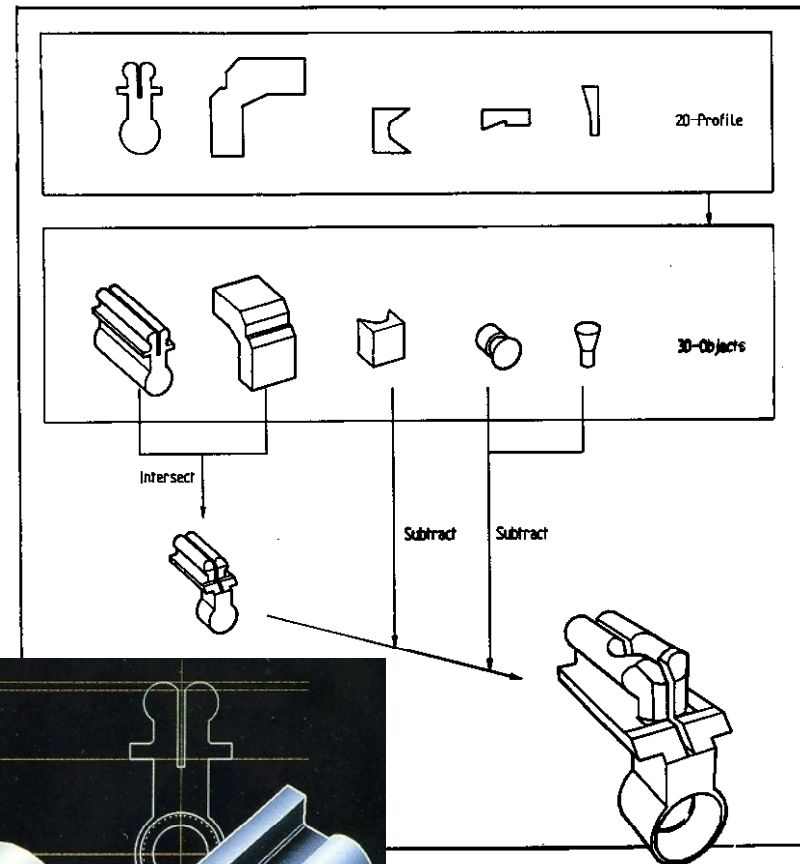
Modelado CSG

CSG

Otras técnicas

En definitiva, para modelar con metodología CSG hay que dominar tres tareas:

- 1 Definir perfiles bien parametrizados
- 2 Aplicar los barridos apropiados
- 3 Organizar el árbol del modelo



Clasificación de los modelos

CSG

Otras técnicas

Alámbricos

Superficies

Hemos visto que el CSG es la técnica más habitual para el modelado tridimensional orientado al diseño

Pero hay más técnicas de modelado virtual

Clasificación de los modelos

CSG

Otras técnicas

Alámbricos

Superficies

Hemos visto que el CSG es la técnica más habitual para el modelado tridimensional orientado al diseño

Pero hay más técnicas de modelado virtual

A título de ilustración, vamos a comentar algunas **otras técnicas de modelado...**

...que han sido útiles en el pasado y/o que son útiles actualmente para algunos ámbitos particulares

Modelos alámbricos

CSG

Otras técnicas

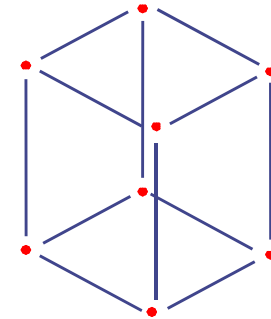
Alámbricos

Superficies

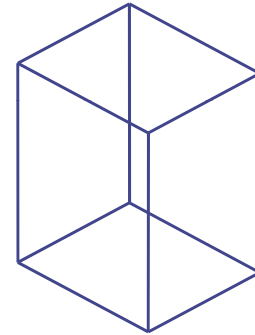
Modelos alámbricos

Modelos de superficies

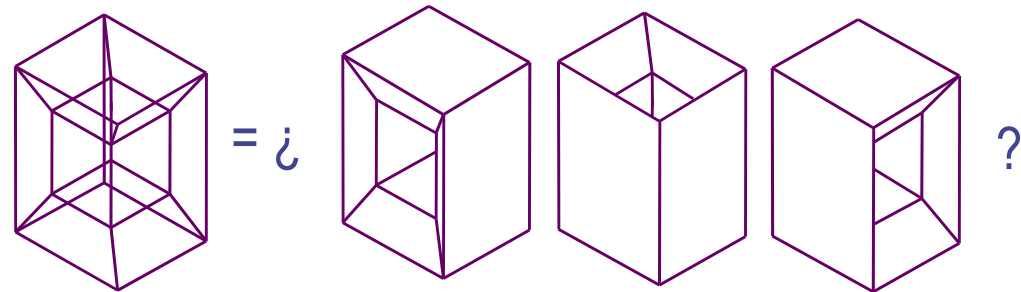
Sólo definen explícitamente los vértices y aristas



Sólo sirven para modelos poliédricos



Son ambiguos para representar sólidos



¡Están en desuso!

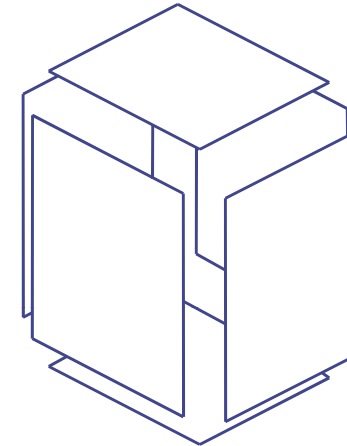
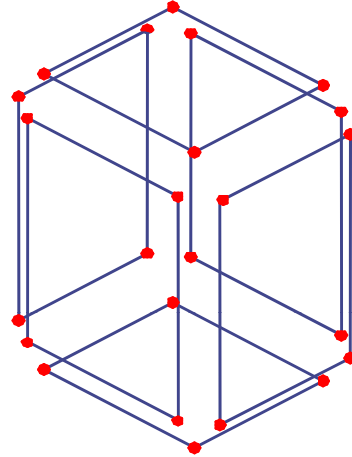
Modelos de superficies

CSG
Otras técnicas
Alámbricos
Superficies

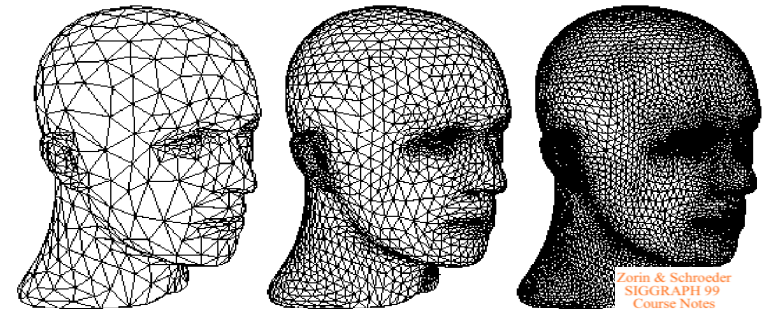
Modelos alámbricos

Modelos de superficies

Definen explícitamente los vértices, aristas y caras



Sólo sirven para representar modelos poliédricos



¡No permiten cálculos geométricos de masas, volúmenes, etc!

Modelos de superficies

CSG

Otras técnicas

Alámbricos

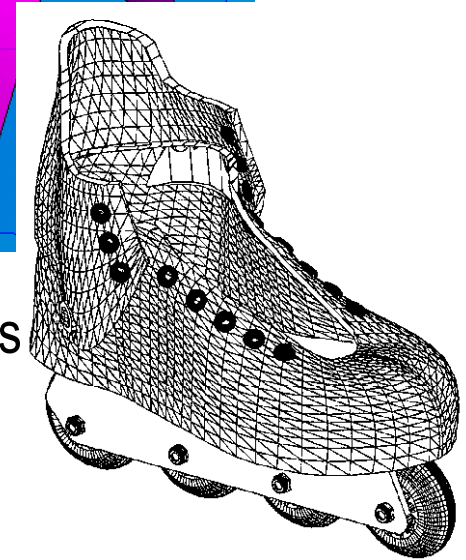
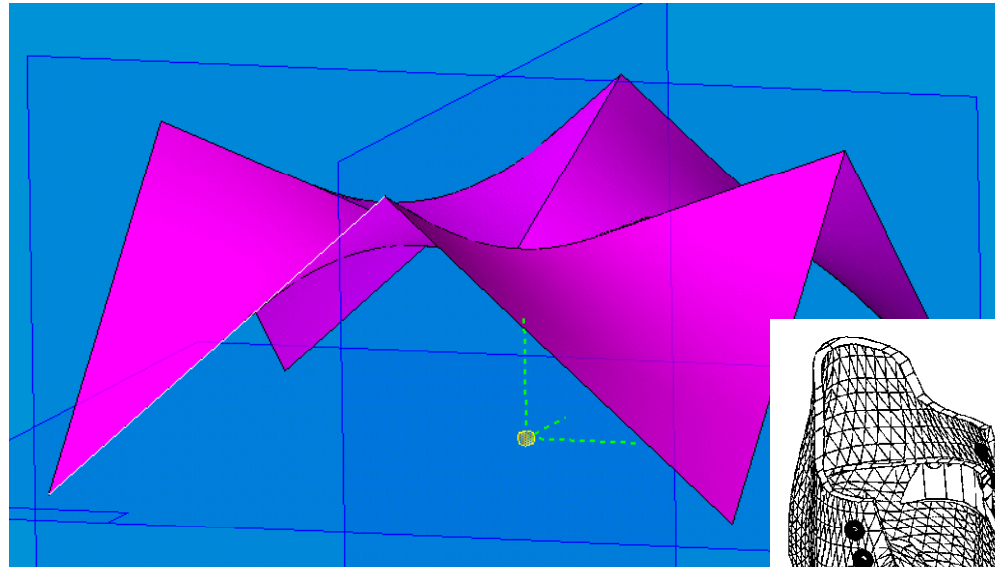
Superficies

Modelos alámbricos

Modelos de superficies

¡En diseño se siguen utilizando cuando se requieren superficies complejas!

Se usan dos metodologías:

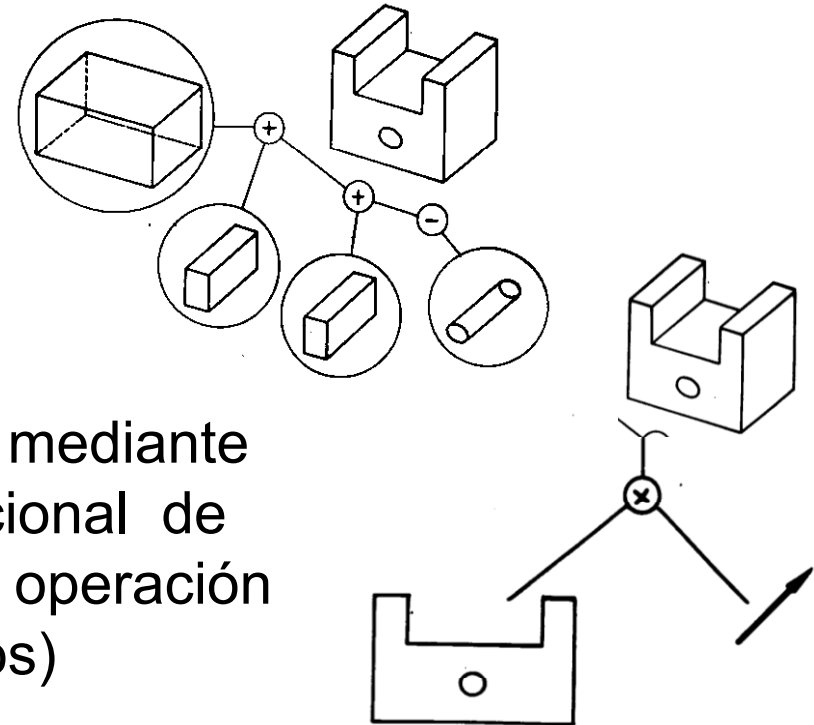


- ✓ Modelos matemáticos específicos para cada tipo de superficie
- ✓ Modelos aproximados mediante facetado de superficies

Resumen

Las técnicas actuales de **modelado tridimensional orientado a diseño** tienen las siguientes características

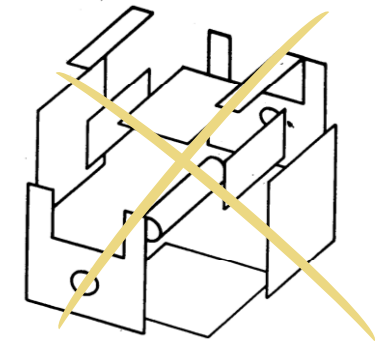
1 Se utilizan primitivas predefinidas, que se combinan (CSG)



2 También se crean primitivas mediante bocetado paramétrico/variacional de perfiles planos con posterior operación de extrusión (perfiles barridos)

3 Las técnicas de modelado mediante superficies, sólo se utilizan cuando se manipulan superficies complejas

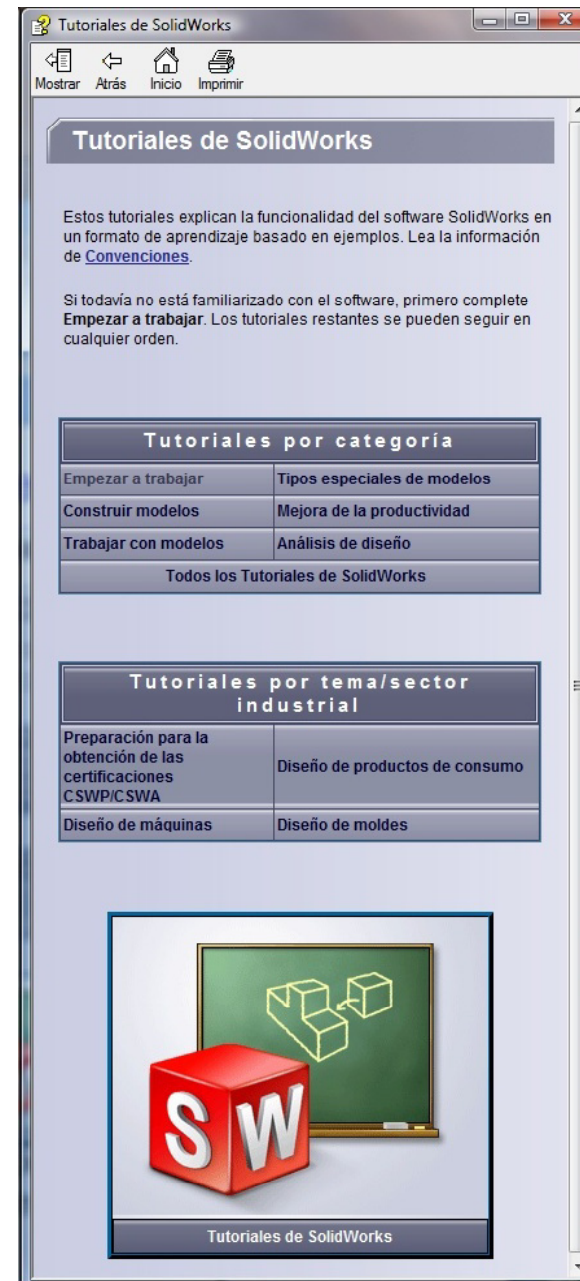
(están en desuso para cuerpos sólidos)



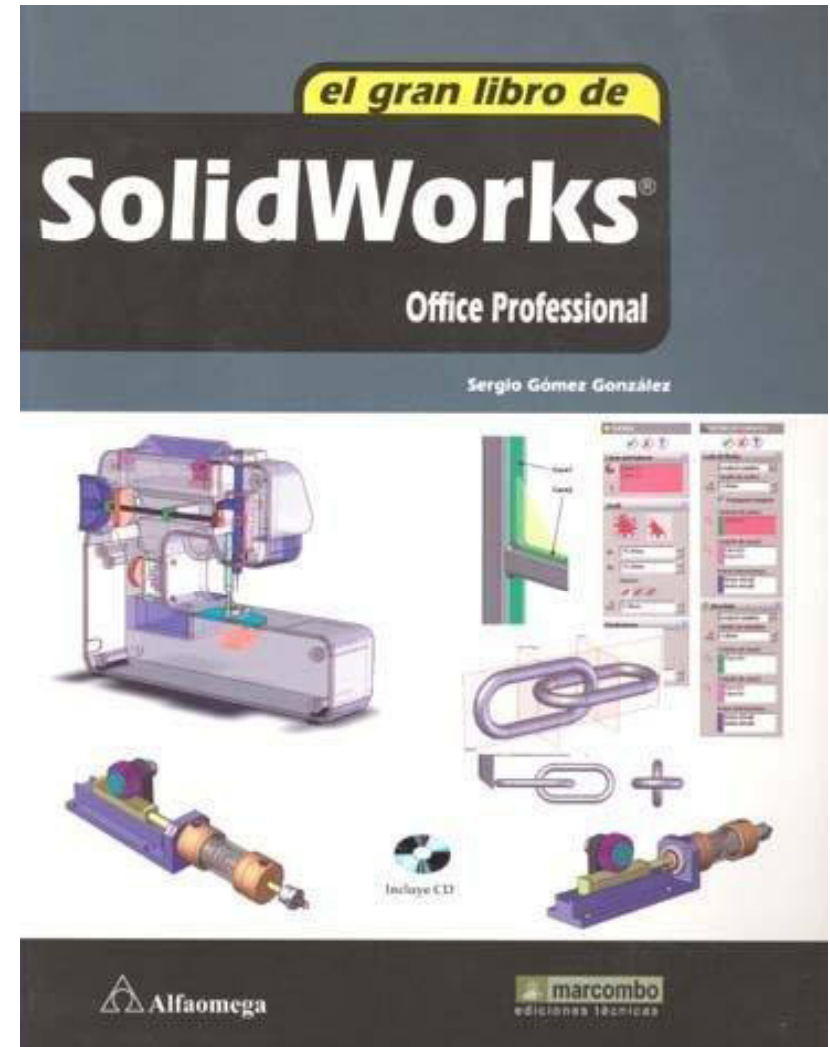
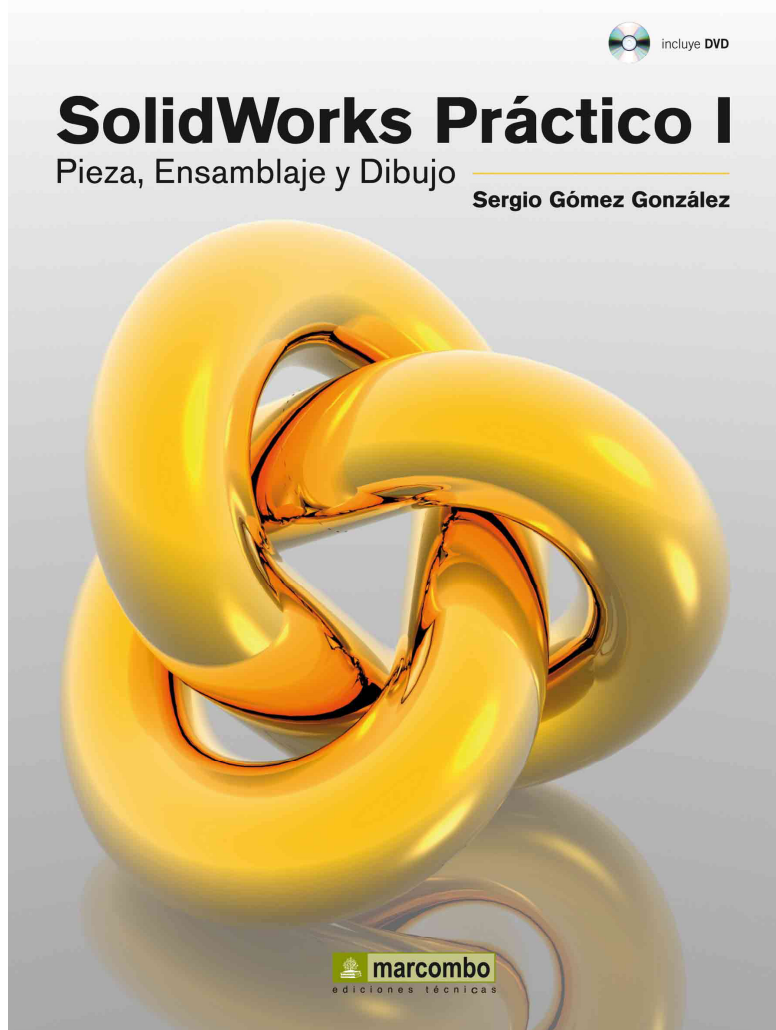
Para repasar

¡Cada aplicación CAD
tiene sus propias peculiaridades
para el proceso de modelado!

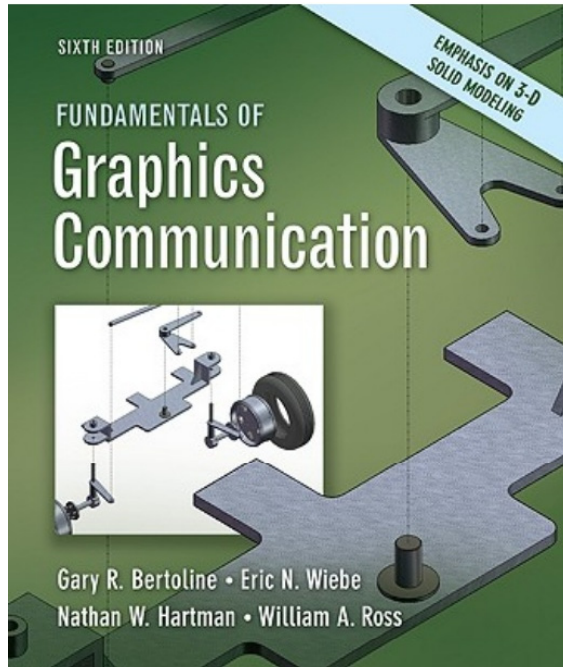
¡Hay que estudiar
el manual de la aplicación
que se quiere utilizar!



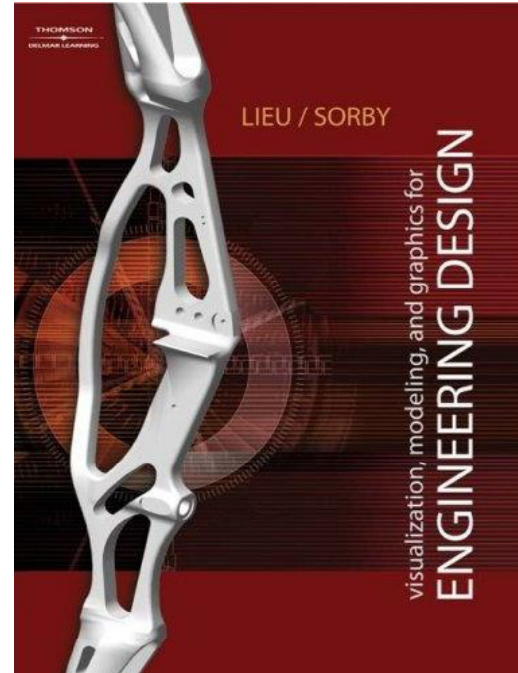
Para repasar



Para repasar



Capítulo 4: Modeling Fundamentals



Capítulo 6: Solid Modeling



Introduzione a SolidWorks
La modelazione di parti in
SolidWorks