

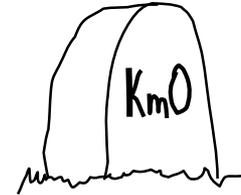
1.4

# SISTEMAS DE REFERENCIA Y DATUMS

# Introducción

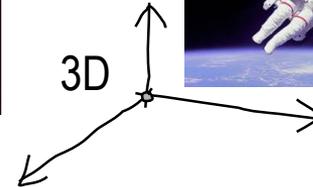
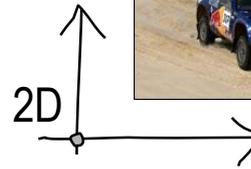
Para localizar elementos geométricos es necesario referir sus posiciones respecto de otras conocidas:

- ✓ Localizamos la posición relativa a un elemento de referencia común, denominado **ORIGEN**

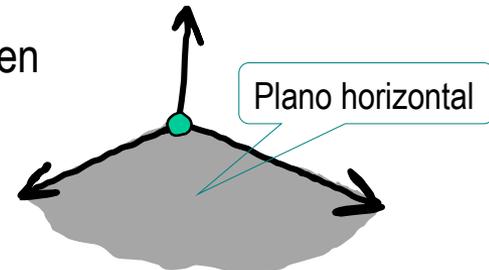


- ✓ Medimos la orientación desde el origen mediante EJES o **DIRECCIONES DE REFERENCIA**

Se necesita una dirección de referencia por cada dimensión del espacio de trabajo

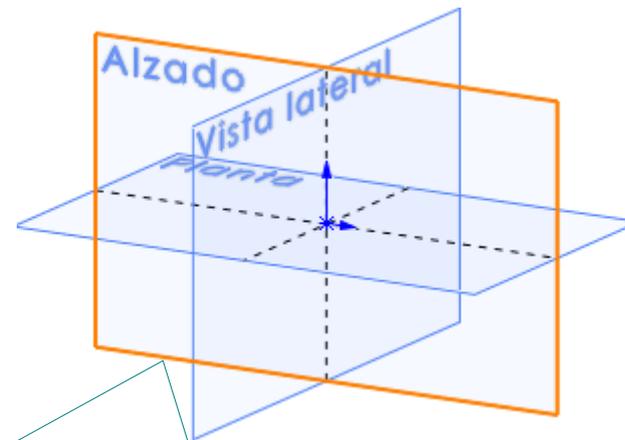
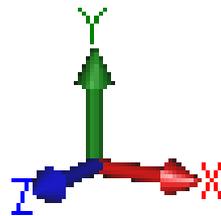


- ✓ El origen y las direcciones de referencia definen indirectamente otros elementos, como los **PLANOS DE REFERENCIA**



# Introducción

Un conjunto mínimo de elementos de referencia que permite definir unívocamente la posición de cualquier objeto es un **SISTEMA DE REFERENCIA**



Según la norma ISO 5459:2011:

- ✓ Cada uno de los elementos de referencia es un **DATUM**
- ✓ El conjunto de datums que definen un sistema de referencia es un **SISTEMA DE DATUMS**

## Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

Multisistema

Consistente

Conciso

Rúbrica

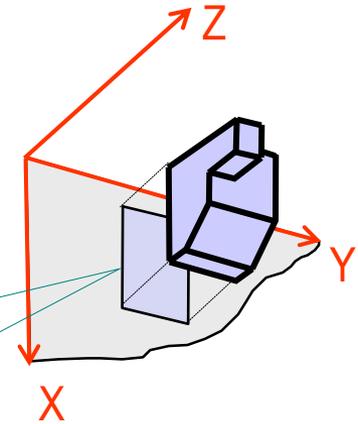
# Introducción

En diseño de ingeniería se trabaja con objetos tridimensionales



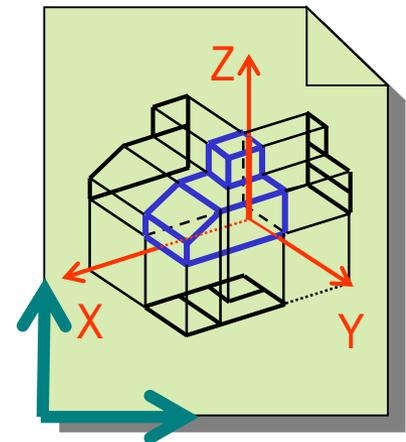
Por lo tanto, se necesitan sistemas de referencia tridimensionales (3D)

Si los objetos no tienen una posición asignada en la escena, se colocan haciendo coincidir sus direcciones principales con las direcciones de referencia



En CAD 3D, los sistemas de referencia realizan dos funciones:

- 1 Ayudan a modelar → Como “andamios” que ayudan a construir el modelo
- 2 Ayudan a diseñar → Aportan referencias para determinar cómo es y dónde está el objeto modelado



# Sistema Cartesiano

El sistema de referencia de uso más común es el **cartesiano**

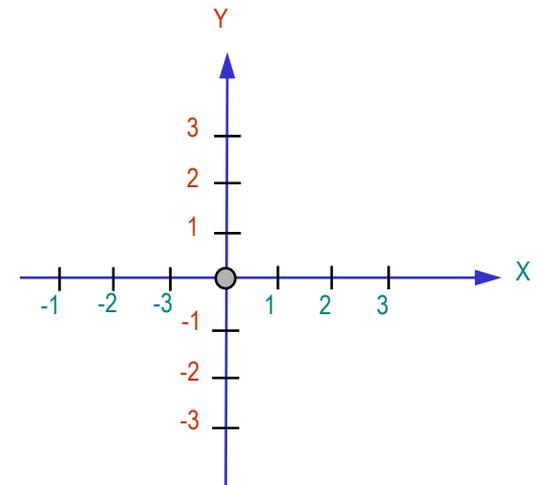
Fue introducido por Descartes en la primera mitad del siglo XVII

Fue el fundamento de la geometría analítica, que permite que todo problema geométrico gráfico pueda ser traducido a una formulación algebraica



Las **características** más destacables del sistema de referencia cartesiano son:

- ✓ Los ejes, que son rectilíneos, están graduados y tienen un sentido positivo asignado convencionalmente
- ✓ La graduación de los ejes es lineal
- ✓ Los ejes son perpendiculares entre sí
- ✓ La intersección común de todos los ejes es el origen de coordenadas



Introducción

**Cartesiano**

Otros sistemas

Multisistema

Consistente

Conciso

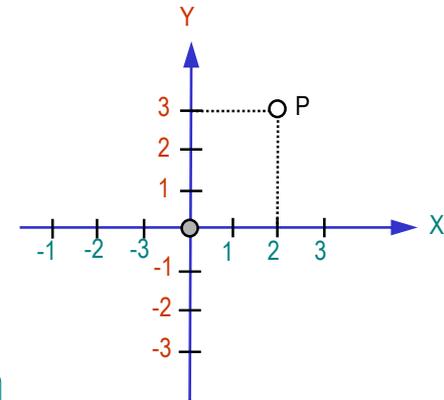
Rúbrica

# Sistema Cartesiano



La geometría Cartesiana postula que:

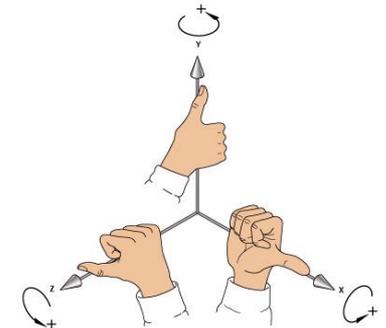
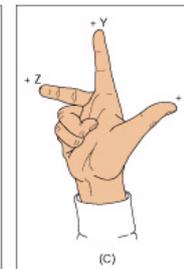
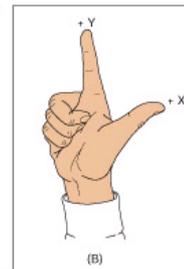
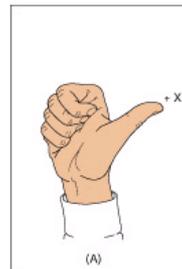
- ✓ Puede asignarse a cualquier punto en el espacio n-dimensional un conjunto de n números reales
- ✓ Para cada conjunto de n números reales existe un único punto en el espacio n-dimensional



Los números que definen la posición de un punto en el espacio se denominan **coordenadas**

Hay dos ordenaciones comunes para el conjunto de coordenadas tridimensionales

- ✓ La más usada es la **Dextrógira**, o regla de la mano derecha



- ✓ La opuesta es la **Levógira**, o regla de la mano izquierda

Introducción

**Cartesiano**

Otros sistemas

Multisistema

Consistente

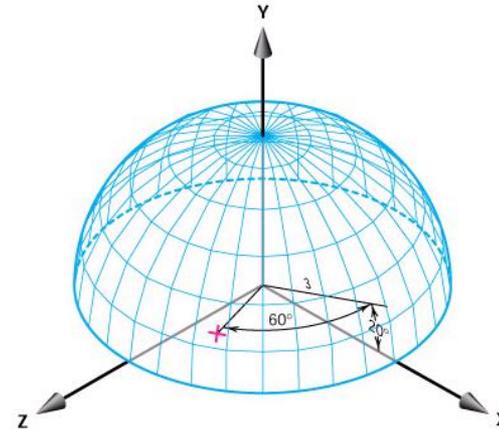
Conciso

Rúbrica

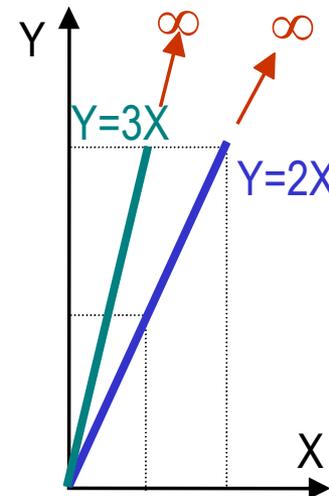
# Otros sistemas de referencia

Aunque los sistemas cartesianos ortogonales son los más usados en CAD, hay otros dos tipos de sistemas que conviene conocer:

1 Coordenadas polares/esféricas



2 Coordenadas homogéneas



Introducción

Cartesiano

**Otros sistemas**

Polares

Homogéneas

Consistente

Conciso

Rúbrica

# Otros sistemas de referencia: Coordenadas polares

Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

Polares

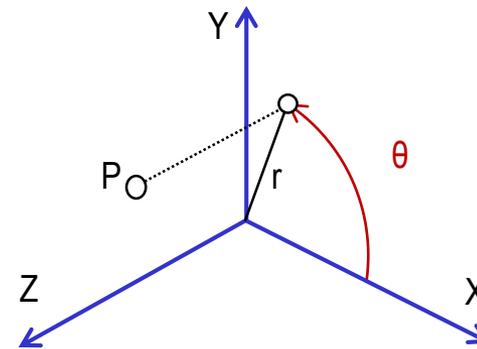
Homogéneas

Consistente

Conciso

Rúbrica

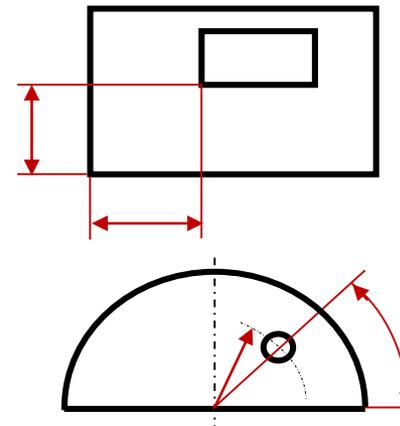
Las coordenadas polares (2D), o esféricas (3D) reemplazan algunas distancias por ángulos



En el dibujo de ingeniería, se usan indistintamente coordenadas rectangulares y polares, elegidas en función de la naturaleza de cada figura

Por ejemplo, los criterios de acotación reflejan las diferentes formas de trabajar:

- ✓ Para situar un rectángulo dentro de un contorno rectangular, se recurre de forma espontánea a coordenadas rectangulares
- ✓ Para situar un círculo dentro de un contorno semicircular, se recurre a coordenadas polares



# Otros sistemas de referencia: Coordenadas homogéneas

Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

Polares

Homogéneas

Consistente

Conciso

Rúbrica

Las coordenadas homogéneas se obtienen al adoptar el siguiente convenio:

1 A cada punto P del **plano**, se le asignan tres coordenadas  $(x_p, y_p, t_p)$

2 Se acepta que las coordenadas cartesianas "tradicionales" (o "absolutas") de dicho punto deben ser  $(x_p/t_p, y_p/t_p)$

A cada punto P del **espacio**, se le asignan cuatro coordenadas  $(x_p, y_p, z_p, t_p)$

Se acepta que las coordenadas cartesianas "tradicionales" (o "absolutas") de dicho punto deben ser  $(x_p/t_p, y_p/t_p, z_p/t_p)$

Note que usando  $t=1$  como última coordenada, hace que las primeras coordenadas homogéneas sean iguales a las cartesianas

# Otros sistemas de referencia: Coordenadas homogéneas

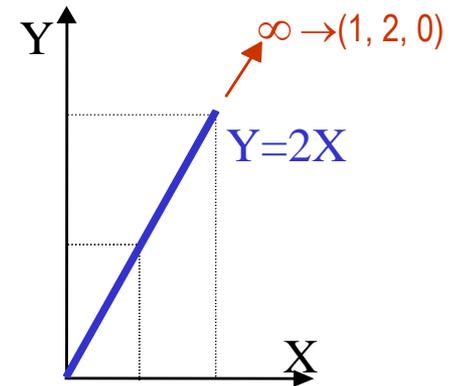


Las coordenadas homogéneas aportan ciertas ventajas para los matemáticos:

- ✓ Permiten introducir los **puntos impropios** mediante coordenadas operables

Usa las dos primeras coordenadas para definir la pendiente, y la tercera coordenada para indicar la inversa de la distancia del punto al origen

Así, la tercera coordenada de un punto impropio es 0



- ✓ Evitan los **términos independientes** en las formulaciones analíticas de los elementos geométricos

Ecuación analítica de la recta:

Cartesiana		Homogénea
$aX + bY + c = 0$	$\Rightarrow$	$aX/t + bY/t + c = 0$
		$a x + b y + c t = 0$

Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

Polares

Homogéneas

Consistente

Conciso

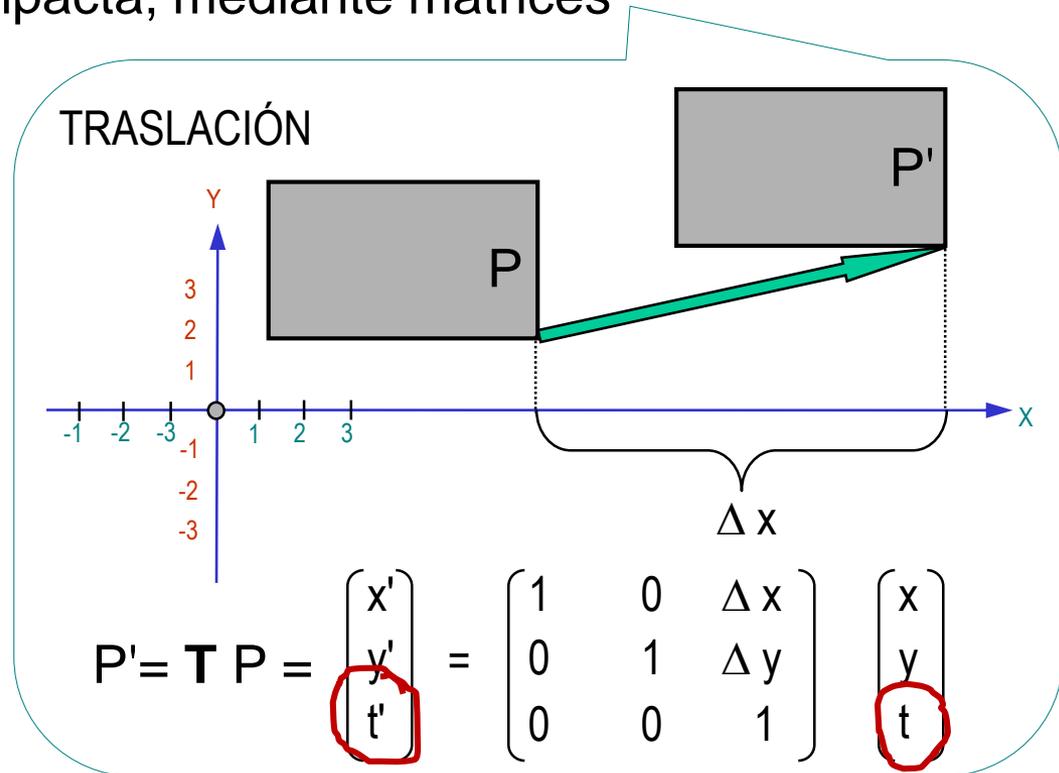
Rúbrica

# Otros sistemas de referencia: Coordenadas homogéneas



Las coordenadas homogéneas son útiles para los **usuarios CAD avanzados** (aquellos que usan las capacidades de programación de las macros)...

...porque se usan en **Gráficos por Computador** para formular las transformaciones geométricas de forma compacta, mediante matrices



# Multisistema

Diseñar objetos complejos con un único sistema de referencia no es práctico

La técnica habitual de modelado 3D es dibujar **perfiles** planos, para luego **barrerlos**

Los perfiles se dibujan sobre "**planos de trabajo**"

Con solo tres planos de trabajo (*Alzado, Planta y Vista lateral*), la capacidad de modelar es muy limitada

Se utilizan **diferentes sistemas** de referencia, apropiados para cada parte del objeto

Para que el conjunto de sistemas sea operativo, deben **relacionarse** entre sí

Se define un sistema como **principal** y los demás como **auxiliares**



Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

**Multisistema**

Principal

Auxiliares

Consistente

Conciso

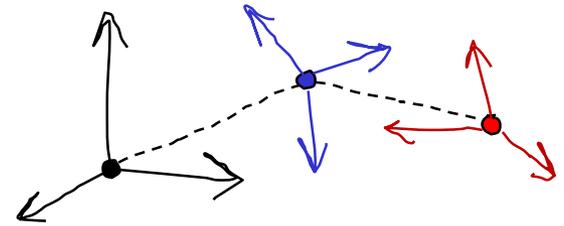
Rúbrica

# Multisistema

La secuencia de creación de los sistemas es:

- 1 El **sistema principal** lo define automáticamente la aplicación
- 2 El usuario define tantos **sistemas auxiliares** como desee

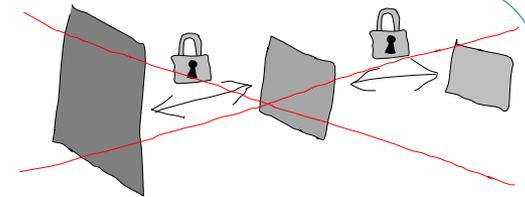
¡Cada nuevo sistema debe definirse en relación con algún sistema previamente definido!



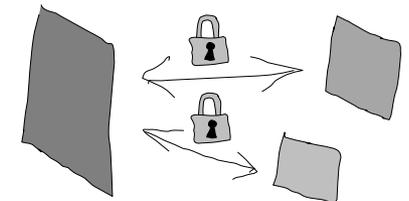
La buena práctica de creación de los sistemas aconseja:

- 1 Vincular cada nuevo sistema respecto a las referencias más estables
- 2 Minimizar el número de vínculos entre sistemas

¡No es bueno establecer cadenas de relaciones entre datums!

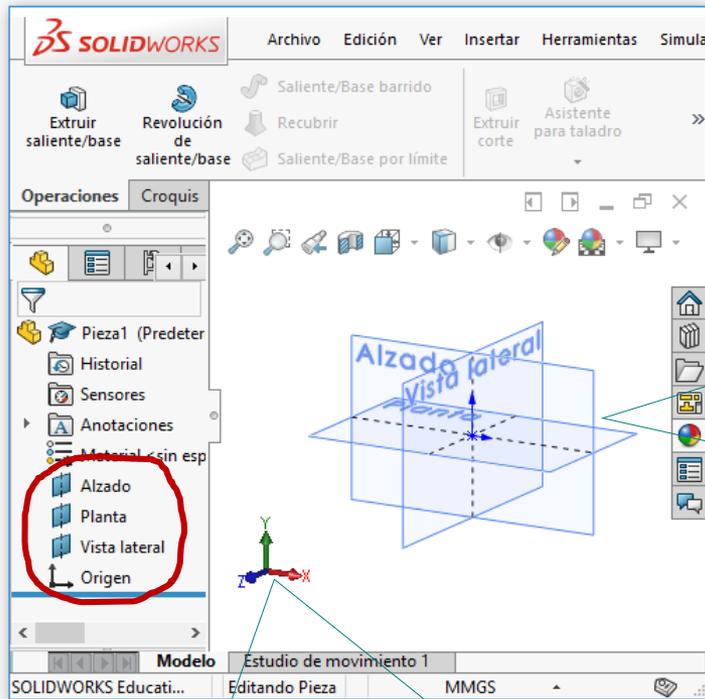


¡Es mejor referir la mayoría de datums respecto a unos pocos datums principales!

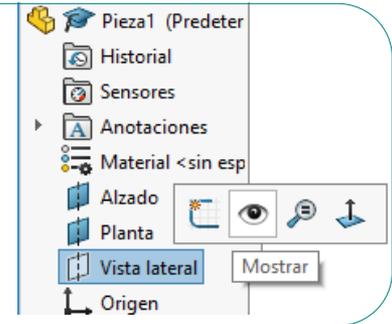


# Sistema principal

Solidworks® añade automáticamente el origen y los tres planos del sistema principal de referencia al árbol del modelo



Para visualizar los planos datum hay que seleccionarlos en el árbol del modelo, y pulsar el botón de *Mostrar/ocultar*



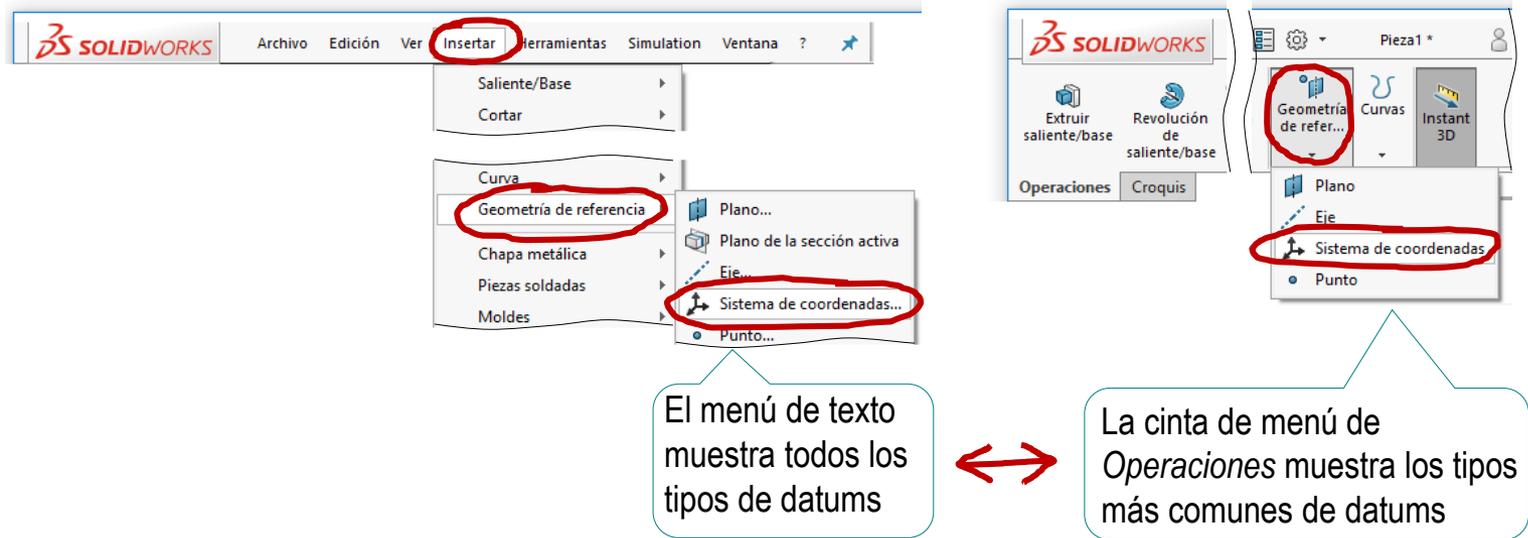
Las direcciones de los ejes de referencia coinciden con las intersecciones de los planos, pero el icono no se sitúa en el origen

El icono se sitúa en una esquina, para ayudar al usuario a identificar el punto de vista actual, pero NO señala el origen

- Introducción
- Cartesiano
- Otros sistemas
- Multisistema**
- Principal**
- Auxiliares
- Consistente
- Conciso
- Rúbrica

# Sistemas auxiliares

Los sistemas auxiliares de referencias se pueden introducir a través de **sistemas de coordenadas**:

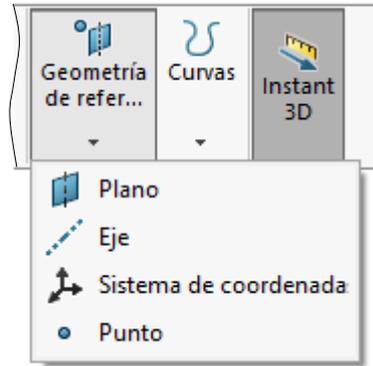


Pero este método es **infrecuente**, porque es más apropiado para proporcionar un control geométrico, que para mostrar la intención de diseño

# Sistemas auxiliares

Para transmitir mejor la intención de diseño se usan datums vinculados a la geometría del modelo:

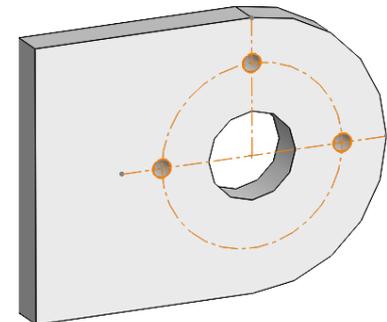
- ✓ Planos
- ✓ Ejes
- ✓ Puntos



Todos ellos se añaden al árbol del modelo, y se pueden reutilizar como datums para diferentes operaciones

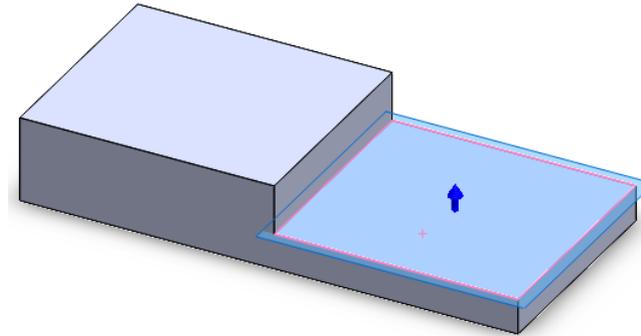
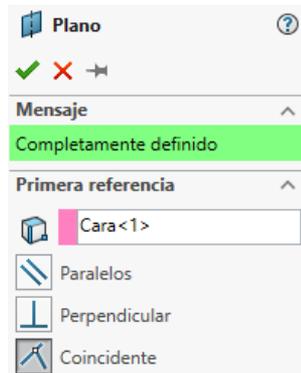
Alternativamente, se pueden crear **croquis “datum”** con construcciones auxiliares

- ✓ Funcionan como “plantillas”
- ✓ Tienen utilidad limitada, porque no se reconocen como datums para ciertas operaciones



# Sistemas auxiliares

😊 Si el usuario define el sistema de referencia de forma parcial...

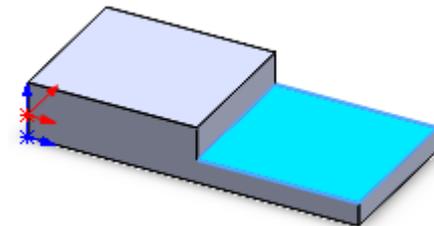


... la aplicación CAD determina automáticamente el resto de los datums

Si, por ejemplo, el usuario solo define el plano que va a utilizar como plano de trabajo...

...el sistema define los otros dos planos, garantizando:

- ✓ Que los tres planos sean ortogonales
- ✓ Que el mayor número posible de planos sean paralelos a los planos del sistema principal



Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

**Multisistema**

Principal

**Auxiliares**

Consistente

Conciso

Rúbrica

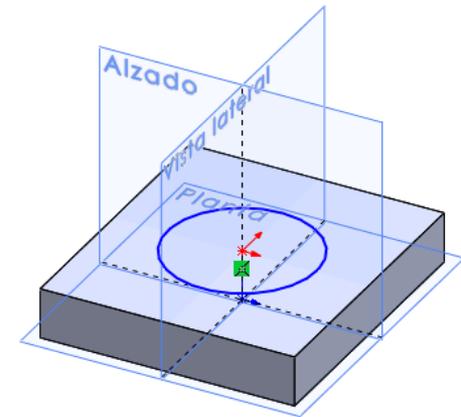
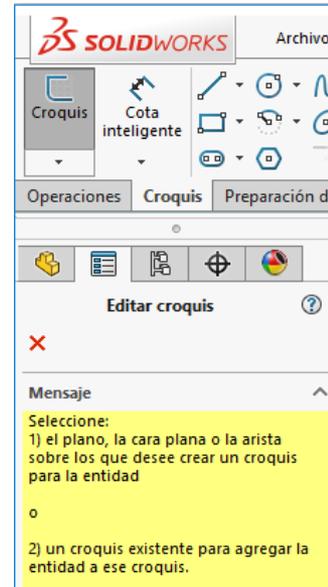
# Datums auxiliares



Los planos auxiliares destinados a usarse como planos de croquis, pueden definirse **al vuelo**:

El usuario selecciona una cara del objeto...

... y la aplicación crea internamente un plano datum, coplanar con esa cara



Esta estrategia no solo ahorra tiempo, sino que vincula automáticamente el nuevo perfil con el modelo actual



Pero el datum resultante es implícito, no está explícitamente disponible en el árbol del modelo

Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

**Multisistema**

Principal

**Auxiliares**

Consistente

Conciso

Rúbrica

# Sistemas auxiliares

Modelar mediante sistemas de **coordenadas relativas al vuelo** es intuitivo y no requiere tareas preparatorias, pero:



Requiere agilidad en la **visión espacial**, ya que la definición de sistemas se entrelaza con la operación de modelado

¡Es como construir el andamio al mismo tiempo que la casa!



Hay **peligro para la integridad** del modelo, ya que al modificar algunos elementos, pueden desaparecer las referencias de otros elementos

¡Se destruye el andamio al reformar otra parte de la casa!

Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

**Multisistema**

Principal

**Auxiliares**

Consistente

Conciso

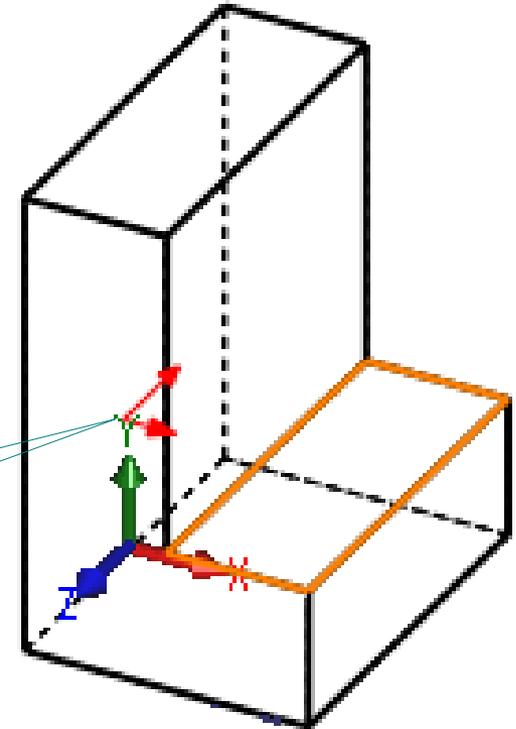
Rúbrica

# Sistemas auxiliares



Al escoger una cara del modelo como plano de croquis al vuelo, SolidWorks® asigna un sistema local:

- ✓ Toma como positivo el lado exterior de la cara, luego, en el ejemplo, el eje Z crece hacia arriba
- ✓ Si es posible, el eje X lo deja paralelo al eje X global
- ✓ El origen lo sitúa lo más cerca posible del origen del sistema global



El sistema local se visualiza con dos ejes de color calabaza: el corto es el eje X y el largo el eje Y

¡La orientación de los ejes es importante, porque las restricciones *horizontal* y *vertical* se vinculan a los ejes X e Y respectivamente!

Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

**Multisistema**

Principal

**Auxiliares**

Consistente

Conciso

Rúbrica

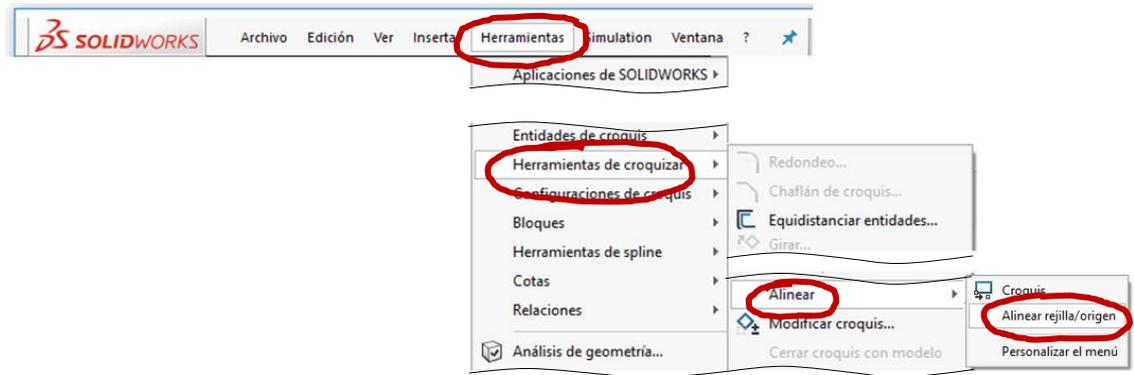
# Sistemas auxiliares

La colocación por defecto del sistema de coordenadas local de los planos de croquis se puede modificar:



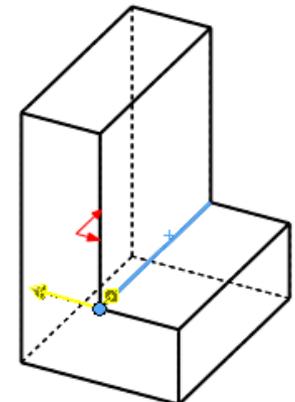
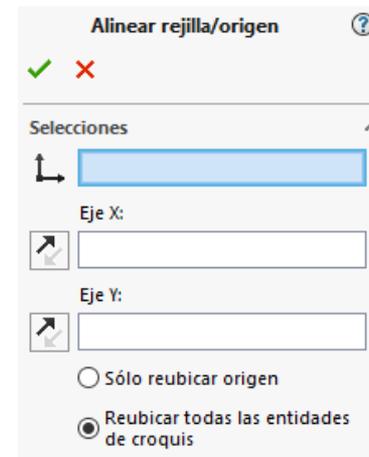
¡Si el croquis ya tiene restricciones extrínsecas, se verán afectadas!

✓ Ejecute  
*Alinear origen*



✓ Vincule el origen y/o los ejes X e Y con algún elemento geométrico pre-existente del modelo

Tienen que ser referencias exteriores y previas al croquis

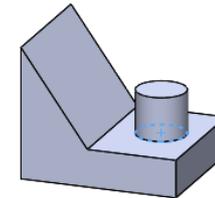
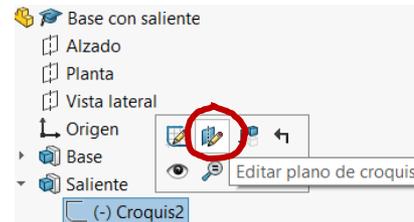


# Sistemas auxiliares

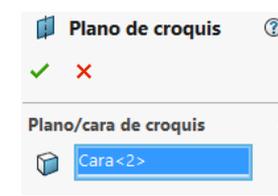
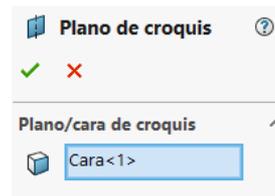
Los planos de croquis también se pueden cambiar:

¡Tanto si son datums al vuelo, como si son planos de referencia explícitos!

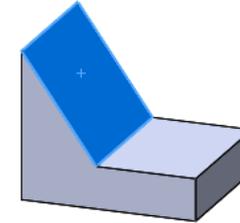
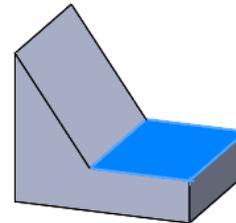
✓ Seleccione, en el árbol del modelo, el croquis cuyo plano quiere cambiar



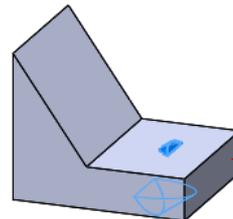
✓ En el menú contextual, seleccione la opción *Editar plano de croquis*



✓ Cambie el plano actual por cualquier otro plano o cara que esté definido antes que el croquis



✓ Edite el croquis para colocar el perfil en la posición apropiada



Si hay dependencias entre operaciones de modelado y/o datums, es posible que al cambiar el plano de croquis aparezcan errores en otras partes del árbol del modelo

Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

**Multisistema**

Principal

**Auxiliares**

Consistente

Conciso

Rúbrica

# Modelo consistente

Los modelos son reusables si son tolerantes a los cambios, para lo que deben estar bien vinculados al sistema de referencia:

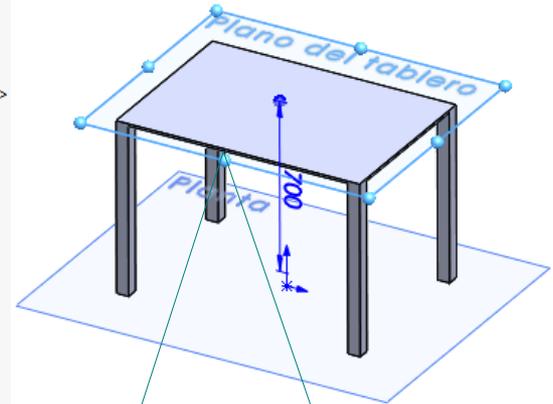
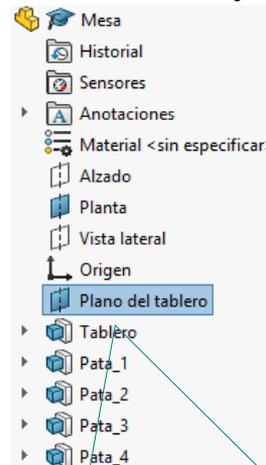
1 El modelo está claramente referido al sistema global



¡Explicado en la lección anterior!

2 La estructura, esqueleto o andamio de la pieza está hecha de **datums apropiados**

El modelo debe usar datums explícitos para hacer el andamio de la forma independiente de las formas y tamaños locales



El plano de referencia permite un control directo y claro de la altura de la mesa



¡Pero veremos que contradice la simplicidad, porque es obvio que controlar la longitud de la pata principal es más simple y muy fácil en un modelo tan simple!

# Modelo conciso

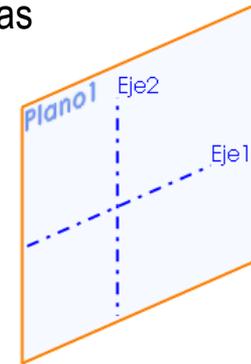
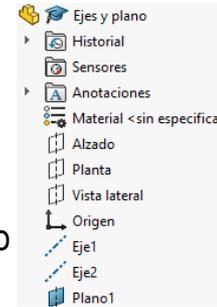
Los datums CAD son **concisos** si:

✓ No contienen información **repetitiva**

Los datums son repetitivos si producen las mismas referencias

Dos ejes que intersectan...

...son usualmente equivalentes a un plano de referencia



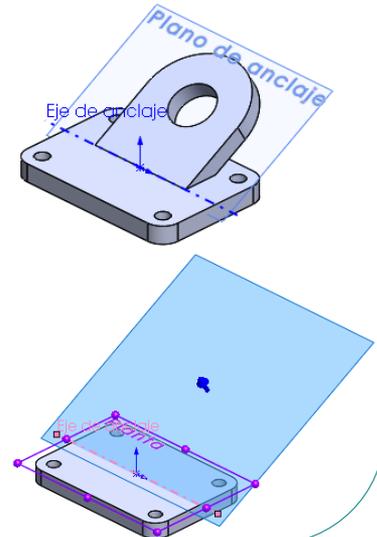
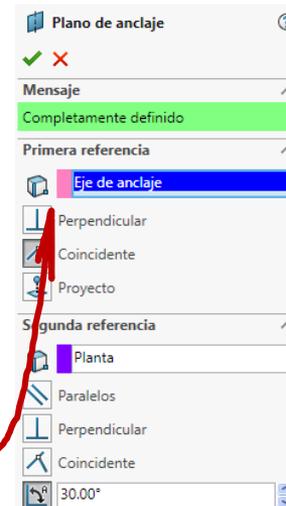
El andamio puede contener datums fragmentados si se usan referencias innecesarias para obtener las referencias deseadas

✓ No contienen información **fragmentada**

Usualmente, se necesita una referencia auxiliar para localizar partes oblicuas de un objeto...

...pero la referencia auxiliar debe estar referida a la referencia principal...

...en lugar de a alguna referencia auxiliar



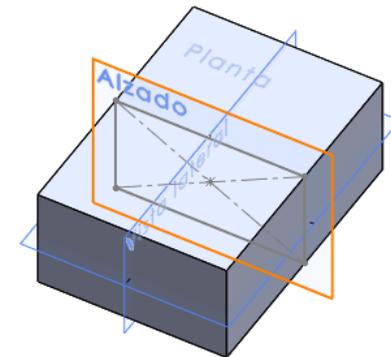
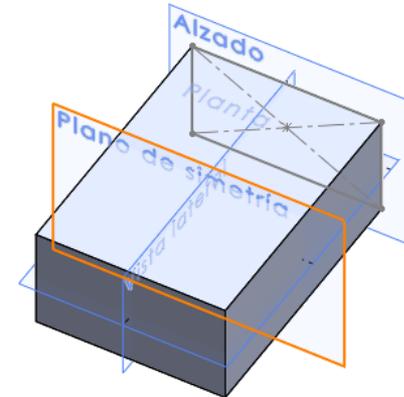
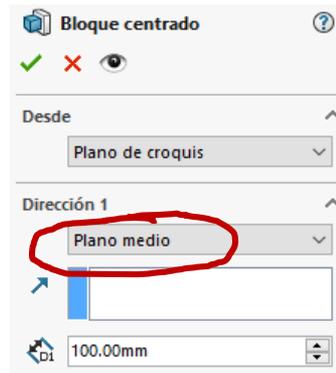
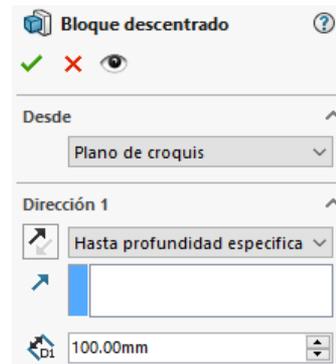
# Modelo conciso



Note que algunas repeticiones son sutiles e indirectas

Una extrusión desplazada de una forma simétrica puede requerir un plano de simetría explícito...

...mientras que el plano de croquis sería también de simetría si la extrusión se hubiera hecho simétrica

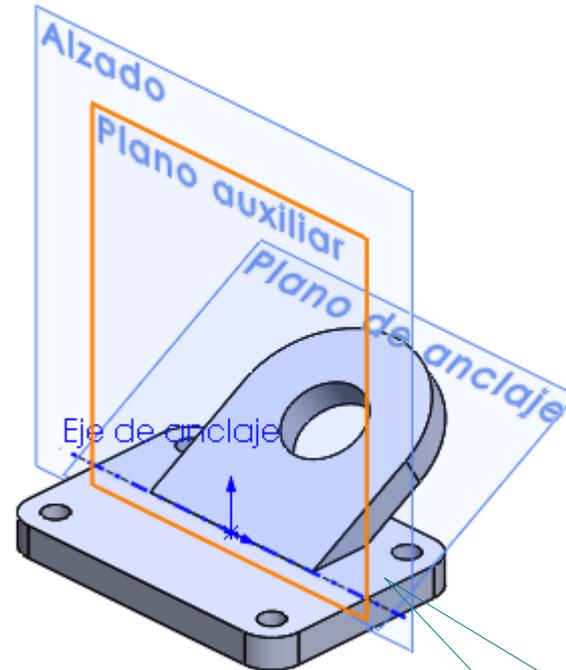
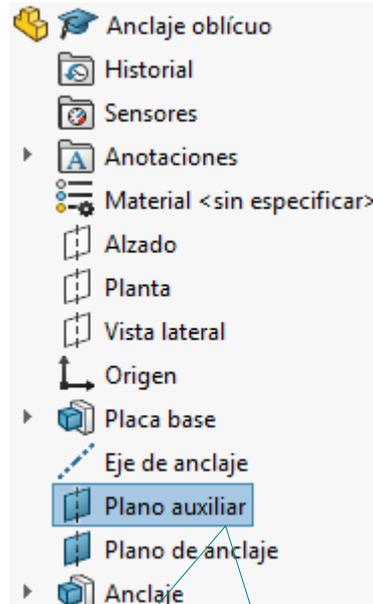


- Introducción
- Cartesiano
- Otros sistemas
- Multisistema
- Consistente
- Conciso**
- Rúbrica

# Modelo conciso



Usar referencias innecesarias es siempre una equivocación



Es innecesario porque el *Plano de Anclaje* puede definirse sin ayuda de este *Plano Auxiliar*

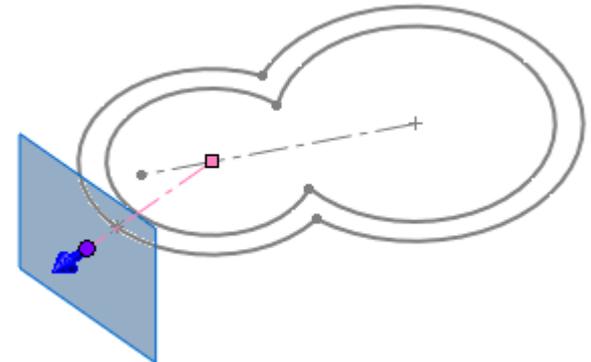
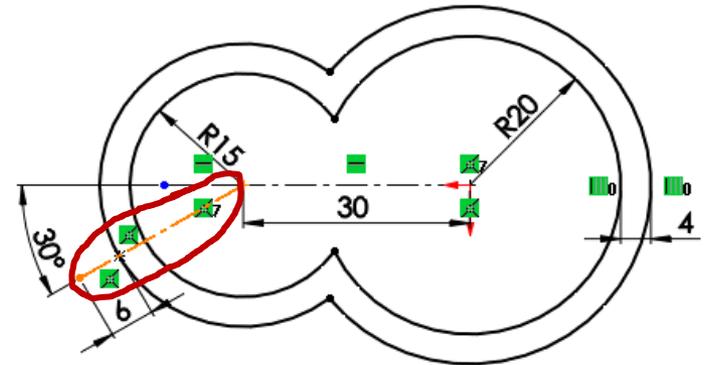
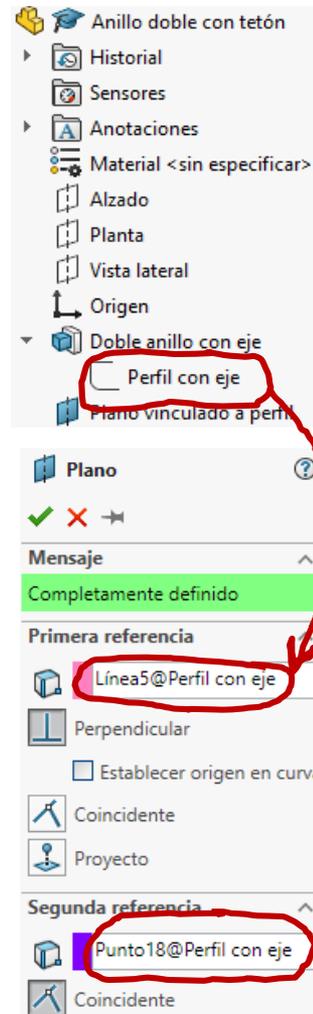
El *Plano Auxiliar* es también innecesario por ser exactamente coincidente con el plano del alzado

# Modelo conciso

☹️ Otra equivocación típica es construir los datums de referencia soportados por líneas embebidas dentro de perfiles

Puesto que el eje de referencia está embebido en el perfil de la base...

...cambios no percibidos del perfil cambiarán el andamiaje



Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

Multisistema

Consistente

Conciso

Rúbrica

# Modelo conciso

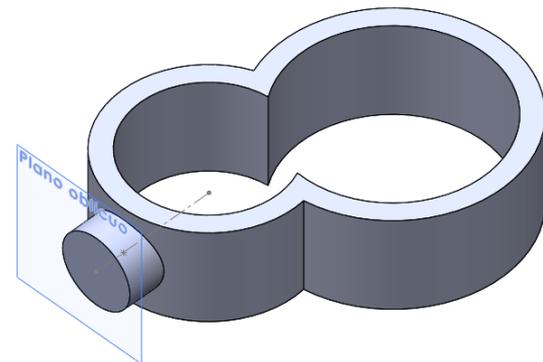
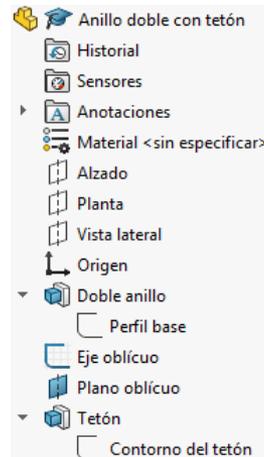
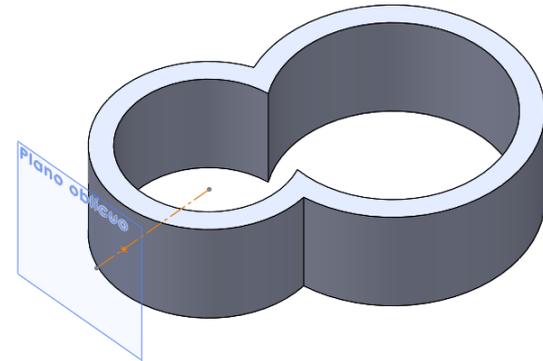
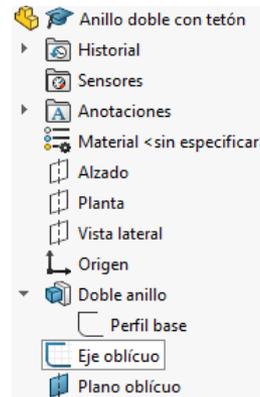


La única excepción es cuando el perfil está específicamente destinado a producir elementos de referencia

- ✓ Defina el eje oblicuo a través de un boceto específico

- ✓ Use el boceto como un datum

- ✓ Use el sistema de datums para modelar la parte oblicua



# Rúbrica

Los criterios vistos en las lecciones anteriores para evaluar si el modelo es **consistente** se completan al considerar si los datums son consistentes:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M3	<b>El modelo es consistente</b>					
M3.1	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas, y están completamente restringidos					
M3.1a	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas					
M3.1b	Los perfiles están completamente restringidos					
M3.2	El modelo está bien vinculado al sistema global de referencia y a un conjunto de datums apropiados					
M3.2a	El modelo está alineado y orientado respecto al sistema global de referencia					
M3.2b	El modelo usa datums apropiados (que definen un andamio/esqueleto que ayuda a construir y editar el modelo)					
M3.3	Todas las partes del modelo están correctamente fusionadas					

# Rúbrica

Los criterios vistos en las lecciones anteriores para evaluar si el modelo es **conciso** se amplían para considerar si los datums son concisos:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M4.1	El modelo está libre de restricciones, operaciones de modelado o datums repetitivos o fragmentados					
M4.1a	Los perfiles están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas					
M4.1b	El modelo está libre de operaciones de modelado repetitivas o fragmentadas					
M4.1c	El modelo está libre de datums repetitivos o fragmentados					

Introducción

Cartesiano

Otros sistemas

Multisistema

Consistente

Conciso

**Rúbrica**

# Para repasar

¡Cada aplicación CAD tiene sus propias peculiaridades para el proceso de definición de sistemas de referencia!

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



Ayuda de HTML

Mostrar Atrás Imprimir

## Tutoriales de SOLIDWORKS: Getting Started

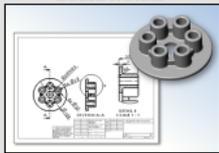
Empezar a trabajar	Técnicas básicas	Técnicas avanzadas
Herramientas de productividad	Evaluación de diseño	Preparación para la obtención de las
Ejemplos de Novedades	Todos los Tutoriales de SOLIDWORKS	Vaya a Tutoriales de SOLIDWORKS Simulation

Estos tutoriales explican la funcionalidad del software SOLIDWORKS en un formato de aprendizaje basado en ejemplos.

Para ver detalles sobre convenciones tipográficas y cómo utilizar estos tutoriales, consulte [Convenciones](#).

Si todavía no está familiarizado con el software SOLIDWORKS, lea primero la lección **Empezar trabajar**. Para ver ejemplos de Novedades de SOLIDWORKS para esta versión, consulte **Ejemplos de Novedades**. Los tutoriales restantes se pueden completar en cualquier orden.

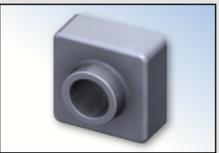
**Introducción a SOLIDWORKS**



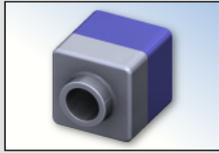
**AutoCAD y SOLIDWORKS**



**Lección 1: Piezas**



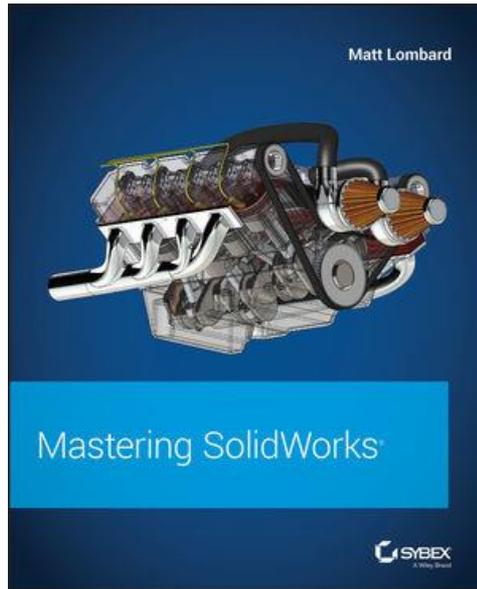
**Lección 2: Ensamblajes**



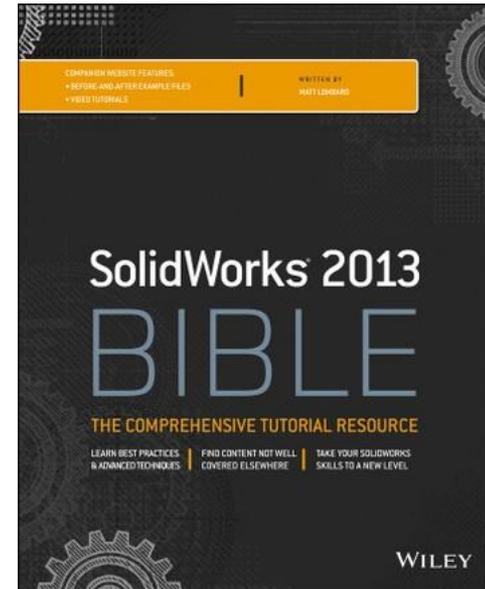
**Lección 3: Dibujos**



# Para repasar

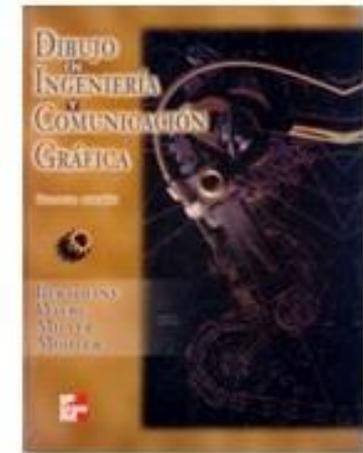
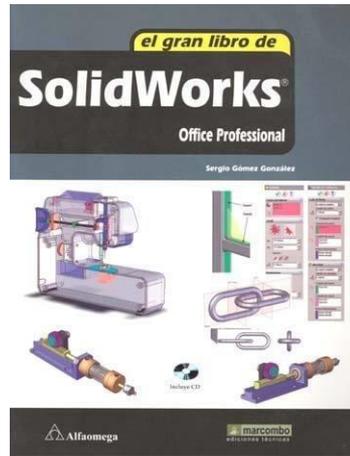
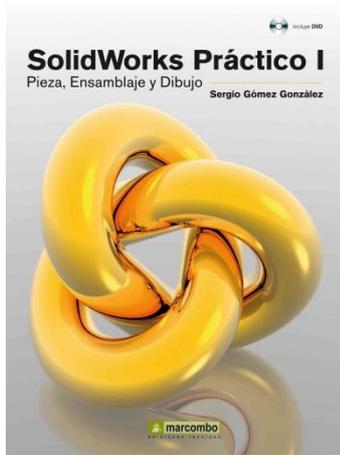


Chapter 3: Working  
with Sketches and  
Reference Geometry



Chapter 3:  
Working with  
Sketches

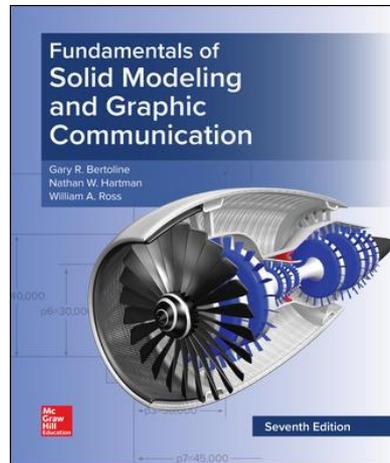
# Para repasar



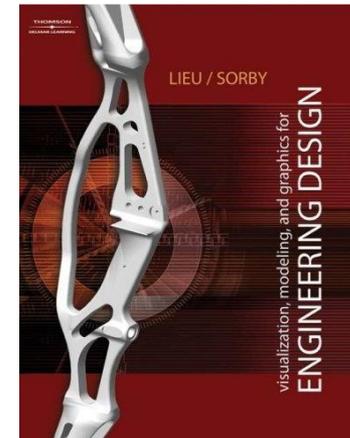
Capítulo 6.3: Coordenadas espaciales



Instant 3D e Schizzo veloce



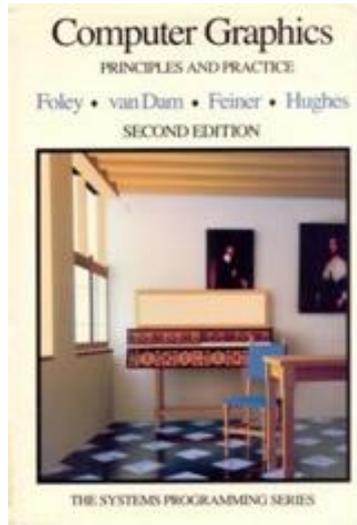
3.10 Coordinate Space



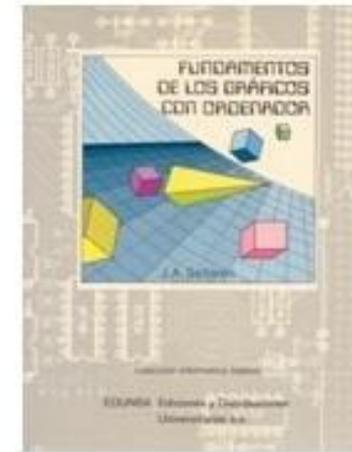
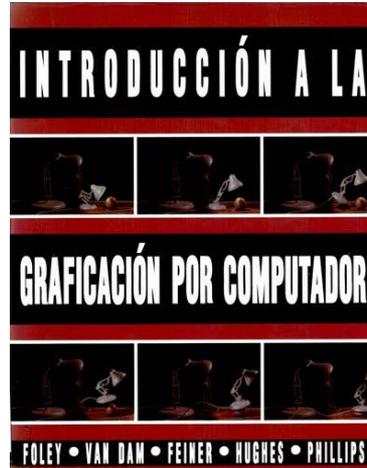
Capítulo 6: Solid Modeling

# Para saber más

Libro “clásico” de gráficos por ordenador



Versión “corta” en español



Capítulo 1: Elementos de geometría en el plano

Capítulo 3: Elementos de geometría en el espacio