

Respuesta a la Consulta sobre FreeCAD

FreeCAD es un software de diseño asistido por computadora (CAD) que se aborda desde la perspectiva de un principiante en la serie de videos proporcionados. El curso se enfoca en la versión 1.0 de FreeCAD, también conocida como 0.22 durante su fase de desarrollo. El objetivo es no solo dominar FreeCAD, sino también comprender cómo modelar objetos del mundo real en el ámbito digital, desarrollando un flujo de trabajo lógico y pasos para el modelado.

Configuración y Accesibilidad

Para facilitar el aprendizaje y la experiencia del usuario, especialmente para aquellos con discapacidades visuales, FreeCAD permite ajustar diversas preferencias:

- **Idioma y Sistema de Unidades:** El curso se imparte en inglés, pero FreeCAD permite establecer el idioma y el sistema de unidades (estándar es milímetros, pero se puede cambiar a imperial).
- **Visualización:**
 - **Tema:** Se puede cambiar el tema, por ejemplo, al "Fema classic".
 - **Iconos de la Barra de Herramientas:** El tamaño de los iconos de la barra de herramientas se puede aumentar a "grande" para fines de demostración y accesibilidad visual.
 - **Preselección:** El color de la preselección (cuando se pasa el ratón sobre caras, vértices o aristas de un objeto) se puede ajustar para evitar molestias visuales.
 - **Área de Notificación y Vista de Reporte:** Las notificaciones son ventanas emergentes en la parte inferior de la interfaz, que se activan por mensajes o errores. La vista de reporte, aunque muestra información importante, puede ser irritante; se recomienda desactivarla y usar solo el área de notificación.
 - **Sistema de Coordenadas 3D:** El tamaño del sistema de coordenadas en la esquina inferior derecha de la vista 3D se puede aumentar para mejorar la visibilidad.
 - **Tamaño del Marcador:** Define el tamaño de los vértices en el Sketcher y Tech Draw, y se puede ajustar para mayor comodidad visual.
 - **Tipo de Cámara:** Por defecto, es ortográfico. La perspectiva es ideal para renderizados realistas (publicidad, marketing), pero no para mediciones precisas, ya que las partes lejanas parecen más pequeñas.
 - **Tamaño de Fuente en Sketcher:** Afecta el tamaño de las dimensiones y las restricciones.
 - **Apariencia de la Forma:** El ancho de línea y el tamaño de los vértices en Part/Part Design se pueden aumentar para facilitar la selección.
 - **Radio de Selección (Pick Radius):** Un valor más alto facilita la selección de aristas y vértices, aunque un valor excesivamente alto puede dificultar la selección de elementos cercanos.

- **Interfaz de Usuario (UI) y Paneles:** Las barras de herramientas y paneles se pueden personalizar, arrastrando y acoplando elementos para optimizar el espacio de trabajo. Se pueden organizar los paneles de Tareas y Modelo como pestañas o paneles separados para un acceso más fácil.

Conceptos Fundamentales de Modelado

El proceso de modelado en FreeCAD comienza con la **simplificación** del objeto del mundo real, eliminando características secundarias para identificar la forma base y las operaciones necesarias.

- **Flujo de Trabajo:**
 - **Part Design vs. Part:** Part Design es más estructurado y adecuado para el modelado de sólidos, reduciendo el número de operaciones. El banco de trabajo Part es más flexible y permite crear sólidos, compuestos, superficies e híbridos.
 - **Modelado Basado en Características:** Part Design utiliza un enfoque de modelado basado en características, donde cada operación crea una característica que se une automáticamente para mantener un objeto sólido.
 - **Identificación de Operaciones:** La forma del perfil (vista superior, lateral) y la consistencia a lo largo del objeto guían la elección de operaciones (Extrusión, Revolve, Loft, Pipe).
 - **Modelado por Capas o Componentes:** Descomponer un objeto en sus partes constituyentes (capas, componentes) facilita el modelado. Esto es clave para objetos complejos como un faro o una taza.
 - **Sistemas de Coordenadas:** FreeCAD utiliza un sistema de coordenadas global (ejes X, Y, Z fijos) y un sistema de coordenadas local para cada objeto, con su propio origen y ejes. El sistema de coordenadas 3D en la esquina inferior derecha de la interfaz muestra la orientación global.
- **Adjunto (Attachment) y Posicionamiento:** Define cómo un objeto se posiciona en relación con otro.
 - **Modos de Adjunto:** Se han utilizado modos como "flat face" (cara plana) y "normal to edge" (normal a la arista). Para superficies no planas, se requieren modos de adjunto avanzados, donde el origen del boceto o sus ejes se alinean con referencias como vértices o aristas.
 - **Offset:** Se pueden definir desplazamientos (offsets) para posicionar objetos a lo largo de los ejes.
 - **Bocetos (Sketches) y Normales:** Un objeto 2D como un boceto no tiene eje Z, sino una "normal" que define la dirección de su cara. Es crucial alinear el vector normal del boceto con las referencias para un adjunto correcto.

Bancos de Trabajo (Workbenches)

FreeCAD organiza sus herramientas en diferentes bancos de trabajo, cada uno con un propósito específico:

- **Part Design:** Para modelado de sólidos paramétricos basado en características.
- **Sketcher:** Para crear formas 2D que se utilizan en operaciones 3D.
- **Part:** Para modelado más flexible, incluyendo operaciones booleanas, compuestos y superficies.
- **Draft:** Para diseño 2D en un espacio 3D, incluye herramientas de clonación y manipulación de texto.
- **Curves:** Para crear y manipular curvas y superficies complejas, incluyendo herramientas como "Blend Solidz Curved Array".
- **Assembly:** Para ensamblar múltiples componentes modelados individualmente. FreeCAD 1.0 incluye un banco de trabajo Assembly por defecto.
- **Fasteners:** Permite añadir sujetadores como tuercas y tornillos con roscas auténticas a los ensamblajes.

Los bancos de trabajo adicionales se pueden instalar a través del Administrador de Complementos (Add-on Manager).

Operaciones de Modelado en Part Design

Sketcher

El Sketcher es fundamental para crear **perfiles 2D** que luego se utilizan en operaciones 3D.

- **Creación de Geometría:** Permite crear rectángulos, círculos, polilíneas, arcos, ranuras (slots).
- **Restricciones (Constraints):** Las restricciones, como las de horizontal/vertical, coincidente, simétrica, tangencial, igualdad y distancia/radio, son esenciales para definir completamente un boceto. La **restricción de coincidencia** ahora integra la "punto en objeto".^{en} FreeCAD v1. La **simetría** puede usarse para bloquear completamente un boceto en un punto central.
- **Geometría de Construcción:** Es una geometría especial que no aparece en las operaciones 3D y se usa para referenciar y restringir.
- **Geometría Externa:** Permite importar aristas o puntos de otras características para usar como referencia en un nuevo boceto.
- **Copia de Carbono (Carbon Copy):** Crea una copia paramétrica de un boceto existente, donde los cambios en el boceto original se reflejan en la copia.
- **Dividir Arista (Split Edge):** Permite añadir vértices a una arista, útil para controlar la interpolación de splines en operaciones como el Loft.

Pad y Pocket (Extrusión)

Son operaciones **aditivas** (Pad) y **sustractivas** (Pocket) que añaden o eliminan volumen en línea recta a partir de un perfil 2D.

- **Parámetros:** Se puede definir una longitud, una extrusión **simétrica al plano** (symmetric to plane) o hasta una **cara** (up to face).
- **Ángulo de Inclinación (Taper Angle):** Permite que la extrusión tenga un tamaño diferente en un extremo que en el otro.
- **Extrusión Bidireccional:** Se puede extruir hacia adelante y hacia atrás simultáneamente.

Revolve y Groove

Revolve es una operación aditiva que crea volumen rotando un perfil 2D alrededor de un eje. **Groove** es su contraparte sustractiva.

- **Eje de Rotación:** El perfil se puede girar alrededor de un eje vertical del boceto, un eje base (Z, X, Y) o una referencia.
- **Ángulo:** Se puede definir un ángulo de rotación de 1 a 360 grados.

Pipe (Sweep)

Permite **barrer un perfil** (o múltiples perfiles) a lo largo de una **ruta** definida.

- **Perfiles y Ruta:** Se necesita un perfil transversal y una ruta que guíe la operación. La ruta puede ser un boceto (abierto o cerrado) o una arista de otra operación.
- **Adjunto de Perfiles:** Los perfiles se pueden adjuntar a la ruta utilizando modos como "normal to edge".
- **Transición de Esquinas:** Se puede ajustar la forma en que el perfil transiciona en las esquinas de la ruta.
- **Pipe Sustractivo:** Permite eliminar material a lo largo de una ruta.

Loft

Conecta una serie de **perfiles 2D** en una forma 3D continua, interpolando una superficie entre ellos.

- **Perfiles Consistentes:** Es crucial que los perfiles tengan el mismo número de aristas y vértices, y que estos estén alineados correctamente para evitar deformaciones o autointersecciones.
- **Interpolación de Splines:** La forma resultante se rige por la interpolación de splines que se originan en los vértices de los perfiles.
- **Torción (Twist):** Se puede introducir una torción rotando los perfiles individuales.
- **Lofting a un Punto:** Permite crear un acabado cónico utilizando un perfil que contenga un solo vértice (un punto).

- **Lofts Huecos y Sustractivos:** Se pueden crear vacíos en los lofts utilizando perfiles con paredes internas o aplicando un loft sustractivo para eliminar material de un loft aditivo.

Thickness (Shelling)

Permite **vaciar un objeto sólido**, eliminando la porción interna y manteniendo un grosor de pared especificado.

- **Dirección:** El grosor puede aplicarse hacia adentro o hacia afuera.
- **Tipos de Unión (Joint Types):** Define cómo se conectan las aristas de las caras engrosadas (Arc o Intersection).
- **Causas de Fallo:** Puede fallar debido a características geométricas problemáticas como **alta curvatura**, **tangencia cercana** (near tangency) o **caras autointersecantes**. A veces, ajustar el grosor o añadir filetes a las aristas puede resolverlo.

Primitivas Aditivas y Sustractivas

Son formas básicas predefinidas (cubos, esferas, cilindros, conos, elipsoides) que se pueden añadir (aditivas) o sustraer (sustractivas) para simplificar y acelerar el modelado. Se pueden adjuntar y posicionar utilizando los modos de adjunto y offsets.

Operaciones Booleanas (Fuse, Cut, Common)

Permiten manipular múltiples cuerpos en Part Design. A diferencia de las operaciones en Part Workbench que se aplican a formas extruidas, en Part Design se aplican directamente al **contenedor del cuerpo** (body container).

- **Fuse (Unión):** Fusiona múltiples cuerpos en uno solo.
- **Cut (Corte):** Elimina el volumen de un cuerpo (herramienta) del cuerpo activo.
- **Common (Intersección):** Extrae la región superpuesta entre los cuerpos, eliminando el resto.
- **Consideraciones:** Es crucial que el **cuerpo activo** (active body) esté en el origen global (0,0,0) antes de aplicar la operación, o que el cuerpo herramienta esté posicionado relativamente al cuerpo activo, para evitar errores. También hay que tener cuidado con las **dependencias circulares**.
- **Multi-sólido:** Un cuerpo solo permite un sólido a menos que se habilite la propiedad "Allow Compound".

Modelado Multi-Cuerpo

Implica crear **múltiples contenedores de cuerpos**, cada uno con su propia parte del modelo, y compartir información o geometría entre ellos. Es útil para ensamblajes o como ayuda de construcción.

Subshape Binder

Crea una **referencia paramétrica** a la geometría de uno o más objetos parentales, permitiendo que un cuerpo referencie la geometría de otro sin vincularlos directamente. Si la geometría original cambia, el Subshape Binder se actualiza. Se usa para construir partes alrededor de otras, añadir tolerancias, o en flujos de trabajo de **enmascaramiento** para aplicar características a partes aisladas.

Clon (Part Design y Draft)

- **Clon de Part Design:** Crea una copia paramétrica exacta de un cuerpo entero o de características individuales dentro de un cuerpo. Se actualiza automáticamente si se modifica el original. Es útil para flujos de trabajo ramificados, como crear partes masculina y femenina de una bisagra a partir de un cuerpo de plantilla.
- **Clon de Draft:** Es una herramienta de clonación de propósito general que funciona en la mayoría de los bancos de trabajo y permite duplicar características, cuerpos o bocetos, incluyendo opciones de escalado. No los contiene dentro de un cuerpo de Part Design directamente.

Patronado y Transformaciones

Se refiere a la **repetición** de una o más características en una disposición específica, basándose en parámetros como el número de ocurrencias. Se aplican a características de Part Design o a cuerpos enteros.

- **Patrón Lineal:** Repite una característica o cuerpo en línea recta a lo largo de un eje o referencia.
- **Patrón Polar:** Repite una característica o cuerpo en formato radial, alrededor de un eje o referencia, con un ángulo dado.
- **Espejo (Mirror):** Refleja una característica o un cuerpo entero a través de un plano (planos base o planos datum).
- **Multi-Transformación:** Permite aplicar **múltiples tipos de patrones** a la misma característica, encadenando transformaciones. Esencial cuando no se puede patronar un patrón directamente.
- **Consideraciones:** Es importante el **orden de las características** y el soporte para las operaciones. Advertencias como "una forma transformada no intersecta el soporte" pueden ocurrir si la característica patronada no corta el material.

Objetos Datum (Planos y Líneas)

Son **geometría de referencia** personalizable que ayuda a construir modelos con mayor precisión.

- **Planos Datum:** Planos adicionales que se pueden desplazar, rotar o inclinar, y se utilizan para posicionar bocetos y características en orientaciones complejas.

- **Líneas Datum:** Sirven como ejes adicionales para operaciones como rotación o patronado.
- **Flexibilidad:** Ofrecen mayor control al permitir ajustar la posición y orientación de múltiples bocetos con un solo objeto datum.
- **Advertencia:** El uso excesivo de objetos datum puede ralentizar los recálculos del modelo. A menudo, un boceto con el modo de adjunto y offsets correctos puede reemplazar la necesidad de un plano datum adicional.

Adjuntos y Posicionamiento

Adjunto es cómo un objeto se posiciona en relación con otro.

- **Modos de Adjunto:** "Flat face" para caras planas. Para superficies no planas, se usa el modo "normal to edge" para alinear el vector normal del boceto con una arista. Otros modos incluyen "translate originz" "plane by three points".
- **Global vs. Local:** Es crucial entender la diferencia entre los sistemas de coordenadas global y local, ya que los offsets y rotaciones se aplican en el sistema local del objeto, que puede diferir del global.
- **Inertial CS:** Un modo de adjunto que se preselecciona a menudo como recomendado.
- **Offset de Adjunto:** Permite mover un boceto a lo largo de los ejes después de adjuntarlo.
- **Flip Sides/Reverse:** Invierte la dirección de la extrusión o el lado de adjunto.

Herramientas Avanzadas y Solución de Problemas

Curvas (Blend Solid, Curva Array)

- **Workbench de Curvas:** Proporciona herramientas para crear y manipular formas complejas. Se instala desde el Add-on Manager.
- **Curved Array:** Crea una matriz de elementos y los redimensiona dentro de los límites de curvas en planos XY, XZ o YZ. Permite controlar el número de ítems, el offset, la torción y la distribución.
- **Blend Solid:** Fusiona dos sólidos haciendo referencia a sus caras y aristas, controlando la continuidad y reduciendo la torción. En Part Design, los cuerpos deben convertirse en objetos compuestos para que funcione.

Agujeros Roscados

La **operación de agujero** (Hole operation) permite crear agujeros roscados utilizando perfiles ISO o UTS. Se puede definir el tamaño del agujero (M5, etc.) y la profundidad. La opción "Model Thread" permite visualizar la rosca en el modelo. Se recomienda activarla al final para ahorrar tiempo de CPU.

Ensamblajes (Assembly Workbench) y Sujeciones (Fasteners Workbench)

- **Ensamblajes:** Para unir múltiples componentes. Se requiere una parte .aterrizada”(grounded) para fijar una posición, y luego se usan uniones (joints) como **deslizamiento** (sliding) o **revolute** (rotación) para definir el movimiento relativo de otras partes. La **unión de tornillo** (screw joint) se utiliza para simular roscas, requiriendo el paso (pitch) de la rosca.
- **Fasteners:** Un banco de trabajo que proporciona una biblioteca de sujetadores estandarizados con roscas.

Manejo de VarSets

Los **VarSets** permiten almacenar variables y pueden compartirse entre documentos para controlar propiedades paramétricas. Para evitar **dependencias circulares** en ensamblajes (donde un archivo referencia un VarSet que a su vez se ve afectado por los cambios resultantes), se recomienda ubicar el VarSet en un archivo externo o en una parte que no genere el ciclo.

Solución de Fallas

FreeCAD puede presentar errores si la geometría no es válida.

- **Autointersección:** La geometría que se autointerseca puede causar fallas, especialmente en operaciones como Thickness o Loft.
- **Geometría Inconsistente:** En operaciones Loft, si el número de aristas o la alineación de los vértices entre perfiles no es consistente, el modelo puede deformarse o fallar.
- **Tangencia Cercana:** Las aristas que son casi tangentes pueden causar problemas de cálculo en operaciones como Thickness.

Recursos y Comunidad

Se puede apoyar el canal a través de Kofi (ko-fi.com/mang0) o PayPal (paypal.com/paypalme/darbestone). También hay un Patreon (patreon.com/mangojellysolutions) que ofrece acceso anticipado y contenido adicional, incluyendo documentación del curso en formato PDF. Las **versiones semanales (Weekly Builds)** de FreeCAD se pueden descargar desde la página de GitHub del proyecto para acceder a las últimas características en desarrollo. Para Windows, estas descargas vienen en archivos 7zip y pueden requerir la instalación de 7zip para la extracción.