

SIEMENS DIGITAL INDUSTRIES SOFTWARE

# Las mejores prácticas del diseño de formas complejas

**PIXEL** SISTEMAS

**SIEMENS**

# El diseño se origina en la mente

¿Cuáles son las mejores maneras de diseñar formas complejas con herramientas de diseño asistido por ordenador (CAD)? Cada industria y cada empresa pueden aplicar sus propias técnicas. Por lo tanto, es difícil encontrar un consenso sobre reglas y directrices. Por fortuna, varios principios generales del diseño de formas complejas son prácticamente universales o se aplican en muchos casos. Las recomendaciones de cualquier tipo deben tomarse en su justa medida: no es lo mismo diseñar maquinaria automatizada que equipos médicos.



El diseño de nuevos conceptos requiere habilidades de comunicación práctica: visualización, modelado, requisitos, estética, ergonomía y normativas. El CAD proporciona el medio definitivo para comunicar los conceptos. Los datos CAD aceleran la ingeniería y la fabricación, y pueden mejorar la eficiencia en todo el ciclo de vida del producto. El diseño de formas complejas es una habilidad esencial en el diseño de conceptos.

El CAD detalla la forma y las propiedades de cada pieza y cómo se conjuntan. Los datos se utilizan en aplicaciones downstream que abarcan desde el renderizado hasta la reparación. La única constante es el cambio y el cambio es, precisamente, lo más difícil de planificar. La intención de diseño es el proceso de CAD que ayuda a planificar el cambio. Si bien se ha escrito mucho sobre la intención de diseño en sistemas basados y no basados en historial, para muchos usuarios sigue siendo un tema escurridizo.

# Uso de las técnicas de modelo maestro y de disposición

Un método popular del diseño de concepto es emplear una disposición: un boceto o un conjunto de bocetos y planos que ayudan a ordenar, localizar y relacionar las principales operaciones de diseño.

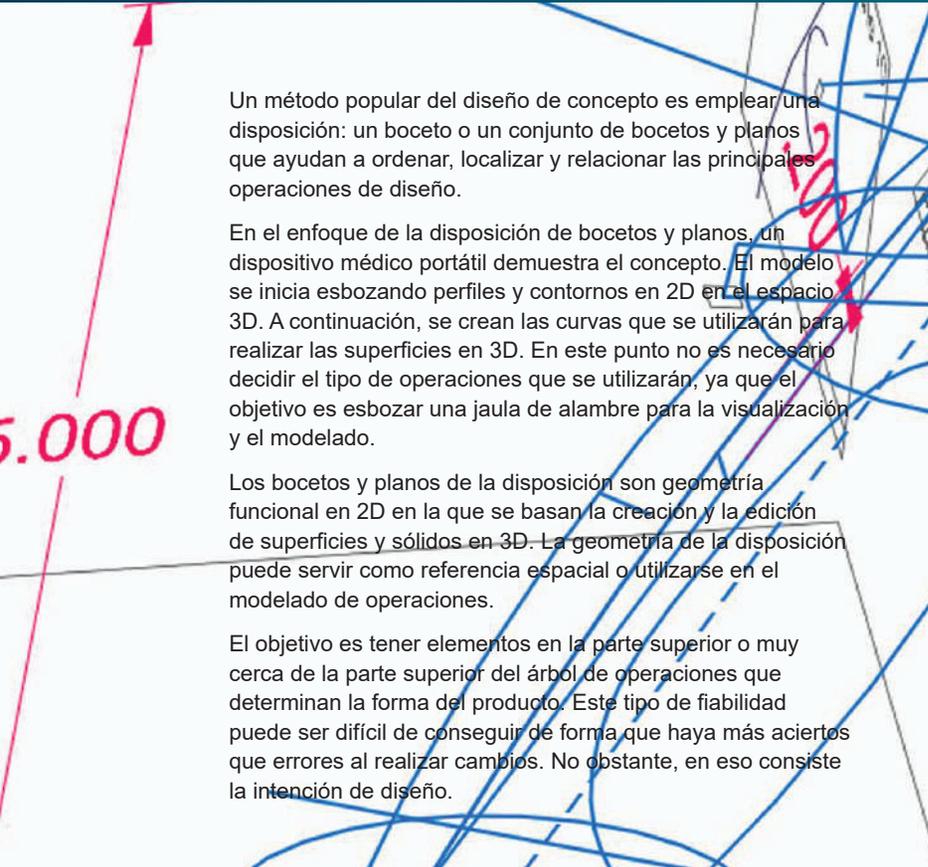
En el enfoque de la disposición de bocetos y planos, un dispositivo médico portátil demuestra el concepto. El modelo se inicia esbozando perfiles y contornos en 2D en el espacio 3D. A continuación, se crean las curvas que se utilizarán para realizar las superficies en 3D. En este punto no es necesario decidir el tipo de operaciones que se utilizarán, ya que el objetivo es esbozar una jaula de alambre para la visualización y el modelado.

Los bocetos y planos de la disposición son geometría funcional en 2D en la que se basan la creación y la edición de superficies y sólidos en 3D. La geometría de la disposición puede servir como referencia espacial o utilizarse en el modelado de operaciones.

El objetivo es tener elementos en la parte superior o muy cerca de la parte superior del árbol de operaciones que determinan la forma del producto. Este tipo de fiabilidad puede ser difícil de conseguir de forma que haya más aciertos que errores al realizar cambios. No obstante, en eso consiste la intención de diseño.



El diseño de formas complejas es una habilidad esencial en el diseño de conceptos.



### Sólidos y superficies

El modelado de sólidos se suele utilizar más en el diseño que el modelado de superficies y es la mejor práctica predominante. En el caso de los sólidos, una sola operación puede crear caras en todos los lados de un modelo. Las superficies se utilizan más habitualmente para crear formas complejas, de una cara o un lado a la vez, o en situaciones en las que se necesita un mayor control sobre la forma acabada que el que permiten las operaciones sólidas (por ejemplo, una pala de hélice o la punta de un ala). En general, la creación de superficies requiere mucho más tiempo que el modelado de sólidos, ya que el diseñador realiza manualmente lo que las funciones de modelado de sólidos efectúan de manera automática.

### Superficies

La B-spline racional no uniforme (NURBS) es el modelo matemático subyacente del diseño de curvas y superficies en la mayoría de los programas CAD. Como la NURBS describe curvas en dos direcciones, las superficies desarrolladas a partir de curvas actúan mejor como parches de cuatro lados. Si no es posible crear una superficie que se ajuste exactamente a la ubicación deseada, lo mejor es sobreconstruirla, es decir, reducir el tamaño de la superficie que se pueda crear como un parche de cuatro lados, y luego recortarla. Esto no siempre es factible, pero se considera el método más adecuado para obtener modelos limpios.

### Flujo de trabajo superficie-sólido

Cuando se diseñan formas complejas, hacer una sola transición de superficies a sólidos se considera una técnica adecuada. Una vez que se efectúe la transición a sólidos, se deberá seguir trabajando en sólidos. No siempre sucede esto en proyectos de diseño real con muchos cambios. Sin embargo, cambiar entre técnicas de diseño de sólidos y de superficies en un flujo de trabajo basado en historial implica dedicar tiempo a repeticiones. La mayoría de los programas CAD permiten el diseño híbrido, con geometría sólida y de superficies en el modelo al mismo tiempo.

### Sólidos

El modelado de sólidos basado en operaciones suele ayudar en determinadas tareas de detalle para la ingeniería del ajuste y la conexión entre las piezas. Se trata de operaciones como resaltes, relieves, revelaciones, desmoldeos y redondeos. Antes de utilizar estas operaciones, se debe convertir la geometría de superficie en un sólido, y dejarle una pared de pequeño espesor. Con suerte, gran parte de los cambios de diseño importantes ya se habrán aplicado cuando este nivel de trabajo detallado esté en marcha.

### Operaciones superiores

Numerosos programas CAD han creado las denominadas operaciones superiores. Combinan varias operaciones geométricas simples que suelen estar juntas en una sola operación que realiza geometría más compleja. Crear estos tipos de geometría puede suponer un gran ahorro de tiempo.

Entre las operaciones cabe citar red de refuerzos, reborde/ranura, malla de ventilación o resalte de montaje. En general, un resalte de montaje incluye un resalte cilíndrico para un tornillo o una conexión de pasador entre las piezas, y después relieves de soporte con filetes, desmoldeo y rotación de los relieves. Es posible que los usuarios avanzados quieran crear sus propias bibliotecas de operaciones. Ahora bien, es aconsejable integrar algunas operaciones en el software ante la posibilidad de que cumplan perfectamente con los requisitos de diseño. Estas herramientas pueden ser muy flexibles. Aprovechar las operaciones superiores es una forma de reutilizar la información del diseño para ahorrar tiempo, pulsaciones de teclas y espacio en la lista de operaciones.



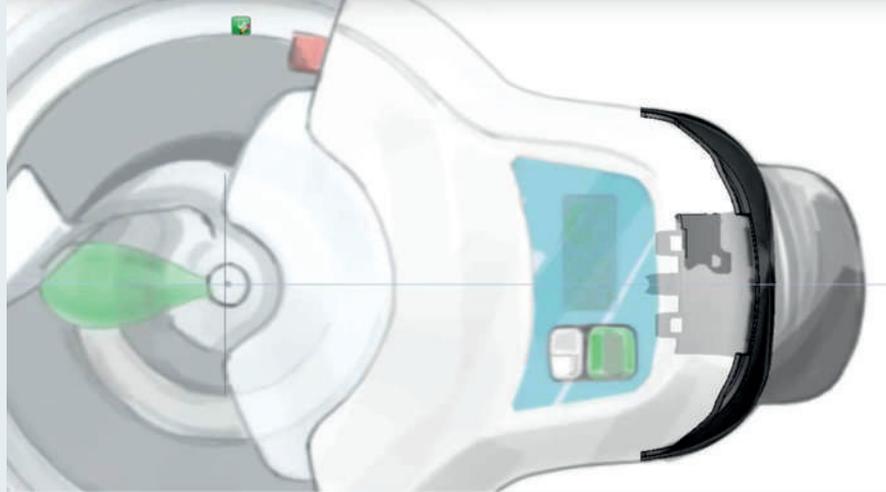
La mayoría de los programas CAD permiten el diseño híbrido, con geometría sólida y de superficies en el modelo al mismo tiempo.

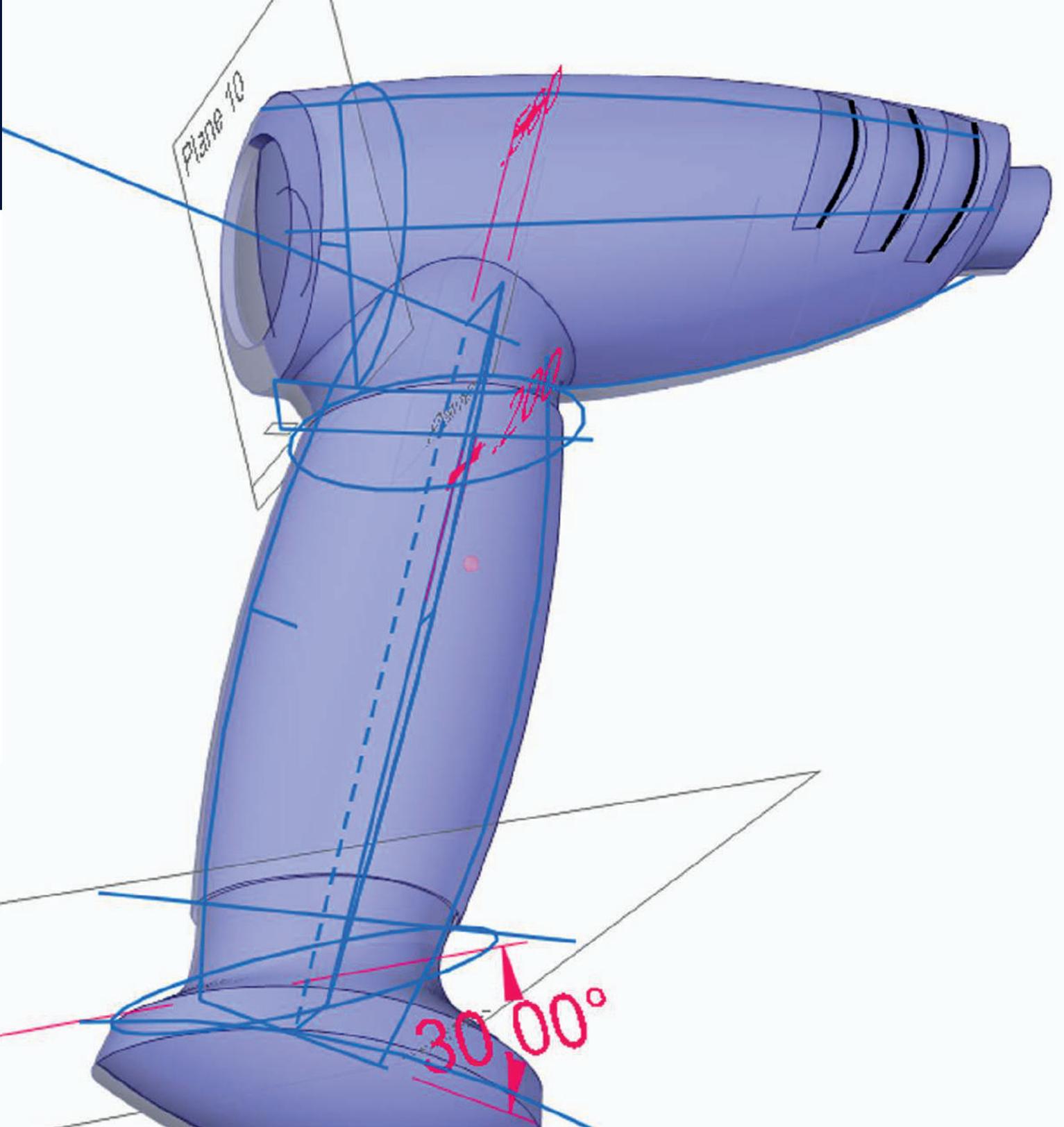
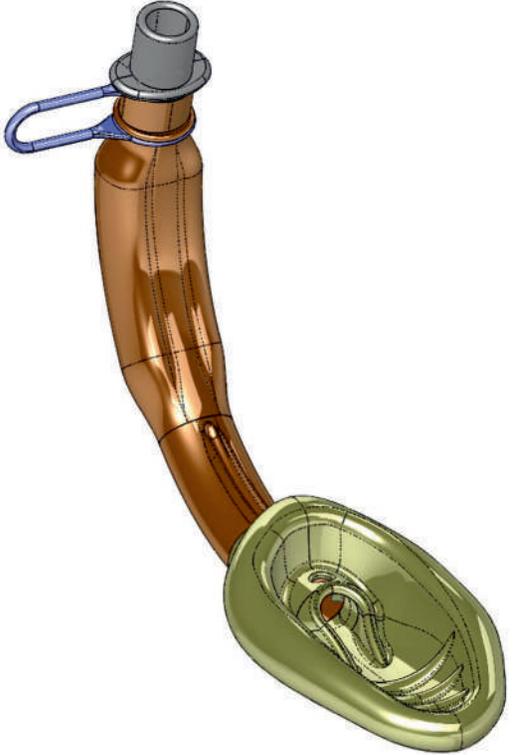
### Cuando el concepto comienza fuera de CAD: la reutilización de bocetos de diseño industrial

Pese a estar en una era de herramientas de alta tecnología, el concepto inicial de muchas formas se realiza a lápiz. Para quienes apuestan por este método, es interesante señalar que puede funcionar perfectamente como entrada en un sistema CAD. Se puede escanear un boceto de diseño industrial en el software y después calcarlo con un boceto CAD. En algunos sistemas incluso se puede utilizar un lápiz óptico (o digital). Se tiene la misma sensación del lápiz y el papel, pero la forma se captura digitalmente.

### Acertar con los detalles

Si el diseño incluye superficies como parte de su evolución, puede suceder que surjan pequeños defectos, lo que puede afectar al éxito de la fabricación y a la estética del producto final. La transición entre superficies o caras es sutil. No obstante, es fundamental en el modelado de formas complejas. Algunas herramientas CAD permiten interrogar esto con el uso de franjas de cebra. La naturaleza fluida de la franja ayuda a indicar el tipo de transición que se produce en esa intersección: áspera, suave o muy suave (técnicamente se denominan G0, G1 y G2+), lo que te permite realizar ajustes para satisfacer tus necesidades.





### La mejor práctica del modelado ordenado

En las últimas décadas, el modelado ordenado o basado en historial ha contemplado el desarrollo de muchas listas de mejores prácticas. De hecho, dichas listas tienden a poner de manifiesto varias de las principales deficiencias del modelado basado en historial. Estas carencias son parte del motivo por el que se desarrolló la tecnología síncrona, que elimina muchas de estas limitaciones: por ejemplo, la necesidad de regenerar operaciones, los escenarios de relaciones padre/hijo complejos y susceptibles de errores, y la asociación abstracta de una lista de operaciones con la geometría. La mayoría de los diseñadores llevan décadas con estas limitaciones y conviven con ellas. Algunos incluso han llegado a considerar que la propia intención de diseño es, de alguna manera, un producto del orden de operaciones basadas en historial. Más adelante se verá cómo la tecnología síncrona ayuda a evitar las limitaciones del modelado basado en historial.

Las listas de mejores prácticas del modelado basado en historial siempre incluyen sugerencias como añadir filetes y desmoldeos al final del árbol; no acotar nunca ni establecer relaciones de bocetos con bordes que puedan cambiar o desaparecer; tener cuidado con la acumulación de referencias externas entre piezas y, sobre todo, con las referencias circulares; evitar las piezas multicuerpo cuando es más apropiado un conjunto de piezas múltiples, etcétera.

Las listas de mejores prácticas del modelado ordenado tienden a centrarse en la intención de diseño, es decir, la práctica del modelado para facilitar cambios en el modelo. En el caso del modelado ordenado, se supone que se conocen los cambios que se van a producir, cosa que rara vez ocurre.

### Flujos de trabajo simultáneos y gestión de datos

Los proyectos de diseño suelen ser suficientemente grandes como para que varias personas trabajen en varias áreas del diseño. Por ejemplo, mientras alguien termina de aplicar desmoldeo y filetes al modelo, otro puede empezar a organizar los planos y un tercero puede encargarse de realizar simulaciones de tensión o movimiento. Si el diseño exterior está finalizado, otra persona puede crear las imágenes de marketing, mientras que otra se ocupa de diseñar el embalaje. Si el equipo está integrado por la cantidad adecuada de profesionales, gran parte de este trabajo se puede efectuar de forma simultánea para ahorrar tiempo al final, cuando el plazo del proyecto siempre corre el mayor riesgo de incumplirse.

Muchas empresas lo intentan con un único modelo de conjunto de producto. Sin embargo, el hecho de que varias personas trabajen con los mismos datos en tiempo real es muy arriesgado. Un cambio que se aplique en un conjunto para un renderizado en principio no debe afectar al conjunto en el que se basan las instrucciones del conjunto de fabricación.

La gestión de datos debe formar parte del flujo de trabajo de todos los equipos profesionales de diseño. Aun en el caso de que un equipo sea pequeño, la gestión de datos ofrece muchas ventajas, por ejemplo, la trazabilidad, la capacidad de recuperar revisiones antiguas para repararlas o probarlas, la posibilidad de deshacer cambios a gran escala y la asignación y el seguimiento de los flujos de trabajo. El esfuerzo que requiere el uso del Explorador de Windows para la gestión de archivos, combinado con el alto riesgo de errores, convierte en una buena práctica el uso de un software de gestión de datos.

**Se verá claramente cómo la tecnología síncrona ayuda a evitar las limitaciones del modelado basado en historial.**

# Descubre Solid Edge

Solid Edge cuenta con un completo conjunto de herramientas basadas en historial con las que se han desarrollado la mayoría de las mejores técnicas. Solid Edge puede gestionar operaciones de superficies y sólidos con bocetos, crear cuerpos múltiples, dividirlos en piezas individuales y encargarse de la ingeniería de detalle para añadir resaltes de montaje, agujeros de ventilación, desmoldeos, filetes y unir las piezas terminadas en un conjunto completado de piezas. También ofrece una funcionalidad en las áreas de chapa y planos en 2D.

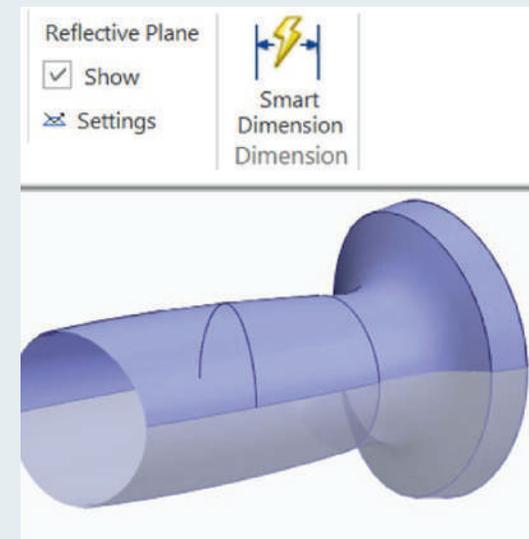
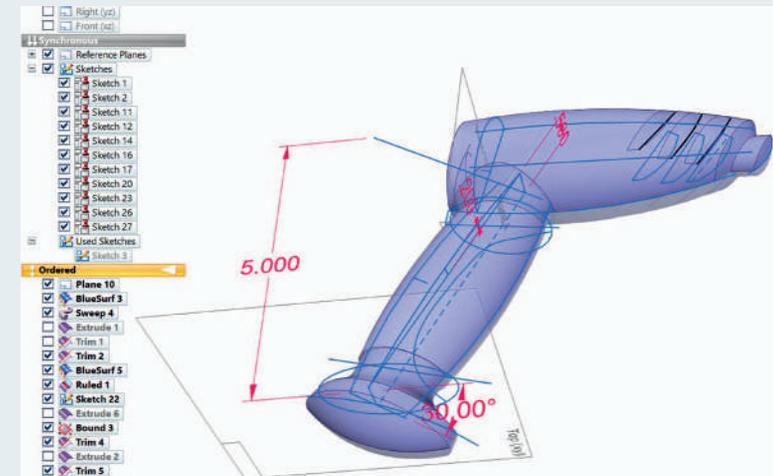
Además de estas herramientas y técnicas tradicionales basadas en historial, Solid Edge incorpora la tecnología síncrona: un conjunto de mejoras independientes del orden aparte de la edición directa. Las piezas se pueden construir total o parcialmente con métodos síncronos o basados en historial, y estas operaciones se pueden editar en el contexto de un conjunto.

## Las ventajas inesperadas de la tecnología síncrona

En este modelo de dispositivo médico de ejemplo, todos los bocetos y planos se efectuaron en modo síncrono. Por su parte, todas las operaciones de superficie se hicieron en modo ordenado. Por ejemplo, cuando se manipula un boceto con el método de arrastrar, el modelo se actualiza en tiempo real. Esto se lleva a cabo sin tener que retroceder al historial de la pieza, aislar un boceto para editarlo, y después reconstruir todos los bocetos y las operaciones con la esperanza de que todas las relaciones padre/hijo del modelo sigan siendo válidas. El modo síncrono puede utilizarse de forma independiente o junto con el modelado ordenado. En lugar de elegir uno u otro, se pueden usar simultáneamente.

Muchas de las superficies de este modelo se crearon con BlueSurf, la operación de superficies de grapas de Solid Edge. Ahora bien, algunas de las superficies de detalle se hicieron con superficies regladas. Las superficies regladas pueden ser muy eficaces en determinadas situaciones. Siguen una curva y, en la dirección perpendicular a la curva, utilizan una línea recta. Son excelentes para desarrollar desmoldeo, de una cara normal a otra cara, una cara desplazada o de espesor y otras aplicaciones. En este modelo, la cara delgada en torno al talón de la empuñadura se creó mediante una superficie reglada.

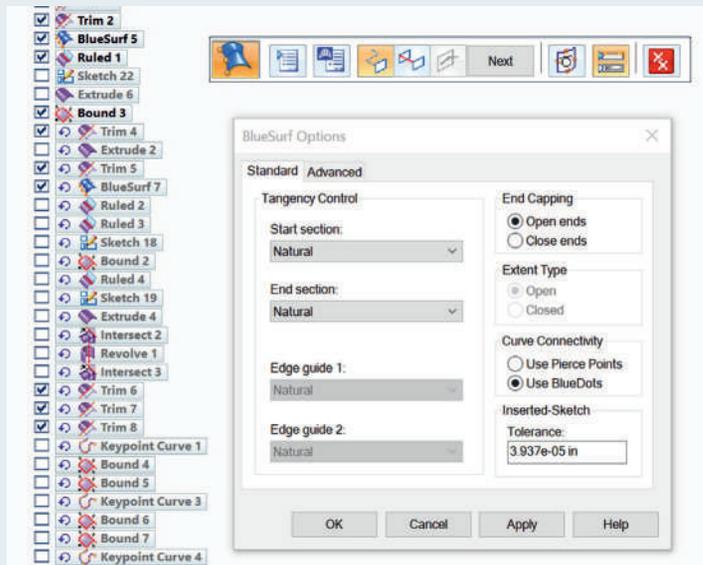
Solid Edge incluye un modo de visualización de plano reflexivo en el que se puede trabajar con la mitad del modelo mientras solo se muestra visualmente la mitad reflejada. Es una gran ayuda para la visualización sin la sobrecarga añadida de la geometría y las operaciones adicionales. La opción se activa o se desactiva fácilmente en la barra de herramientas.

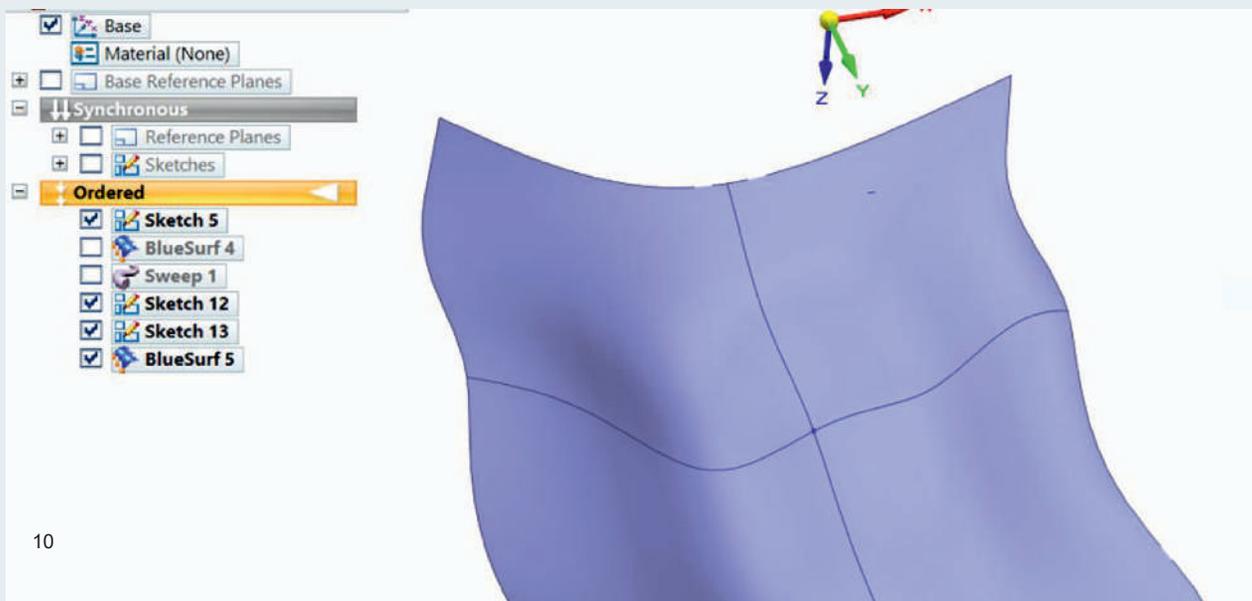
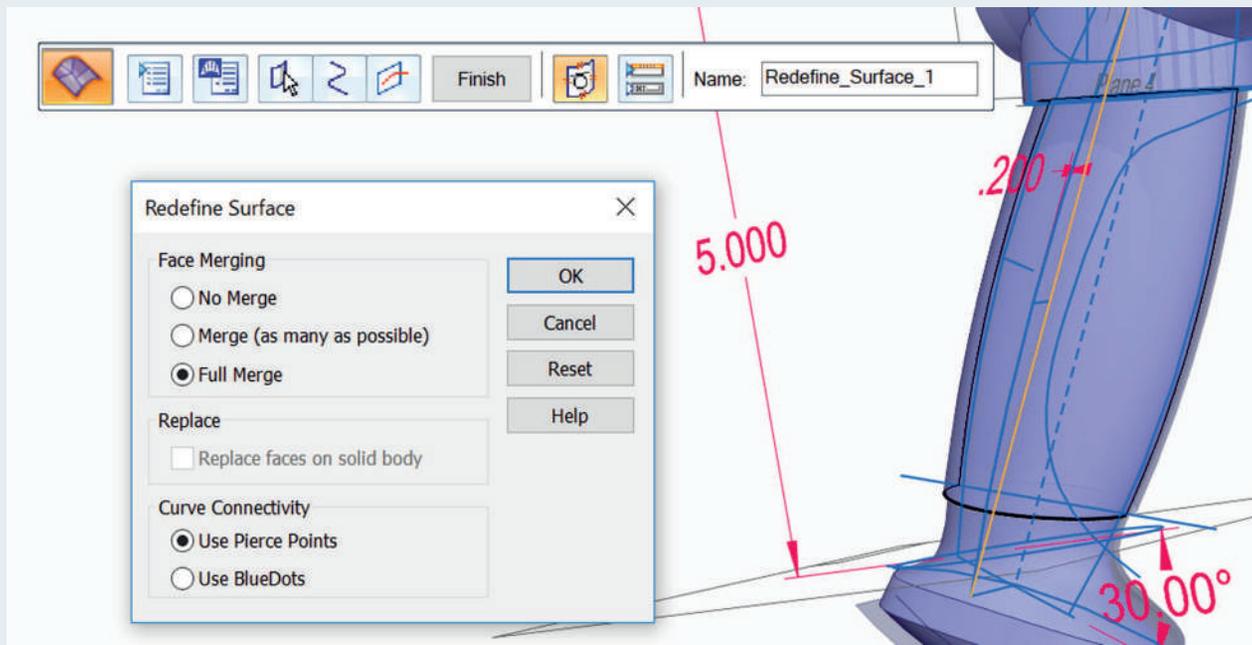


La operación de intersección también es una excelente herramienta de Solid Edge. Puede recortar mutuamente varios cuerpos de superficie e incluso permite al diseñador seleccionar volúmenes cerrados en los resultados. Es muy potente y fácil de usar. Supone una mejora sustancial respecto a las funciones de recorte estándar.

Para los nuevos usuarios o quienes prueban nuevas funcionalidades, Solid Edge dedica un área en la parte inferior de la pantalla para preguntar al usuario qué entrada espera el software que se seleccione a continuación. Disponer de esta pantalla infunde confianza a los diseñadores. Se recomienda combinar esta funcionalidad con el buscador de comandos, que no solo proporciona ayuda para la función solicitada, sino que también localiza el botón del comando. Un usuario que utiliza software nuevo por primera vez puede tener dificultades para encontrar un determinado comando. Con el buscador de comandos de Solid Edge resulta muy fácil.

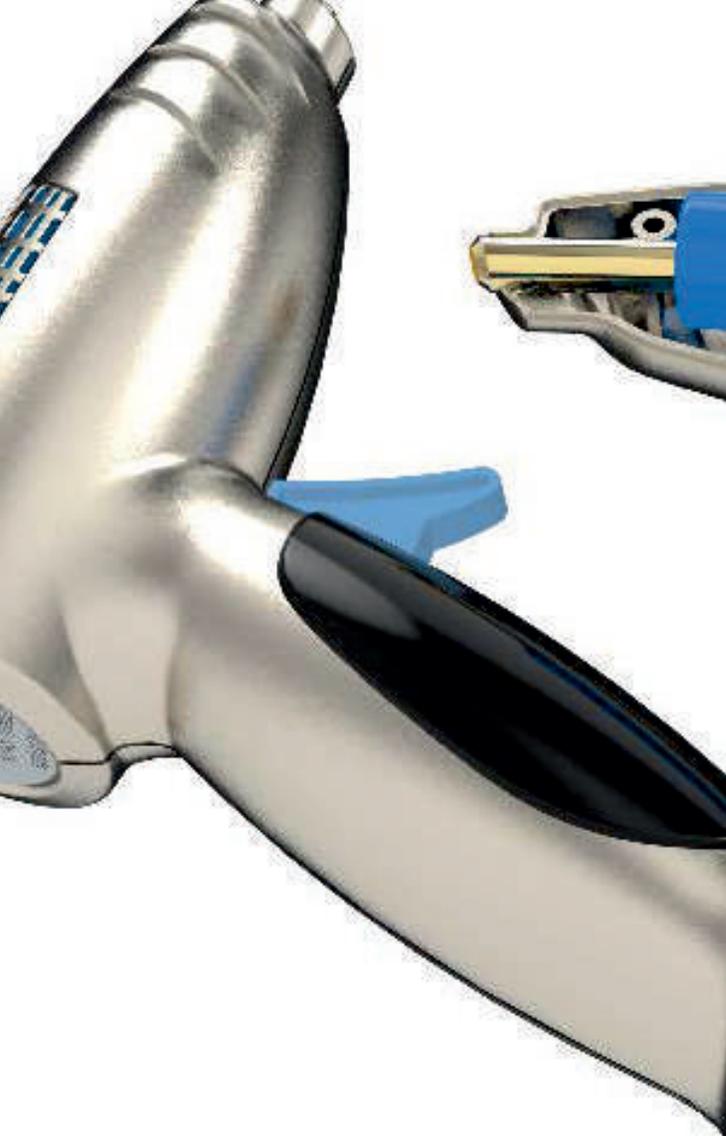
Otro punto a favor de la interfaz es que se puede personalizar para ofrecer más o menos ayuda, según las necesidades del diseñador y su grado de experiencia. La interfaz estándar de Solid Edge es un modelo de eficiencia. Con todo, hay que conocer muy bien el software para sacarle el máximo rendimiento. La interfaz estándar utiliza numerosos iconos y no ocupa mucho espacio. Una gran cantidad de empresas utiliza varios programas CAD. En este caso, un diseñador necesitará una interfaz que le oriente más. Solid Edge proporciona opciones para distintos niveles de asistencia. La posibilidad de personalizarlo permite al usuario determinar cómo se muestran las etiquetas de texto, la información sobre herramientas y otros elementos en la interfaz. El menú radial personalizable, con el que se accede con rapidez y eficacia a los comandos de la ventana de modelado, es otro de los elementos favoritos de los usuarios.





La funcionalidad de redefinir superficies de Solid Edge se usó en el parche que se muestra en la imagen adyacente. Con la redefinición, el usuario puede sustituir un parche de superficie por uno nuevo que tenga más controles de forma orgánica. Eso permite a los diseñadores emplear operaciones más sencillas y eficientes para crear un modelo y posponer parte del modelado más complejo. La funcionalidad de redefinición de superficies también ayuda a editar las formas en los modelos importados. Puede utilizarse para realizar fácilmente cambios de formas en varias caras.

Blue Dot es una operación característica anterior a la tecnología síncrona, aunque fue un primer intento de mitigar algunas de las dificultades del modelado basado en historial. Tomemos como ejemplo la creación de un BlueSurf, que básicamente consiste en una superficie elevada, ideada a partir de una malla cruzada de curvas. En un sistema basado en historial, incluso estas curvas se manejan como operaciones ordenadas. Es necesario encontrar los puntos de intersección de las curvas y prestar atención al orden de creación, de forma que el diseñador siempre edita lo último que se ha realizado. Blue Dot permite conectar curvas cruzadas de bocetos en diferentes lugares del orden y editarlas simultáneamente, como si formaran parte de una única malla sin historial. Cuando nos percatamos de las ventajas de alejarnos de las limitaciones del diseño basado en historial, se nos abre todo un nuevo mundo de posibilidades.



## Conclusiones

El diseño de formas complejas supone un reto para las funcionalidades actuales de los diseñadores. Las mejores prácticas del diseño complejo pueden utilizarse en casi cualquier proyecto, pero incluso los conceptos de mejores prácticas no son los mismos en todos los tipos de trabajo de diseño. Las mejores prácticas siempre se sitúan en el extremo conservador y no en el arriesgado del espectro de las opciones de diseño. Con todo, a menudo hay buenas razones para transgredirlas. No utilicemos las mejores prácticas como excusa para mantener formas de trabajo rígidas e inflexibles.

Solid Edge tiene sus propias reglas de buenas prácticas que reflejan las del CAD general con una excepción: Solid Edge combina la potencia de la tecnología síncrona para evitar muchas de las limitaciones y deficiencias de las herramientas basadas en historial. Con la opción de alternar entre el modo síncrono y el basado en historial, Solid Edge brinda la funcionalidad única de adaptar las mejores prácticas al tipo concreto de trabajo que una empresa necesita hacer hoy en día.



Acerca de Siemens Digital Industries Software

Siemens Digital Industries Software está impulsando la transformación para permitir un negocio digital en el que ingeniería, fabricación y diseño electrónico se encuentren. Xcelerator, el portfolio integral de software y servicios de Siemens Digital Industries Software, ayuda a empresas de todos los tamaños a crear y aprovechar un gemelo digital integral que proporciona a las empresas nuevos conocimientos, oportunidades y niveles de automatización que permiten impulsar la innovación.



[www.pixelsistemas.com](http://www.pixelsistemas.com)

Pixel Sistemas S.L.  
Pol Ind. Sigma  
Xixilion 2, 2º Planta - Oficina 1  
20870 ELGOIBAR (Gipuzkoa)

Tfno: +34 943 74 86 02  
Email: [info@pixelsistemas.com](mailto:info@pixelsistemas.com)