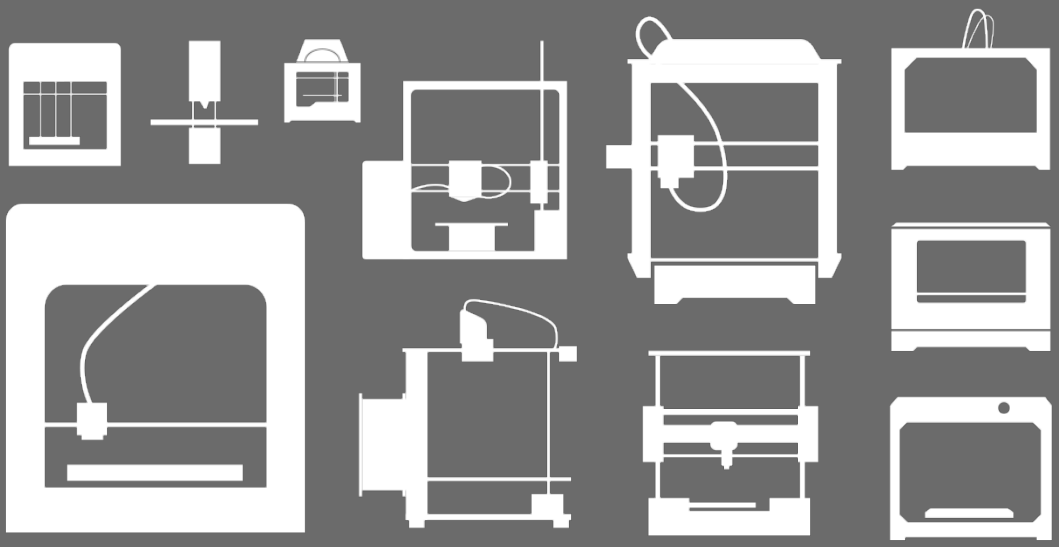
Acercamiento al diseño y la impresión 3D



José Antonio Monzón González

CC BY NC SA

Índice

- Nociones de la impresión 3d, tipos de impresoras y materiales
- Creación de objetos en tres dimensiones a través de Tinkercad
- Las plataformas sociales con repositorios de modelos 3d para imprimir
- Impresión a través del software Cura
- Usos educativos de la impresión 3d

Nociones de la impresión 3d, tipos de impresoras y materiales

La impresión en tres dimensiones (3D), no es nada nuevo, esta existe desde hace unos 30 años atrás y se venía usando para trabajos industriales. Al contrario de otras tecnologías su gran diferencia es que funciona por adición, con lo que reduce ampliamente los costes, creado mediante la superposición de capas sucesivas de material. A partir de finales de 2013 cuando comienzan a caducar las patentes sobre la tecnología de impresión 3D y con ello el abaratamiento de esta tecnología en el mercado, para más información puede verse el siguiente artículo "http://impresiontresde.com/blog/2014-llegara-la-esperada-explosion-de-las-impresoras-3d/"

Esta tecnología sus campos uso tales como joyería, calzado, diseño industrial, arquitectura, ingeniería y construcción, automoción y sector aeroespacial, industrias médicas, educación, sistemas de información geográfica, ingeniería civil y muchos otros. En la actualidad empieza a entrar tímidamente en los hogares.

Tipos de impresoras

Entre los modelos de impresoras podemos encontrar las siguientes:

Tipo	Tecnologías	Materiales
Extrusión	Modelado por deposición fundida (FDM)	Termoplásticos (por ejemplo PLA, ABS), HDPE, metales eutécticos, materiales comestibles
Hilado	Fabricación por haz de electrones (EBF^3)	Casi cualquier aleación
Granulado	Sinterizado directo de metal por láser (DMLS)	Casi cualquier aleación
	Fusión por haz de electrones (EBM)	Aleaciones de titanio

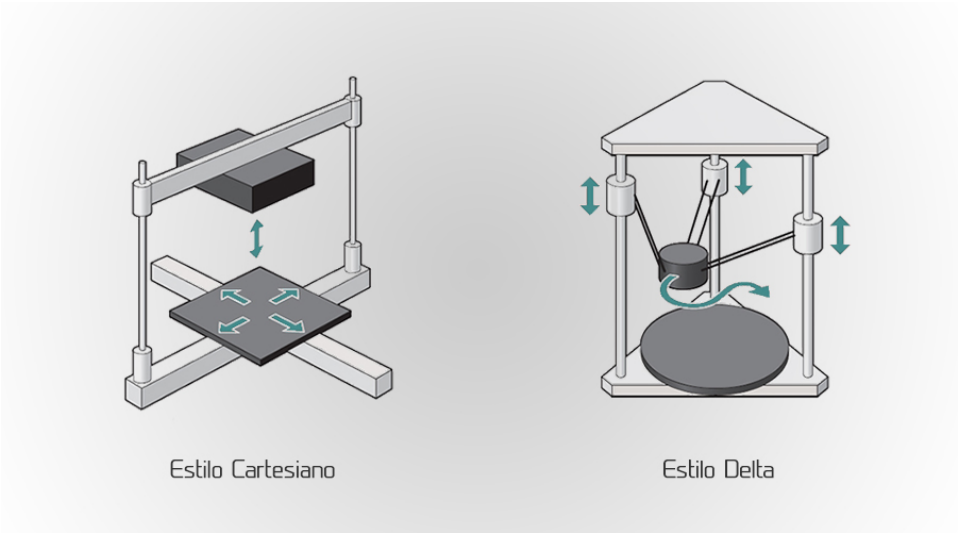
	Sinterizado selectivo por calor (SHS)	Polvo termoplástico
	Sinterizado selectivo por láser (SLS)	Termoplásticos, polvos metálicos, polvos cerámicos
	Proyección aglutinante (DSPC)	Yeso
Laminado	Laminado de capas (LOM)	Papel, papel de aluminio, capa de plástico
Fotoquímicos	Estereolitografía (SLA)	fotopolímero
	Fotopolimerización por luz ultravioleta (SGC)	fotopolímero

La impresora que más se esta utilizando en el campo educativo en este momento es la e Extrusión. Por este motivo los siguientes apartados tratarán sobre este tipo de impresoras.

Del modelo de Extrusión pordemos encontrar de dos tipos la de Ejes cartesianos y la DELTA.

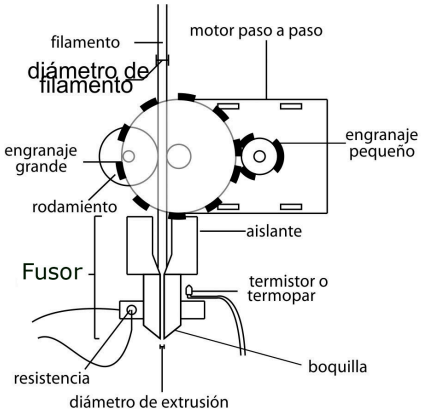
- Impresoras de Ejes Cartesianos: Estas impresoras reciben este nombre debido al sistema de coordenadas que utilizan para el movimiento, el cartesiano. El movimiento se traduce en tres ejes ortogonales, donde el origen puede variar según la máquina. El hot-end se desplaza en estas coordenadas para realizar la impresión. Además cuentan con una cama de impresión cuadrada que se desliza a lo largo un eje, impulsada por un motor paso a paso que transmite el movimiento, para ayudar a la impresión.

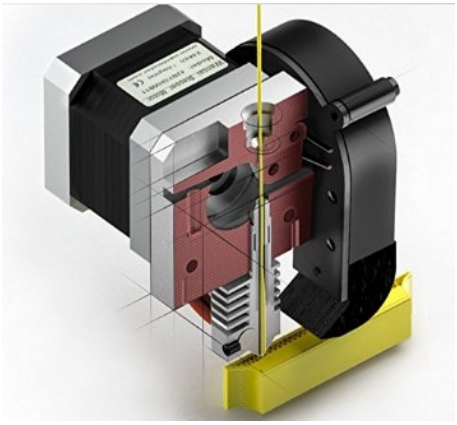
- Impresoras DELTA: Las impresoras 3D de este tipo están basadas en el robot delta. Cuentan por lo general con una cama de impresión circular, que se mantiene fija otorgando mayor precisión. El extrusor está suspendido por encima, posicionado mediante tres brazos articulados que se deslizan arriba y abajo sobre unas guías verticales dispuestas en una configuración triangular. Dependiendo de la altura de cada brazo se consigue el posicionamiento del extrusor o hot-end en todo el espacio disponible para la fabricación.



Las dos funciona calentado a temperaturas de entre 180ºC y 220ºC aproximadamente (según consumible) un termoplástico que es arrastrado y guiado por los ejes cartesianos X, Y y Z o por los Brazos de la Delta.

Imágenes del HOT END





Hot-End de la Prusa I3 Marca BQ

Para ver un pequeño vídeo de una impresión puede ir a: http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/mediateca/ceipcasapastores/?attachment_id=187, o escaneando el código Qr

Materiales

La gama de termoplásticos cada vez es más amplia, resaltando principalmente el PLA, el ABS, el Filaflex y el Hipps.

El **poliácido láctico** (**PLA** o **ácido poliláctico**) es un polímero constituido por moléculas de ácido láctico, con propiedades semejantes a las del tereftalato de polietileno (PET) que se utiliza para hacer envases, pero que además es biodegradable. Se degrada fácilmente en agua y óxido de carbono.
Es un termoplástico que se obtiene a partir de almidón de maíz (EE.UU.) o de yuca o mandioca (mayormente en Asia), o de caña de azúcar (resto del mundo).

El **acrilonitrilo butadieno estireno** o **ABS** es un plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico amorfo.
Se le llama plástico de ingeniería, debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes, como son las polioleofinas (polietileno, polipropileno).
Lego utiliza este tipo de plástico.

Filaflex es el filamento elástico original para impresoras 3d. Este revolucionario material es un TPE (termoplástico elastómero) con base de poliuretano y ciertos aditivos para hacerlo imprimible en tu impresora 3d. Filaflex tiene una gran elasticidad y te permite imprimir piezas elásticas en tu impresora.

Nylon: Es una alternativa clásica al ABS y PLA, pero **más resistente y flexible**, además de natural y resistente al agua. Completando sus ventajas, es reutilizable.

El **filamento HiPS (Poliestireno)** (High impact Polystyrene) es un termoplástico obtenido por polimerización de **alta resistencia al impacto.**
Aunque la mayoría de sus **propiedades mecánicas y físicas** (rigidez, resistencia a tracción y a impacto, estabilidad térmica,…) **son similares a las del ABS**, hay una característica que lo hace diferente respecto a todos los demás que es su **solubilidad en D-Limoneno**, permitiendo realizar formas irrealizables con un material de soporte soluble y que se harán realidad una vez se sumerja la pieza en **D-Limoneno** y el HiPS desaparezca, quedando la pieza sin ningún material de soporte y con una gran calidad superficial.
El filamento HiPS Negro (Poliestireno) **es resistente a los aceites, grasas y álcalis pero no al combustible.** En cuanto a su post-procesado y acabado se puede cromar, pintar, pegar y lijar. El HiPS soporta mal los rayos UV, por lo que largas exposiciones al sol lo decoloran y vuelven quebradizo. Presenta una baja conductividad eléctrica, por lo que **puede utilizarse como aislante.** Por sus propiedades suele usarse en instalaciones de alta frecuencia. En cuanto a la temperatura de reblandecimiento el HiPS soporta hasta 95 ºC.

Creación de objetos en tres dimensiones a través de Tinkercad

Una de las grandes dificultades a la hora de embarcarnos en el mundo de las impresoras 3D, es la creación de objetos para imprimir. Pero este paso es fácilmente superable con la amplia variedad de software existentes en el mercado. Entre ellos podemos destacar para principiantes y gratuitos:

Tinkercad

Probablemente sea el más fácil de usar de los que vamos a hablar y, por tanto, el más popular de todos los programas CAD. TinkerCAD puede ser manejado por usuarios sin experiencia previa en la impresión 3D o CAD. Lo que lo hace tan sencillo es que utiliza formas básicas como bloques de construcción para formar diseños.
Otra característica interesante es la posibilidad de importar una imagen vectorial en 2D y convertirla fácilmente en un diseño de impresión 3D.

TinkerCAD es compatible con todas las impresoras 3D que utilizan el formato de archivo STL estándar. También permite exportar fácilmente los archivos que haya creado para un programa o dispositivo externo, si desea trabajar más en él o producir algo más complejo.

AutoDesk 123D

AutoDesk 123D es bastante similar a TinkerCAD. Se trata de un conjunto de aplicaciones que permiten hacer CAD en diferentes categorías y de muchas formas diferentes.

123D Catch: Sirve para generar modelos 3D a partir de fotos. (interesante en dispositivos móviles)

123D Circuits: Diseña en CAD circuitos electrónicos. (interesante para proyectos de electrónica y robótica)

123D Creature: Sirve para diseñar criaturas, personajes o avatares ficticios en CAD.

123D Sculpt: Permite crear modelos en dispositivos táctiles.

123D Design: Permite crear un modelo desde cero a partir de un diseño básico.

123D Make: Crea modelos nuevos a partir de cortes 2D.

Meshmixer: Sirve para remezclar diferentes diseños en 3D con otros para crear mushups.

SketchUp

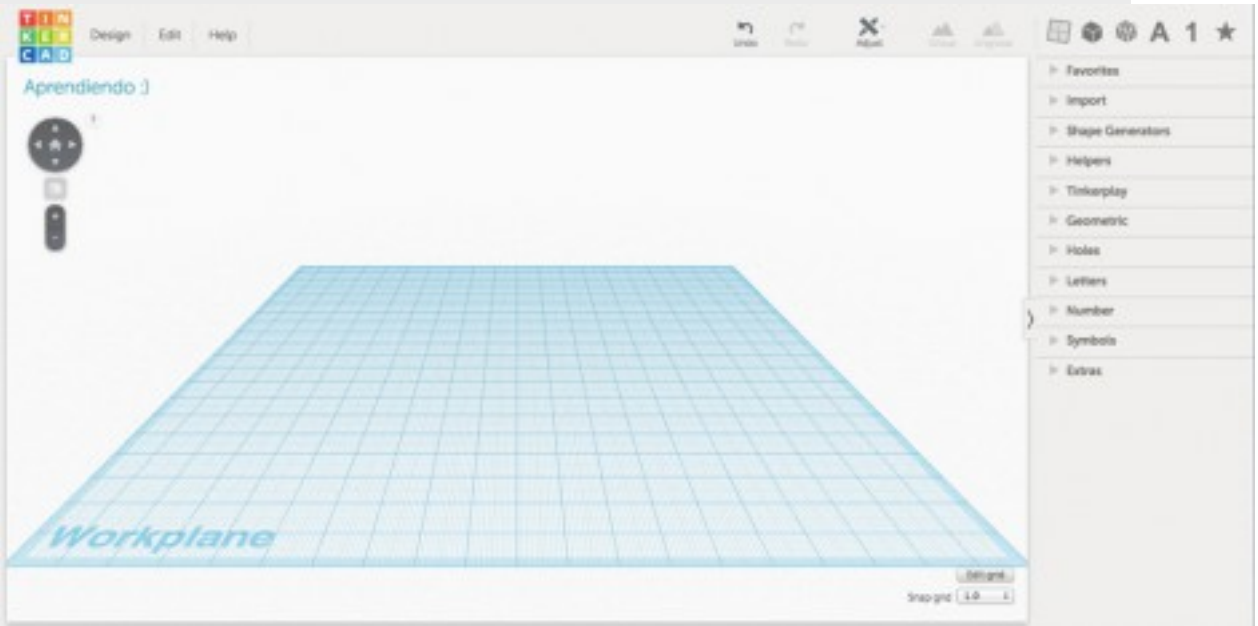
SketchUp ha sido en realidad propiedad de Google desde el año 2006 hasta el 2012. Al igual que los otros dos, es un software fácil de usar que permite dibujar formas simples y "ejercer presión" o "tirar" de las superficies para convertirlas en formas 3D. También se pueden crear diseños desde cero o utilizar su almacén de modelos 3D gratuitos y personalizarlos. En este caso hay que descargar la extensión stl. (https://extensions.sketchup.com/es/content/sketchup-stl).

Además podemos encontrar Gadget en el mercado que nos pueden facilitar la creación desde dispositivos móviles. Una de estas puede ser Doodle, http://www.doodle3d.com/. Podéis ver un vídeo sobre este artefacto y su funcionamiento. https://vimeo.com/141593871. O escanea el código Qr.

A continuación nos centraremos en la creación de objetos desde el tinkercad, para ello utilizaremos el manual creado por Bq : http://diwo.bq.com/aprendiendo-a-disenar-en-tinkercad/.

El objetivo, al usar Tinkercad, debe ser una primera inmersión en el mundo del diseño 3D de una manera sencilla, ya que la interfaz de trabajo es simple y muy atractiva inicialmente, si bien una vez dominados los conceptos básicos carece de herramientas para llegar a diseños complejos.
Sus ventajas son claras: es sencillo de usar, su aspecto es atractivo y con unas pocas horas de entrenamiento podemos adquirir mucha destreza en su uso.
Como desventaja podríamos señalar que es necesario tener una cuenta de correo para darse de alta como usuario y que sólo posee una versión online, por lo que hace falta conexión a internet.
Aquí tenemos un pequeño tutorial de manejo básico para dominar las herramientas más usuales de trabajo.

INTERFAZ

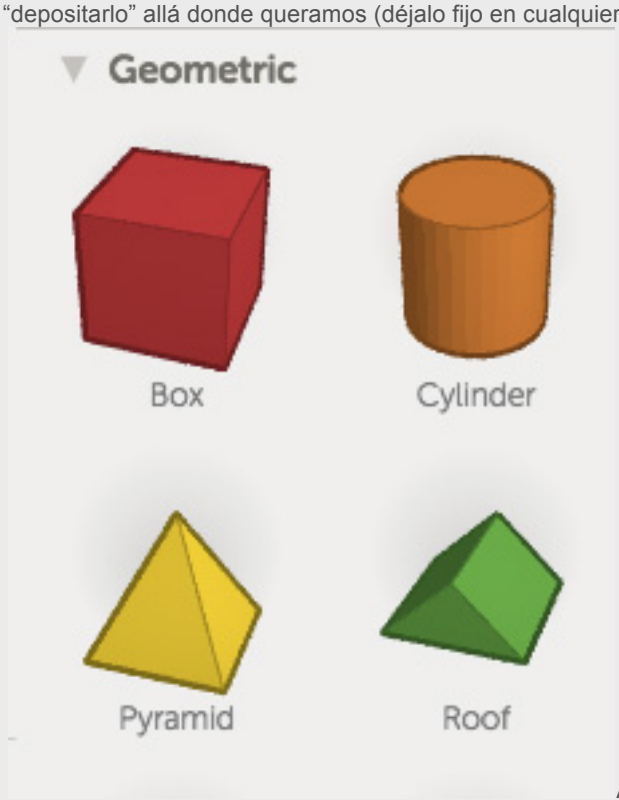


El aspecto del software al comenzar un nuevo diseño es el que se muestra en la imagen. Sin extendernos en mucha explicación: en la esquina superior izquierda tenemos el botón “Tinkercad” para volver a nuestra pantalla de inicio como usuarios, en la zona inferior de dicho botón tenemos opciones para controlar el punto de vista de nuestro diseño y el zoom sobre el mismo (aunque ambas opciones se pueden realizar con los botones del ratón o trackpad). En la zona derecha tenemos una serie de menús desplegables con opciones de diseño directas (formas geométricas, letras, símbolos…). En la zona superior tenemos los iconos de deshacer y rehacer y una serie de accesos directos a herramientas de trabajo y de diseño que se explicarán más adelante. En el centro nos encontramos el plano de trabajo (“Workplane”).
Tras esta breve explicación… ¡A diseñar!

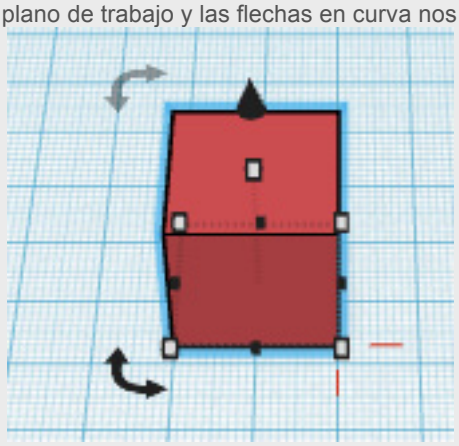
CUBO ¡HOLA MUNDO!

Empezaremos con algo sencillo, un bonito cubo rojo.

Despliega el menú lateral derecho “Geometric” y selecciona el cubo (“Box”), desplaza el cursor de tu ratón al plano de trabajo. Aparecerá un cubo que se moverá siguiendo el movimiento del cursor y podemos “depositarlo” allá donde queramos (déjalo fijo en cualquier posición del plano de trabajo).



Al depositarlo aparecerán una serie de símbolos seleccionables en el contorno del cubo. Los cuadrados blancos sirven para aumentar o disminuir alguna de sus dimensiones (largo, ancho o alto). La flecha negra superior sirve para elevar el cubo respecto del plano de trabajo y las flechas en curva nos permiten girarlo respecto de los tres ejes principales (x, y, z).



Vamos a mostrar con unas imágenes el proceso para redimensionar o girar nuestro cubo.

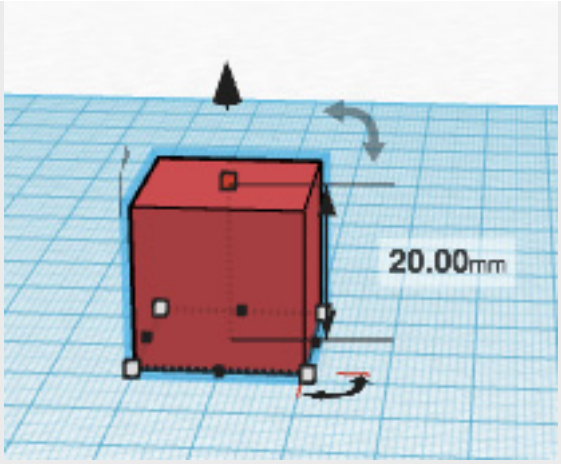
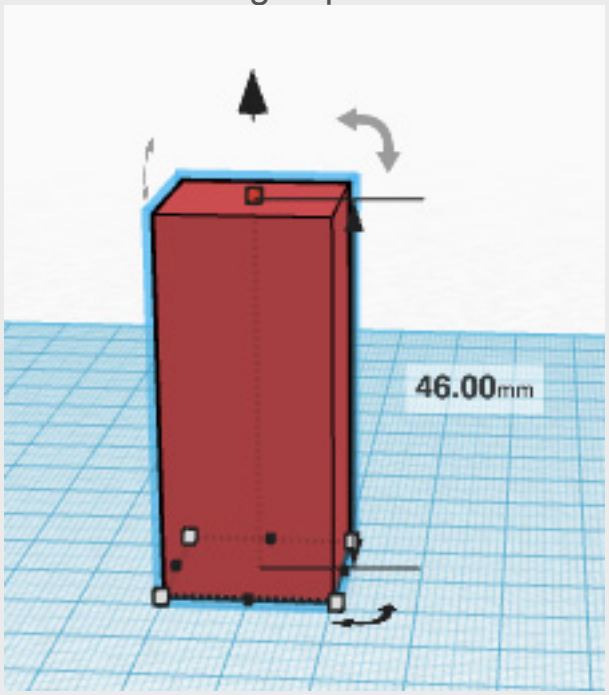
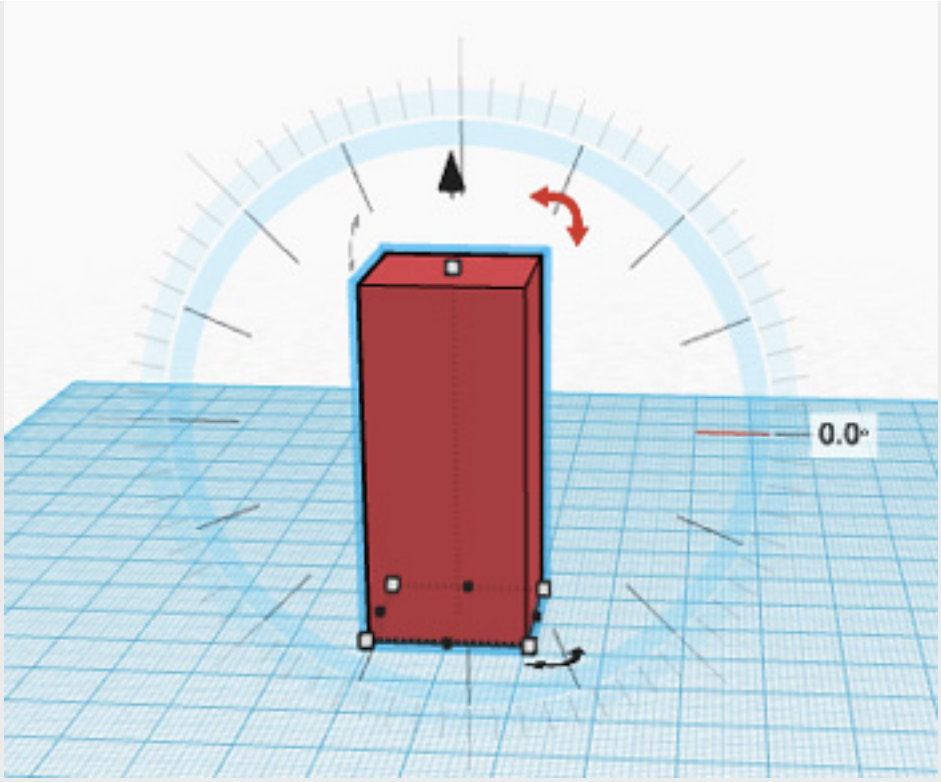


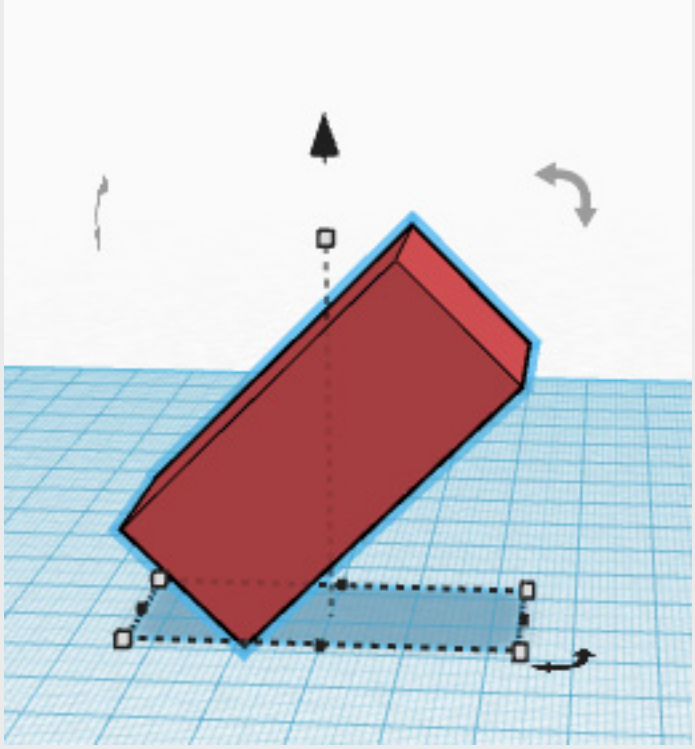
Imagen previa a modificar la altura del cubo.



Altura del cubo modificada arrastrando la flecha negra.

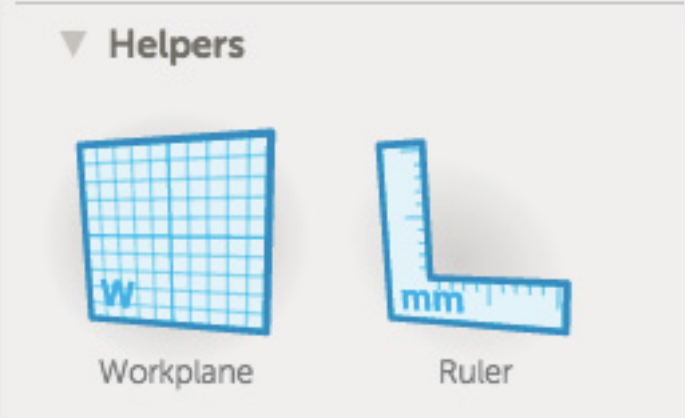


Circunferencia graduada para efectuar el giro de una pieza.

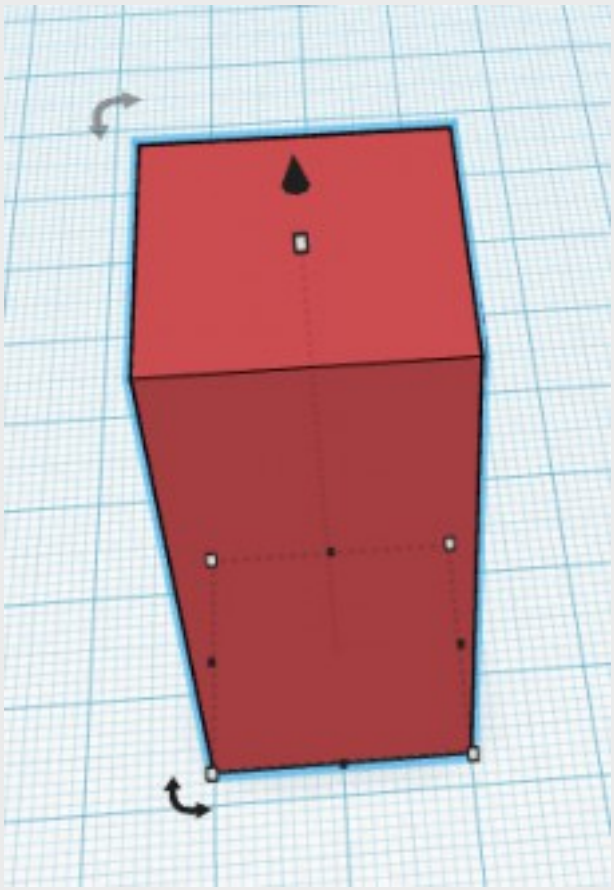


Cubo girado respecto del plano horizontal.

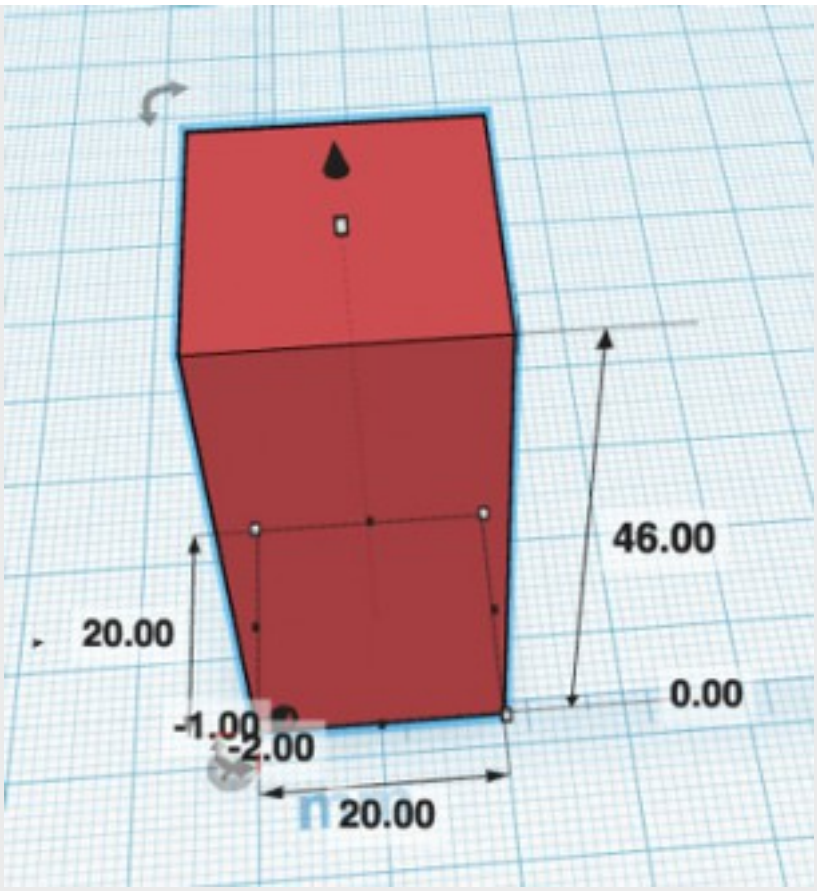
Ahora bien, si te fijas un poco en las medidas que aparecen al depositar cualquier figura verás que, redimensionándola mediante los cuadrados blancos de su contorno, sólo es posible poner magnitudes (en éste caso milímetros) no decimales. ¿Es posible modificar una dimensión con unidades inferiores al milímetro? Por supuesto, sólo tienes que seleccionar la herramienta “Ruler” (regla) en el menú lateral “Helpers” (ayudantes), estando el cubo seleccionado, y llevarla hasta el mismo, clicando sobre él.



Seleccionaremos el icono de la derecha (“Ruler”)…

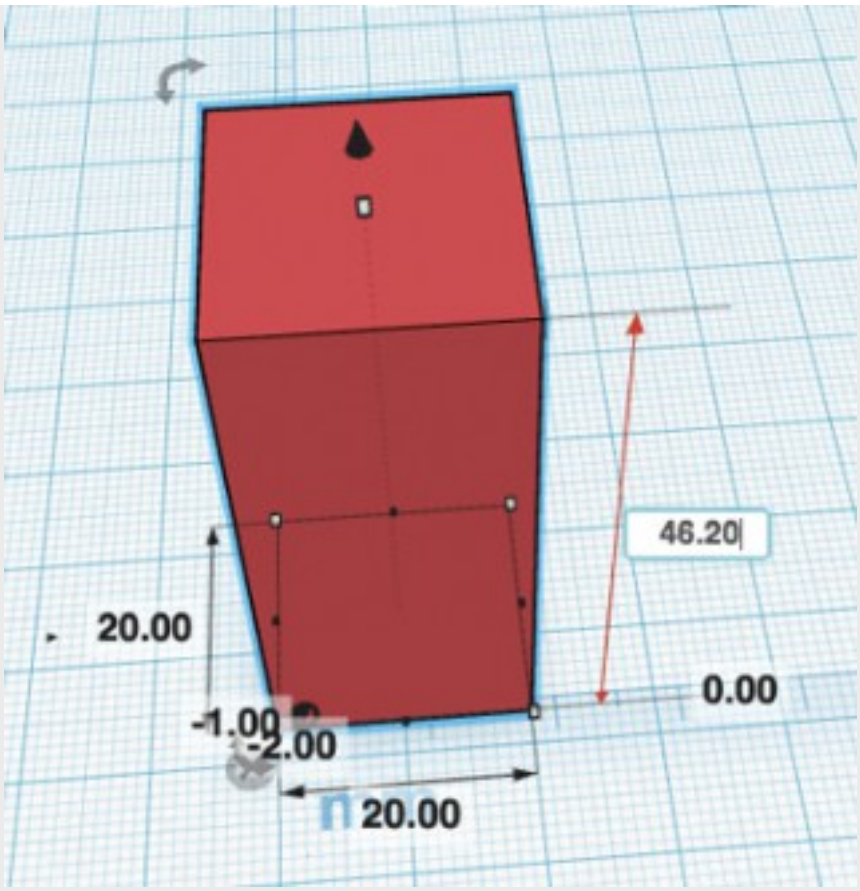


… y lo desplazaremos hasta el cubo…



… para mostrar todas sus dimensiones.

El cubo muestra ahora todas sus dimensiones y la posición respecto del centro del plano de trabajo. Seleccionando cualquier medida puedes modificarla con el teclado numérico, introduciendo unidades decimales (ojo, recuerda que los decimales en el sistema anglosajón se expresan con un punto, no con una coma).



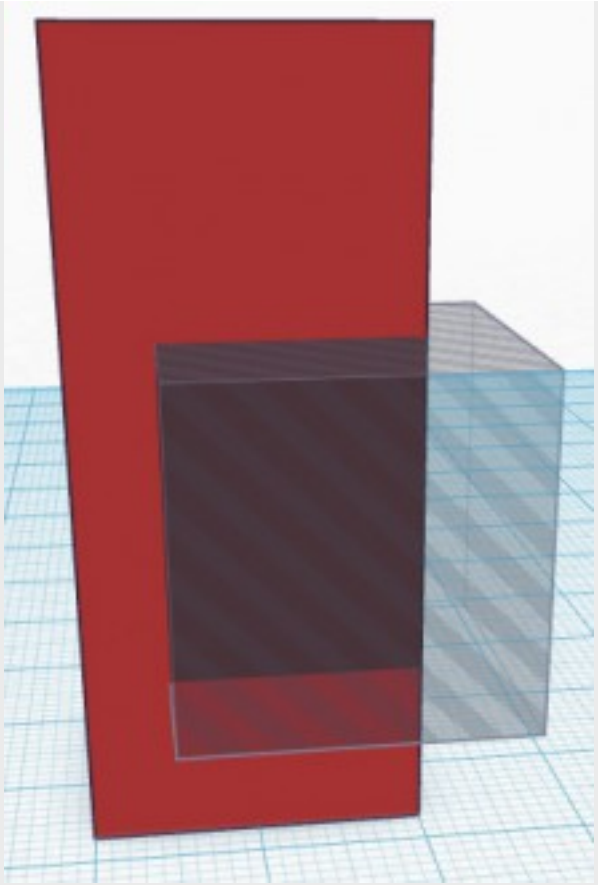
¡Perfecto! Ya tienes un dominio total sobre la primera figura geométrica, el cubo (sí, es cierto que al modificar algunas dimensiones del mismo se convierte en un prisma, de ahí que quizá la palabra inglesa “Box”, es decir, caja, sea más fiel a la realidad).

Ahora está en tus manos dominar el resto de figuras individuales antes de pasar a combinarlas, prueba a situar sobre el plano de trabajo un cilindro, un cono, alguna figura más compleja como un toro (“Torus” en inglés). Modifica sus dimensiones y así mejorarás tu dominio sobre lo más básico antes de realizar tareas más avanzadas.

¿FIGURA O AGUJERO?

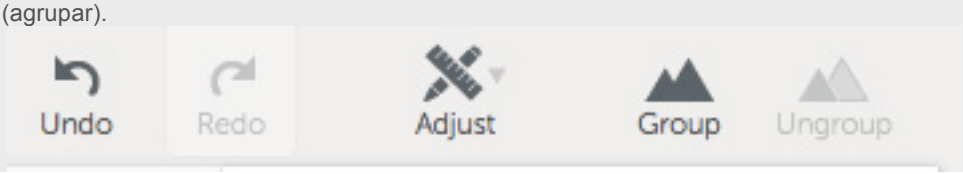
Vamos a comenzar a combinar varias figuras y operar con ellas. Cuando ponemos un objeto en el plano de trabajo aparece un menú en la esquina superior derecha denominado “Inspector” donde podemos cambiar el color de la figura y seleccionar la opción “Hole” (Agujero).

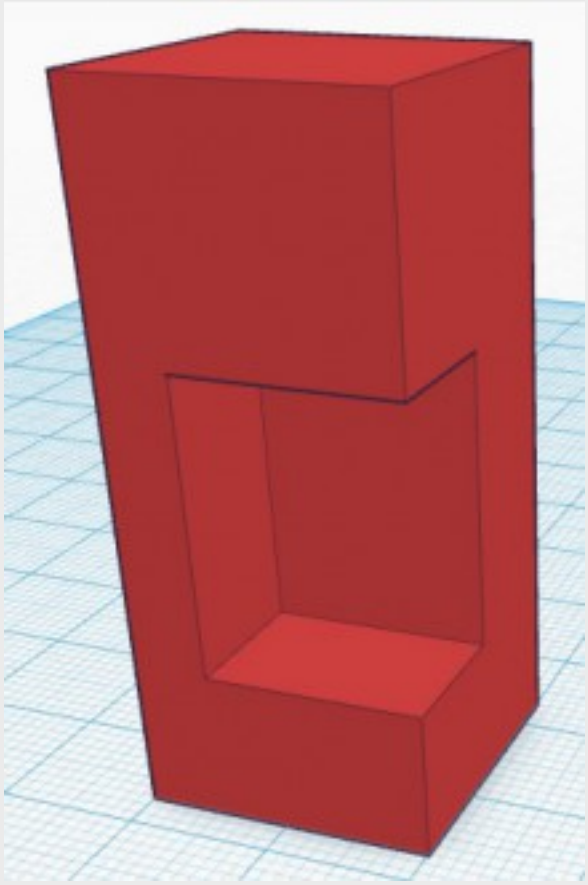
Al seleccionar la opción “Hole” lo que hacemos es generar una figura “vacía” que podemos combinar con otra figura.



Cubo marcado como “Hole” (agujero) sobre cubo rojo.

Si bien ya hemos cambiado nuestro cubo azul a “Hole” (agujero), todavía no está combinado con el prisma rojo. Para ello debemos seleccionar ambas figuras y unirlas con el botón superior derecho “Group” (agrupar).



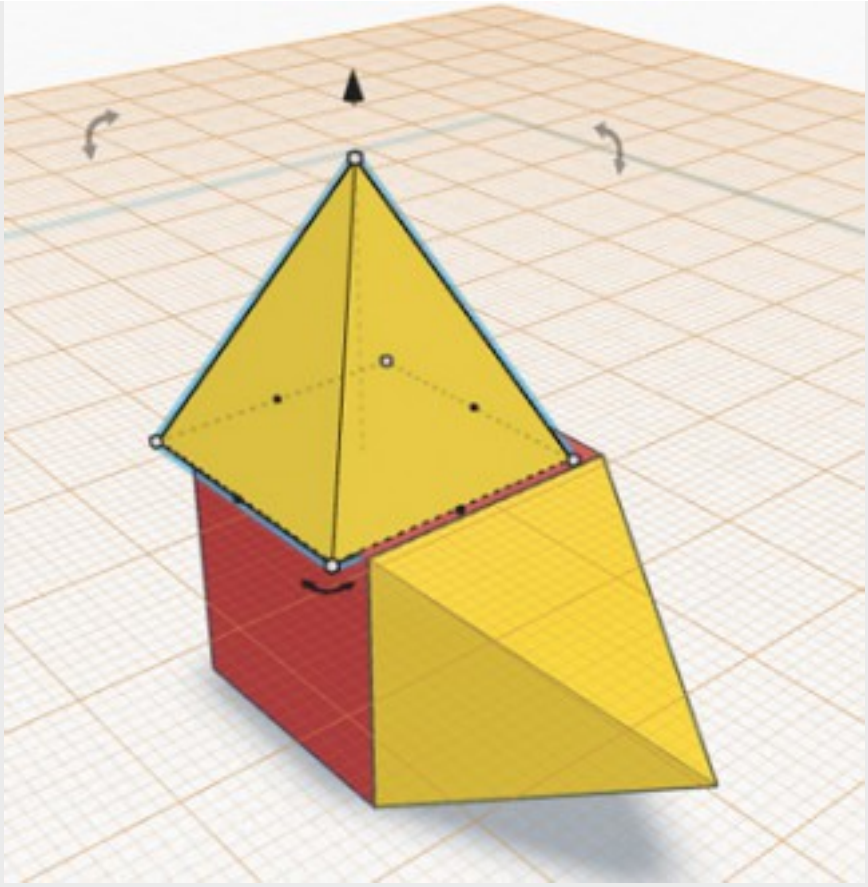


Con el paso anterior has aprendido las dos operaciones booleanas que permite Tinkercad de forma directa: la resta de figuras y la unión de figuras. Prueba algunos otros tipos de uniones y restas para asentar lo desarrollado en este punto. ¡Agujerea y une figuras sencillas!

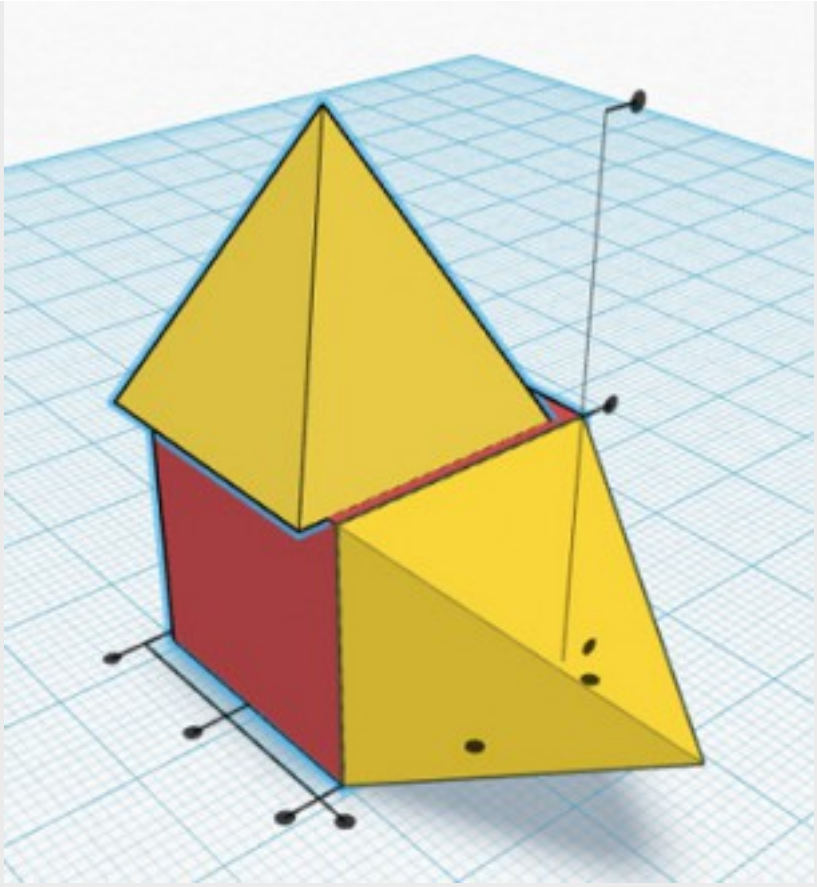
CUBOS CON PICOS

Una de las cosas más atractivas que Tinkercad nos otorga como usuarios es la manera en que trabajamos sobre diferentes planos de referencia. Podemos cambiar el plano de trabajo a nuestro antojo y esto facilita mucho ciertos procesos.

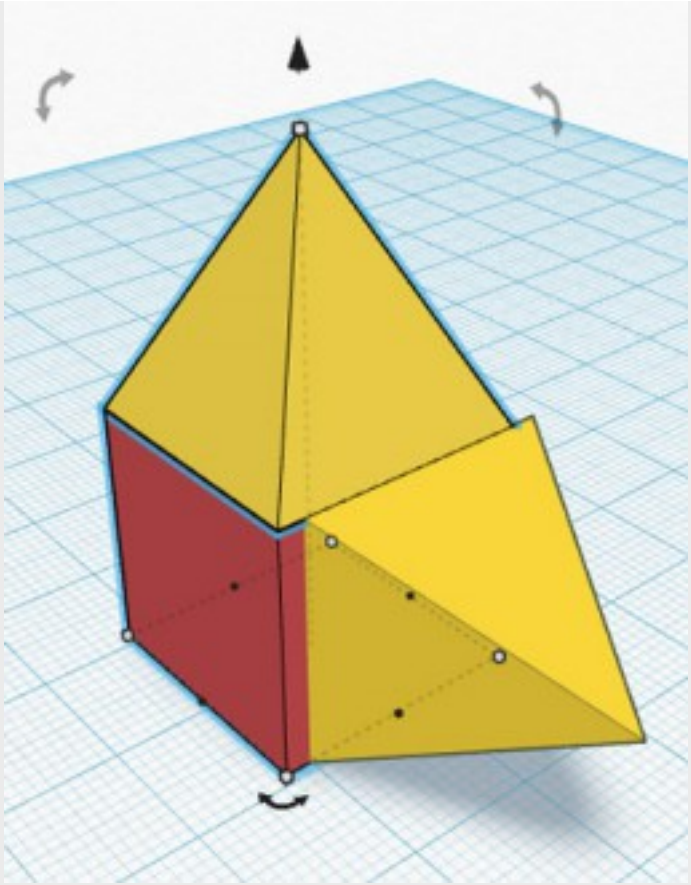
Para explicar el proceso vamos a situar un cubo en el plano de trabajo, tal como se explicó anteriormente. A continuación seleccionaremos el menú lateral derecho “Helpers” y clicaremos en “Workplane”. Una vez hecho desplazad el cursor por la superficie del cubo y mirad cómo se adapta el plano de trabajo a cada cara del cubo. Para seleccionar una cara como plano de trabajo sólo debemos clicar sobre la misma. Intenta realizar algo parecido a lo que muestra la siguiente imagen:



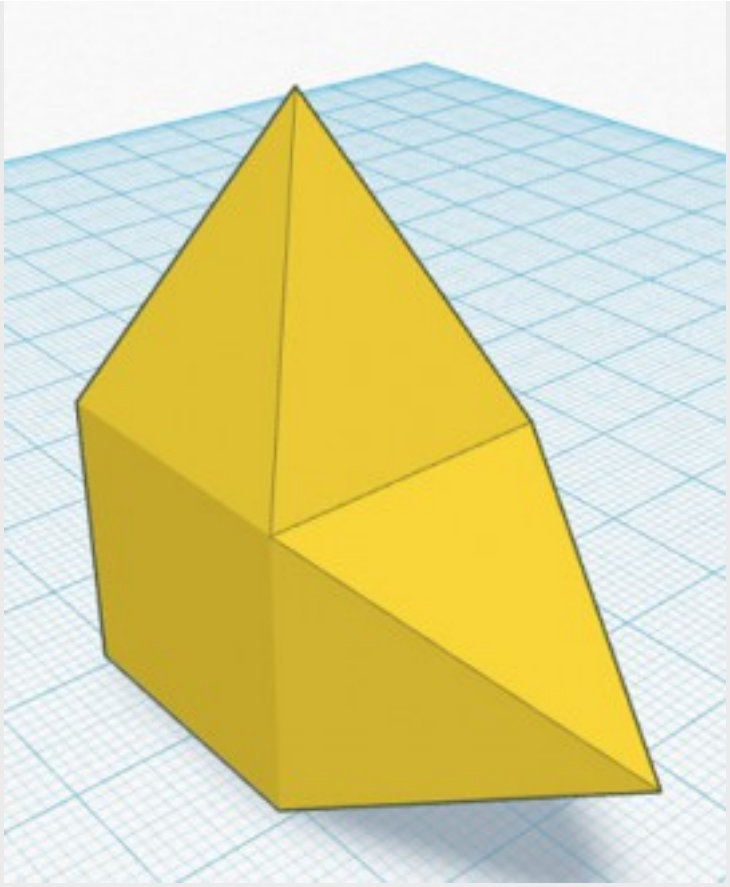
Como verás, he situado pirámides en dos de las caras del cubo, pero no están totalmente ajustadas a la cara. Para ajustarlo vamos a seleccionar dos figuras que queremos alinear o ajustar y vamos a usar la herramienta “Adjust” (ajustar) de la barra de herramientas superior derecha. Una vez dentro del menú que se desplegará seleccionamos “Align” (alinear). La imagen muestra este aspecto tras realizar dicha operación:



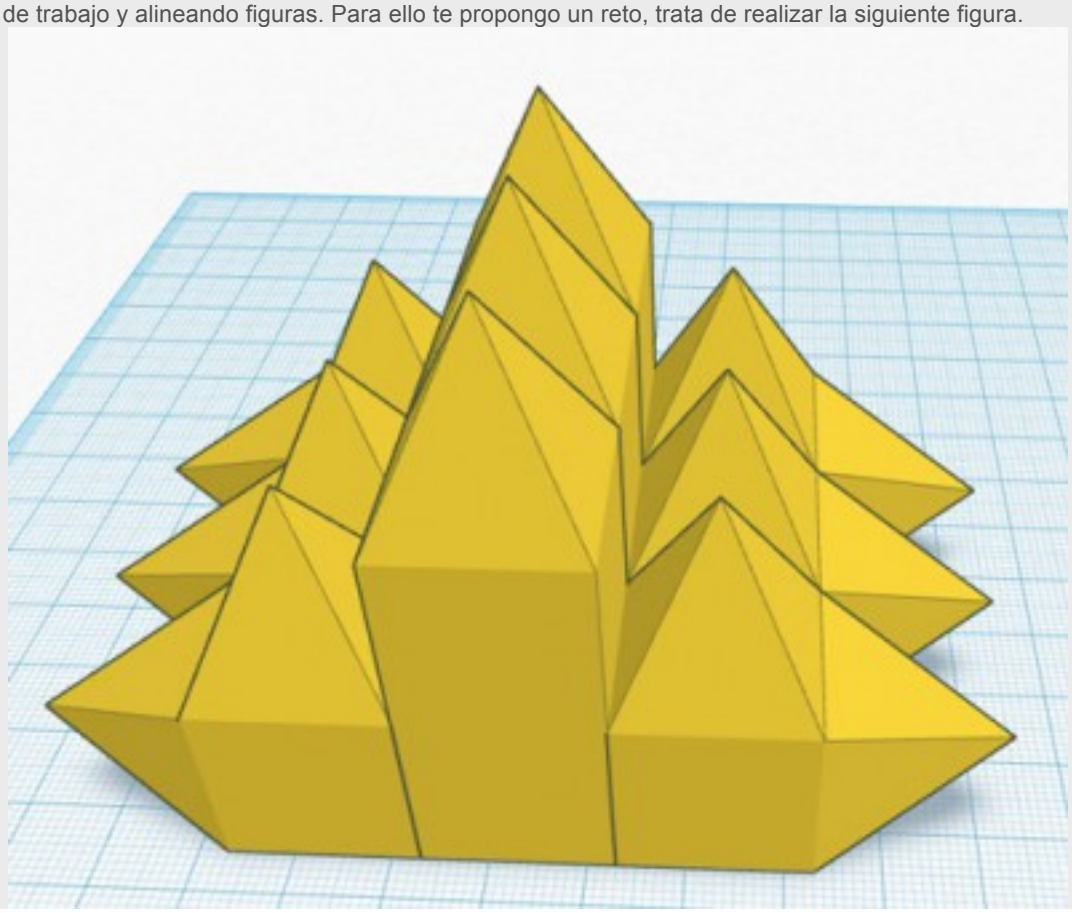
Al haber seleccionado como plano de trabajo la cara superior del cubo, en vertical no tenemos que hacer ningún ajuste, pero en horizontal tenemos que ajustar la pirámide a la cara del cubo. Prueba a clicar en los diferentes puntos negros que han aparecido en la parte inferior del cubo hasta que consigas que ambas figuras estén alineadas. Si se produce un efecto no deseado recuerda que tienes un botón “Undo” (deshacer) en la barra de herramientas superior.



En mi caso, al alinear la pirámide superior ha dejado de estar alineada la pirámide de la cara lateral. El proceso para alinear dicha pirámide es el mismo, pero al realizarlo corremos el riesgo de que se desalinee lo que acabamos de realizar. Para evitarlo sigue un proceso sencillo: une con “Group” la pirámide superior con el cubo y posteriormente alinea la pirámide lateral. Tras ello vuelve a unir las dos figuras. Tendrás una única figura similar a lo que muestra la imagen:

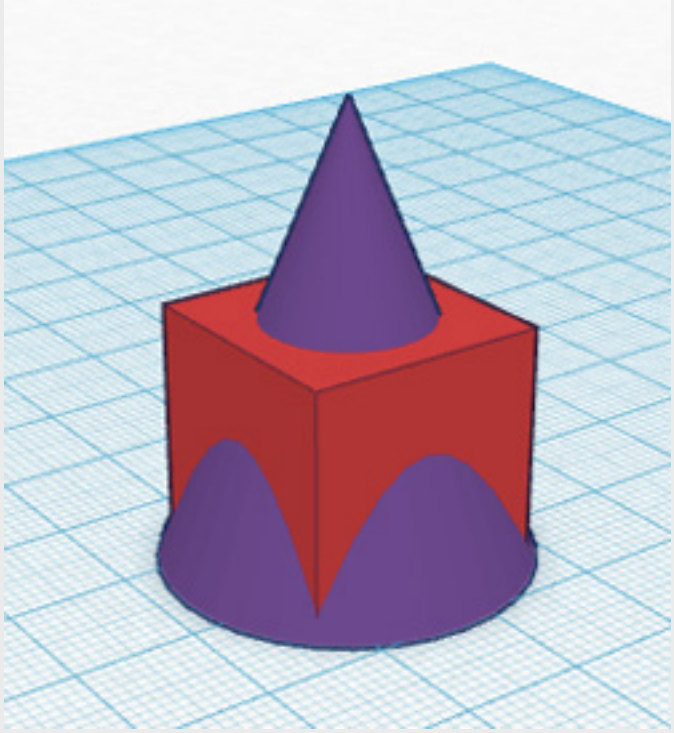


¡Perfecto! Ahora sólo queda seguir mejorando la forma en la que Tinkercad nos permite modificar el plano de trabajo y alineando figuras. Para ello te propongo un reto, trata de realizar la siguiente figura.

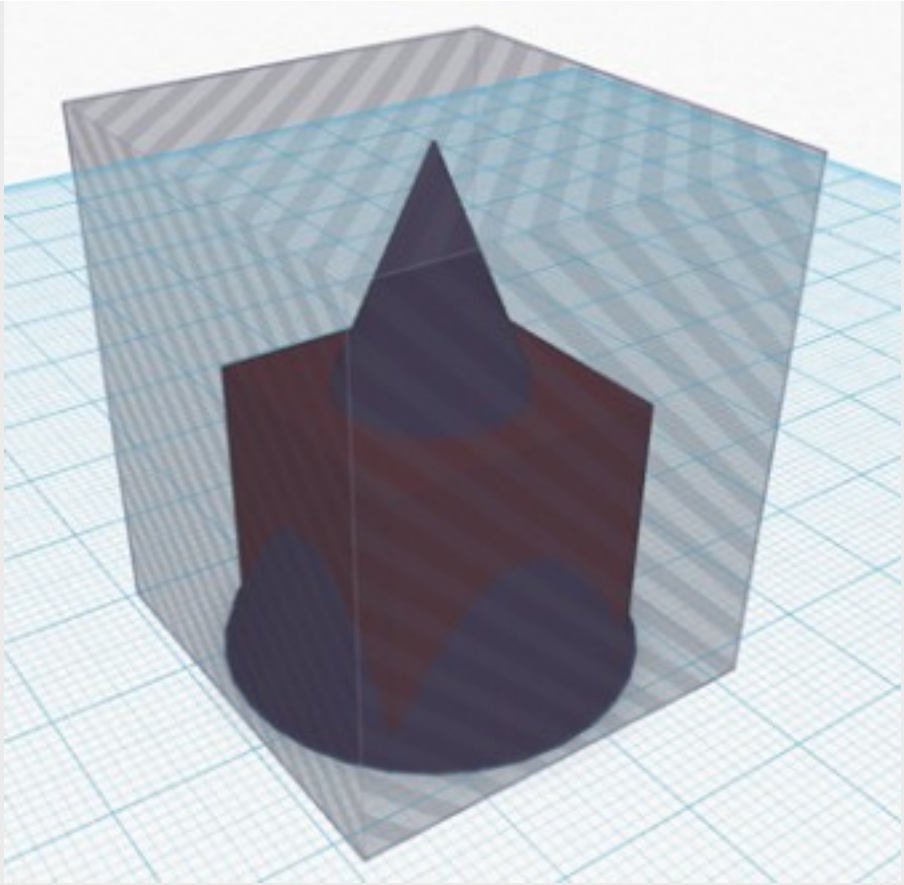


NOS FALTA UNA OPERACIÓN… ¿INTERSECCIONAMOS…?

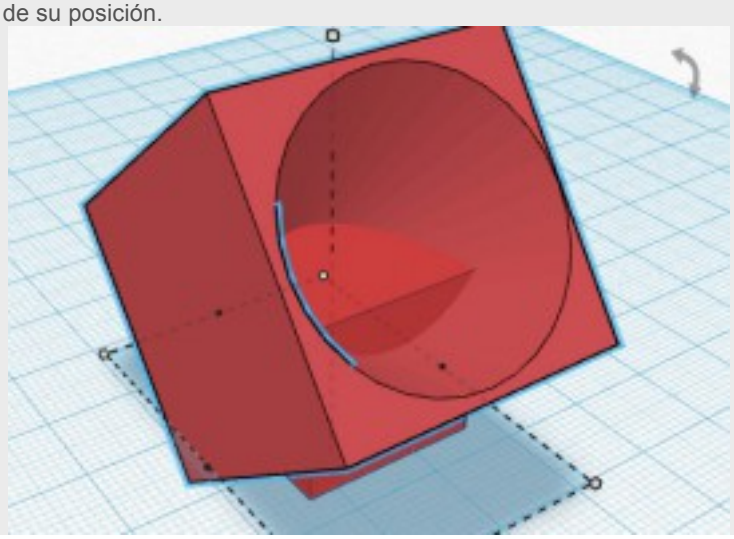
Es cierto que nos falta una operación booleana que otros programas de diseño si permiten. Para realizar una intersección entre dos figuras (es decir, eliminar todo aquello que no sea común a ambas figuras) tienes que realizar una secuencia de tres pasos, ya que la operación directa no es una opción de este programa. Para realizar el proceso vas a crear un cubo y un cono superpuestos y vamos a modificar las dimensiones del cono de tal manera que la base entre en un cuadrado de 30×30 milímetros y la altura sea 36 milímetros, alineándolos para que el cubo esté centrado sobre la base del cono:



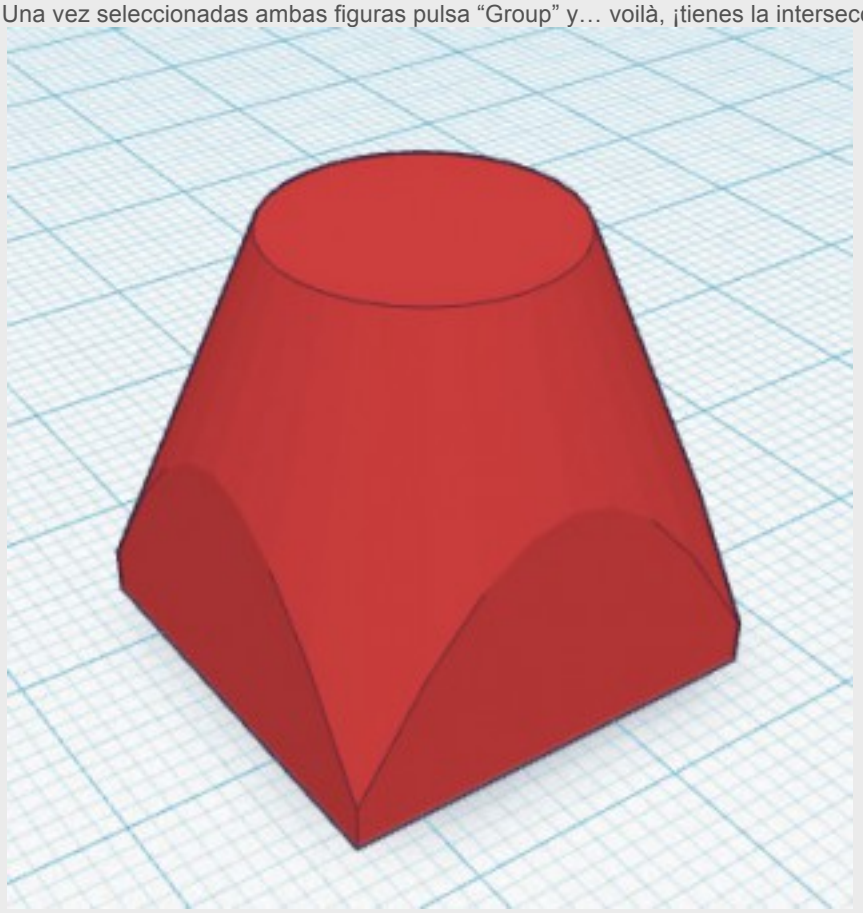
El proceso para realizar la intersección de ambas figuras es sencillo. Debes crear un cubo nuevo (o cualquier otra dentro del cual quepan ambas figuras. He realizado una imagen con el cubo como hueco para que se vea el objetivo buscado, posteriormente lo vuelvo a seleccionar como figura (y no como hueco):



El siguiente paso puede resultar un poco engorroso. Tenemos que elegir una de las figuras iniciales (el cubo o el cono) y convertirlo en hueco. Posteriormente tendremos que unirlo con el cubo grande, pero… ¿Cómo seleccionamos una figura que está dentro de otra sin verla?. Puedes usar el zoom hasta entrar dentro del cubo grande y verás su contenido. Una vez allí selecciona el cono (por ejemplo, sería también válido el cubo) y márcalo como hueco. Manteniéndolo seleccionado reduce el zoom y selecciona también el cubo grande (para seleccionar dos figuras teniendo seleccionada una previamente hay que pulsar una tecla antes de clicar sobre la otra, dicha tecla cambia en cada sistema operativo así que prueba hasta encontrar aquella tecla que nos permite seleccionar dos objetos). Cuando tengas ambos cubos seleccionados une las figuras con la opción “Group”, de esta forma al cubo le habrás restado el cono. Pongo una imagen del cubo rotado para que entiendas el efecto que buscamos, pero no tienes que rotarlo de su posición.



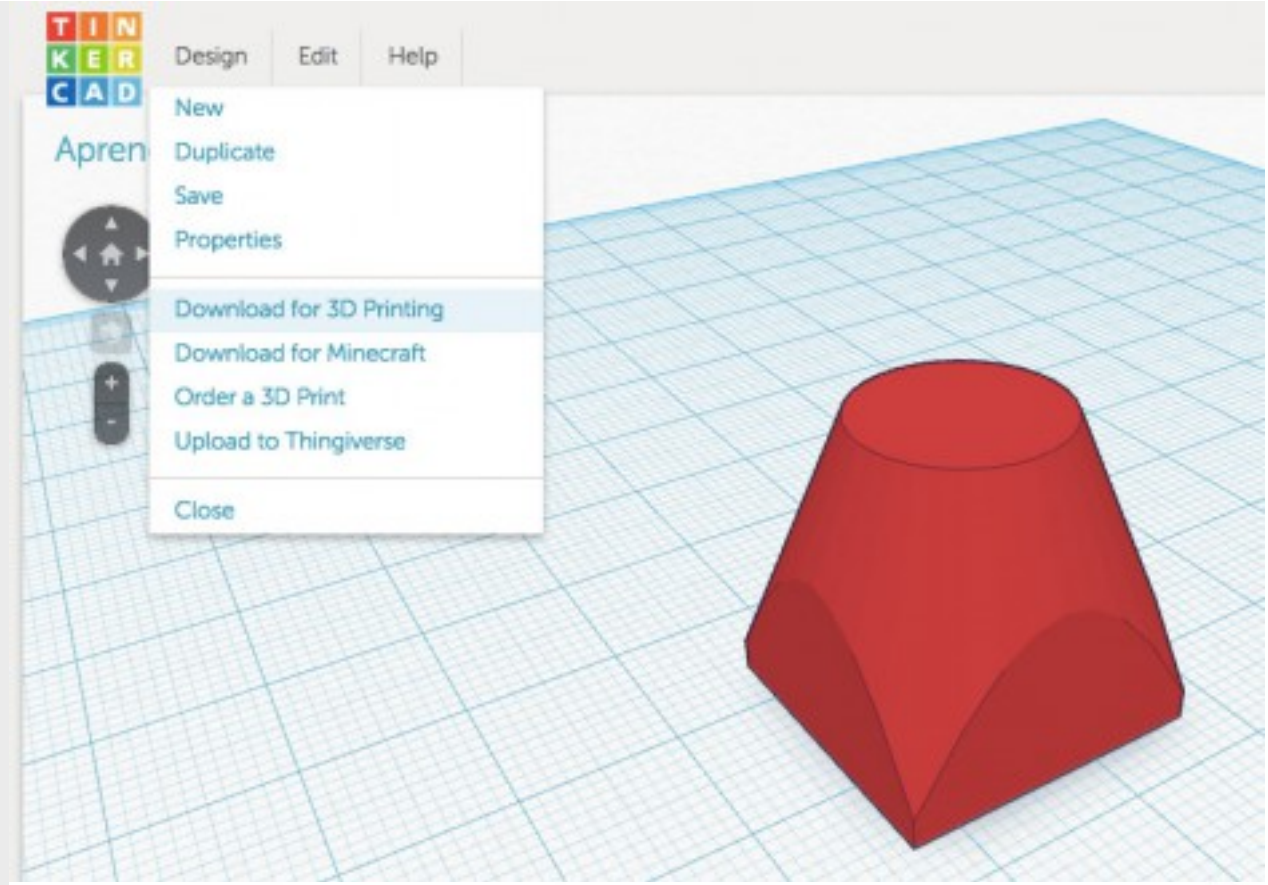
Tras realizar esta operación tienes que convertir el cubo grande en hueco y seleccionar la figura grande y el cubo pequeño (recuerda hacer zoom para poder seleccionar el cubo pequeño del interior del grande). Una vez seleccionadas ambas figuras pulsa “Group” y… voilà, ¡tienes la intersección de ambas figuras!

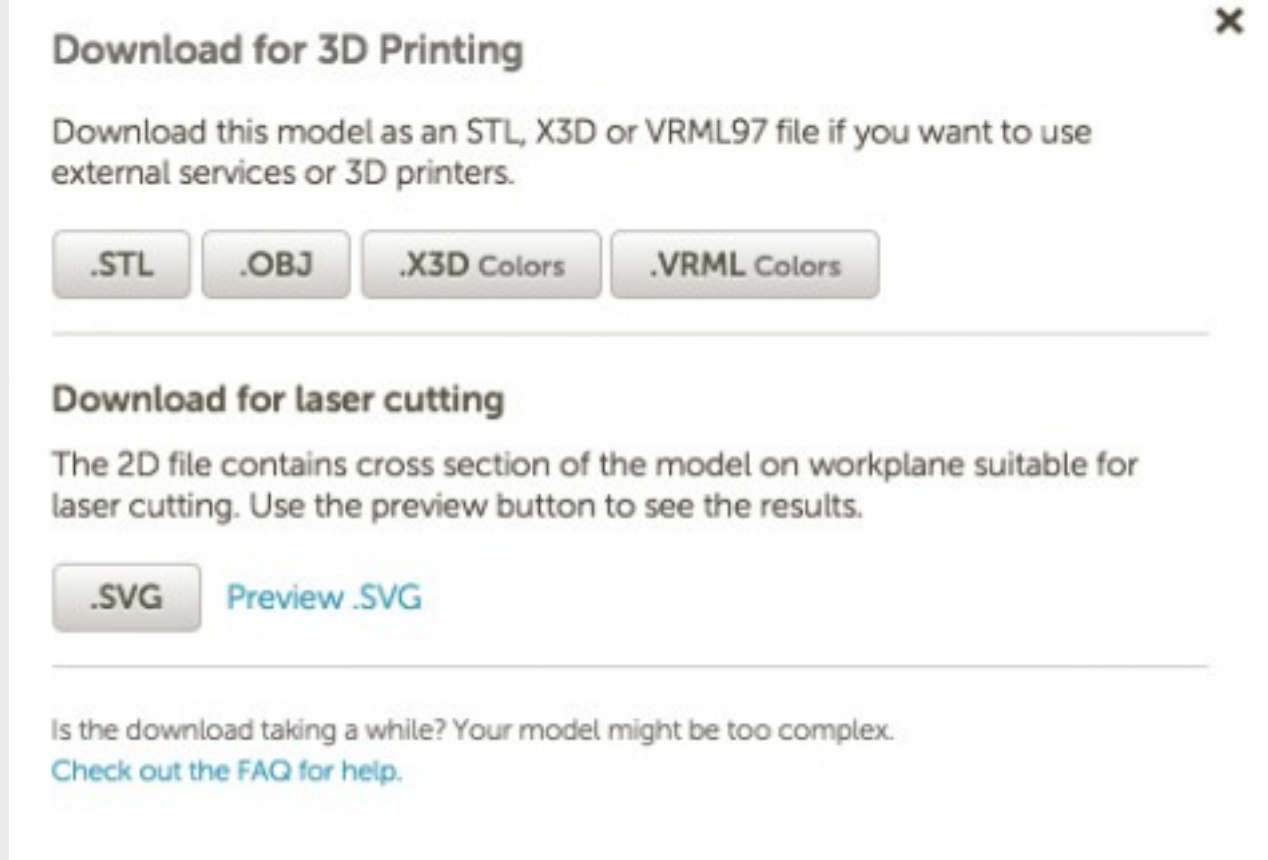


PERO… ¡YO LO QUIERO IMPRIMIR!

El proceso para generar un archivo imprimible a partir de Tinkercad es muy sencillo: con seleccionar en el menú superior izquierdo “Design” (diseño) la opción “Download for 3D Printing” (descargar para impresión 3D) lo tenemos solucionado.

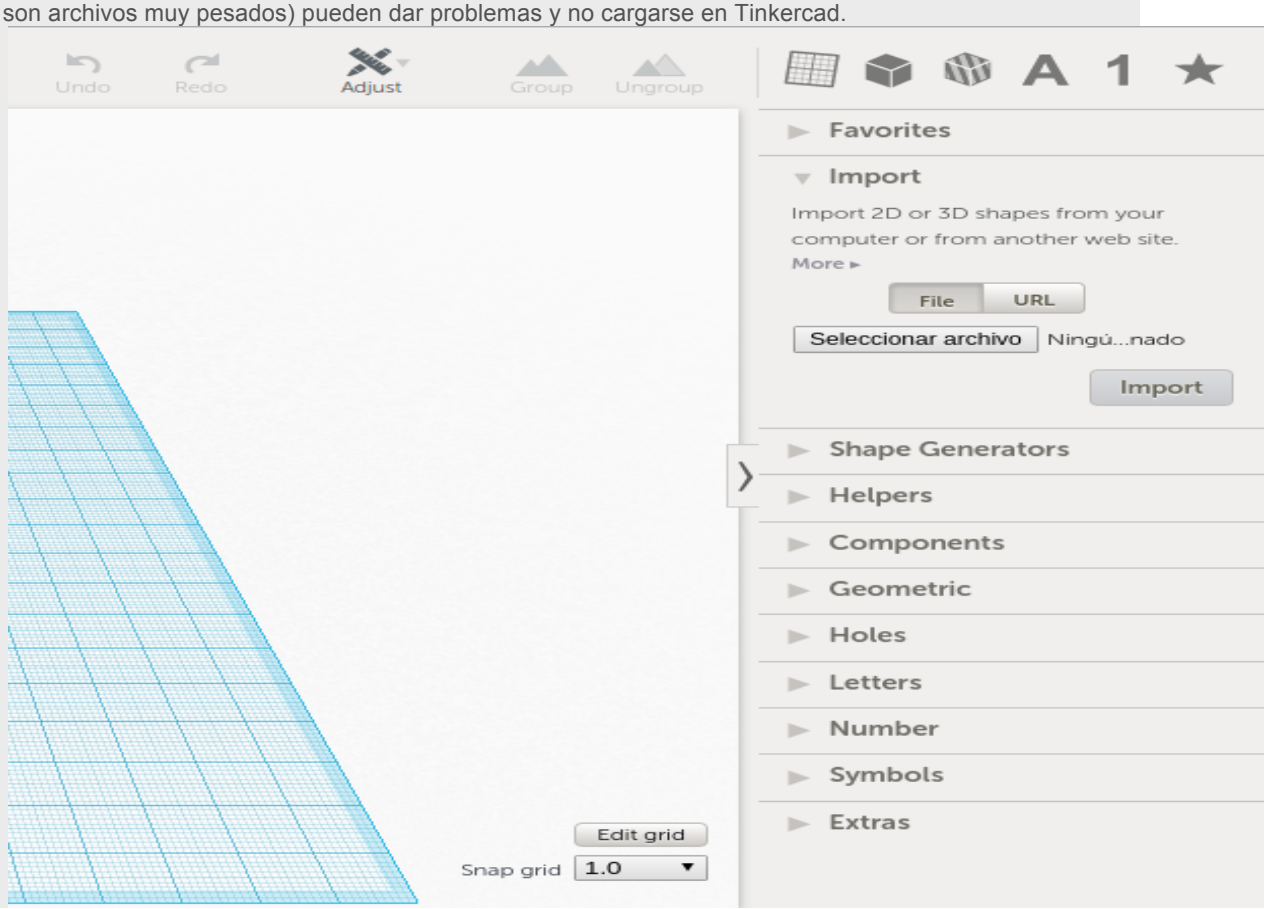
Nos aparecerá un menú donde podemos elegir la extensión .STL, apta para ser configurada por un programa laminador que nos permita la impresión 3D (como Cura, por ejemplo).





¿PUEDO IMPORTAR OTROS DISEÑOS?

En Tinkercad puedes importar archivos en .STL y realizar modificaciones a los mismos. Quizá éste es el aspecto más relevante de este programa, y posiblemente en un futuro optes por Tinkercad para modificar diseños que descargues o hayas realizado en el pasado. Para importar un archivo sólo tienes que ir al menú lateral derecho “Import” y ahí seleccionar “File > Seleccionar Archivo > Import”. Tras cargar el archivo que hayamos seleccionado de nuestro ordenador aparecerá en el Workplane. Algunos diseños (si son archivos muy pesados) pueden dar problemas y no cargarse en Tinkercad.



También puedes ver la explicación en el siguiente video: http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/mediateca/ceipcasapastores/?attachment_id=185

O escaneando el código Qr

Las plataformas sociales con repositorios de modelos 3d para imprimir

Si aún así ve muy dificil esto de diseñar en 3D, existen una amplia variedad de plataformas que van aumentando cada día. Entre ellas podemos destacar:

Thingiverse

Thingiverse es la plataforma líder y pertenece MakerBot Industries, la empresa más popular de impresoras 3D. El sitio web permite a los usuarios subir y compartir archivos de sus modelos 3D para ser utilizado en impresoras 3D. Tiene gran comunidad de personas subiendo archivos de diferentes categorías, por lo que si estas buscando cosas interesantes para imprimir, Thingiverse es imprescindible.

Instructables

Instructables es una comunidad donde los usuarios pueden compartir sus proyectos DIY, lo que incluye objetos realizados con una impresora 3D. Además de consejos y todas las instrucciones.

My Mini Factory

Es el repositorio de modelos 3D gestionado por iMakr, la mayor tienda de impresión 3D del centro de Londres. En él podéis conseguir modelos 3D diseñados por profesionales. Todos los archivos que se suben a esta plataforma tienen una valoración de calidad.

YouMagine

YouMagine es similar a Thingiverse, es una comunidad administrada por la empresa de impresoras 3D de código abierto, Ultimaker. Su andadura empezó en 2013 y cuenta con un catálogo de diseños para imprimir.

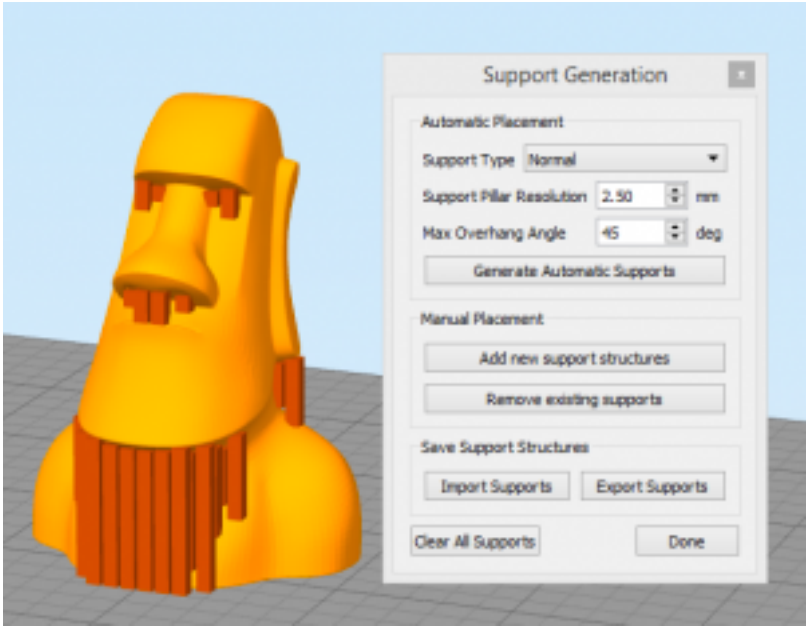
Impresión a través del software Cura

Una vez tengamos el modelo, debemos mandarlo a imprimir, para ello algunas impresoras del mercado utilizan su software propio, y otras usan programas de código abierto gratuitos. Entre los gratuitos destaca el CURA de la

casa Ultimaker. Para instalarlo y configurarlo os paso tres páginas web, las dos primeras hacen referencia aun artículo publicado por la compañía Bq:

http://www.mibqyyo.com/articulos/2014/09/04/parametros-de-cura-que-significa-cada-uno-i/#/vanilla/discussion/embed/?vanilla_discussion_id=0
http://www.mibqyyo.com/articulos/2014/09/08/parametros-de-cura-que-significa-cada-uno-ii/#/vanilla/discussion/embed/?vanilla_discussion_id=0

Y el otro el manual en español que ofrece la propia compañía en uno de sus foros:
http://www.zonamaker.com/index.php/impresion-3d/software-imp3d/manual-de-cura
El cura es un programa muy completo pero no permite controlar toda la impresión ni los tipos de mallas interiores de las figuras, muy importante para darle rigidez a nuestra creaciones. Tampoco permite colocar las estructuras de soporte para la creación de manera manual, pudiendo derrumbarse la creación si tiene muchos salientes. Ante estos casos existe otro programa el Simplify3d. Su coste es de 130€ aproximadamente y permite dos licencias. Que podemos instalar en varios equipos quitando la licencia de uno de los instalados anteriormente, ideal para cuando queremos renovar los equipos.



En la web existe varios videotutoriales sobre este programa, pero están en inglés. https://www.simplify3d.com/support/tutorials/
Paso un enlace de un tutorial en español: http://wiki.ikaslab.org/index.php/Imprimir_en_3D_con_Simplify

Uso educativo de la impresión 3d

El uso de cualquier aparato de este tipo no viene por sí definido, son los docentes y usuarios los que pueden crear un uso real del mismo, ya que no debemos ólvidar que la impresora es solamente eso, una impresora. En la actualidad existen varios usos ya testados en educación de los distintos niveles con las impresoras 3d, entre ellos podemos destacar:

Biología: Para replicar partes de la anatomía de cualquier se vivo para su estudio.

Automovilismo: Se pueden imprimir muestras de piezas de coches para luego ensamblarlas.

Geografía: Con ayuda de un programa de diseño podemos imprimir mapas topográficos de cualquier área.

Dibujo técnico: Tras los primeros bocetos del edificio en el que un estudiante está trabajando, se puede crear una versión del mismo. También se puede utilizar para imprimir vehículos de cualquier tipo en una clase de diseño y puede implicar nuevas ideas para mantener a los estudiantes motivados.

Diseño gráfico: Los alumnos pueden estar creando obras maestras en las clases, y la impresión 3D puede hacer esas obras realidad. Si se puede imaginar, se puede materializar. Figuras de animales, personajes de videojuegos, efectos especiales, y mucho más. Todo para aumentar el efecto de una presentación de diseño gráfico.

Historia: Se pueden crear maquetas realistas de algunos de los momentos más cruciales de las batallas de la historia o ayudar a entender a los alumnos los movimientos tectónicos a través de una representación en 3D. También se podrían hacer versiones en miniatura de los huesos de un dinosaurio, para estudiar a estos animales en detalle.

Matemáticas: creación de cuerpos geométricos o análisis de los mismos en creaciones geométricas complejas. Creación de tangram, regletas de cuisenaire, etc.

Lenguaje: creación de objetos para el atrezo de obras de teatro. Cración de letras y palabras para el aprendizaje de la lectoescritura.

Webgrafía

- Revisado el enero de 2016 http://impresiontresde.com/blog/2014-llegara-la-esperada-explosion-de-las-impresoras-3d/
- Revisado el enero de 2016 https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/517gv-jH4jL._SX355_.jpg
- Revisado el enero de 2016 https://impresoras3d.com/blogs/noticias/102875271-programas-de-diseno-3d-gratuitos-para-principiantes
- Revisado el enero de 2016 http://diwo.bq.com/aprendiendo-a-disenar-en-tinkercad/
- Revisado el enero de 2016 http://www.mibqyyo.com/articulos/2014/09/04/parametros-de-cura-que-significa-cada-uno-i/#/vanilla/discussion/embed/?vanilla_discussion_id=0
- Revisado el enero de 2016 http://www.mibqyyo.com/articulos/2014/09/08/parametros-de-cura-que-significa-cada-uno-ii/#/vanilla/discussion/embed/?vanilla_discussion_id=0
- Revisado el enero de 2016 http://www.zonamaker.com/index.php/impresion-3d/software-imp3d/manual-de-cura
- Revisado el enero de 2016 http://wiki.ikaslab.org/index.php/Imprimir_en_3D_con_Simplify
- Revisado el enero de 2016 https://www.simplify3d.com/support/tutorials/