

Facultad de Lenguas y Educación

Dr. Moussa Boumadan

Máster Universitario de Tecnologías de la Información y
la Comunicación para la Educación y Aprendizaje Digital
Creación de contenidos y gestión de recursos digitales



Tema 10. Los formatos interactivos en los contenidos educativos multimedia: el factor tridimensional



GLOBAL CAMPUS
NEBRIJA

Dr. Moussa Boumadan
Profesor

Introducción	3
1. 3D y sus posibilidades en educación	4
2. La creación y edición de 3D	7
3. El diseño de una experiencia de aprendizaje maker	14

Introducción

A lo largo de las dos últimas décadas, han sido varios los nuevos conceptos introducidos en el ámbito educativo como consecuencia de la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el aula. Entre ellos cabe destacar el término multimedia, que tal y como indica Bartolomé (1994), hace alusión a la integración de dos o más medios de comunicación, pero gestionados por un individuo a través de un dispositivo electrónico.

Los contenidos multimedia no sólo recogen vídeo, imágenes, audio o animaciones, sino que también integran los softwares y hardwares que dan soporte y contribuyen a construir un espacio multisensorial virtual con información, dirigido al alumno. Cuando hablamos de formatos interactivos hacemos referencia a softwares de desarrollo de aplicaciones multimedia de las que surgen herramientas de autor interactivas y sistemas de hipertexto e hipermedia. Uno de sus máximos representantes, son aquellas que dan lugar a la adopción de la tecnología 3D, o tridimensional. Con la llegada del 3D a la educación, se potencian planteamientos de aprendizaje basados en el constructivismo, gracias al nivel de inmersión y realismo que ofrecen las secuencias representadas desde esta perspectiva.

Con la tecnología 3D, se han potenciado metodologías de aprendizaje activas e implantando la tendencia de la fabricación digital en los centros educativos. A través de estas nuevas herramientas, tanto el alumno como el maestro han logrado materializar sus ideas diseñadas en proyectos. En este sentido, la producción de contenidos ya no sólo es tarea del docente, sino que el aprendizaje se fundamenta en el hacer, y el aprender haciendo. La aplicación de los conocimientos previos y la construcción de los nuevos se produce en un espacio abierto que plantea problemas de la vida cotidiana a los que dar solución de forma práctica. Bajo este paraguas surgen movimientos como el de los *Makerspace* y los laboratorios de fabricación (Fab Lab), que dan lugar a una nueva generación de jóvenes “hacedores”. Los alumnos pasan a investigar, analizar, detectar las necesidades, diseñar, producir y transformar las ideas en productos tangibles gracias a las impresoras 3D.

A lo largo de este tema se detallará la composición de la arquitectura de las impresoras 3D como máquinas de fabricación digital y sus características. También se comprenderá el funcionamiento del proceso de diseño, parametrización y materialización de un proyecto, una cuestión para la que resulta fundamental conocer cuáles son los principales criterios, parámetros y softwares de edición y creación de diseños en 3D. Además, se reflexionará sobre algunos de los principios pedagógicos que estos enfoques fomentan como el trabajo colaborativo, la participación, la creatividad, la innovación y el desarrollo de las competencias STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Maths).

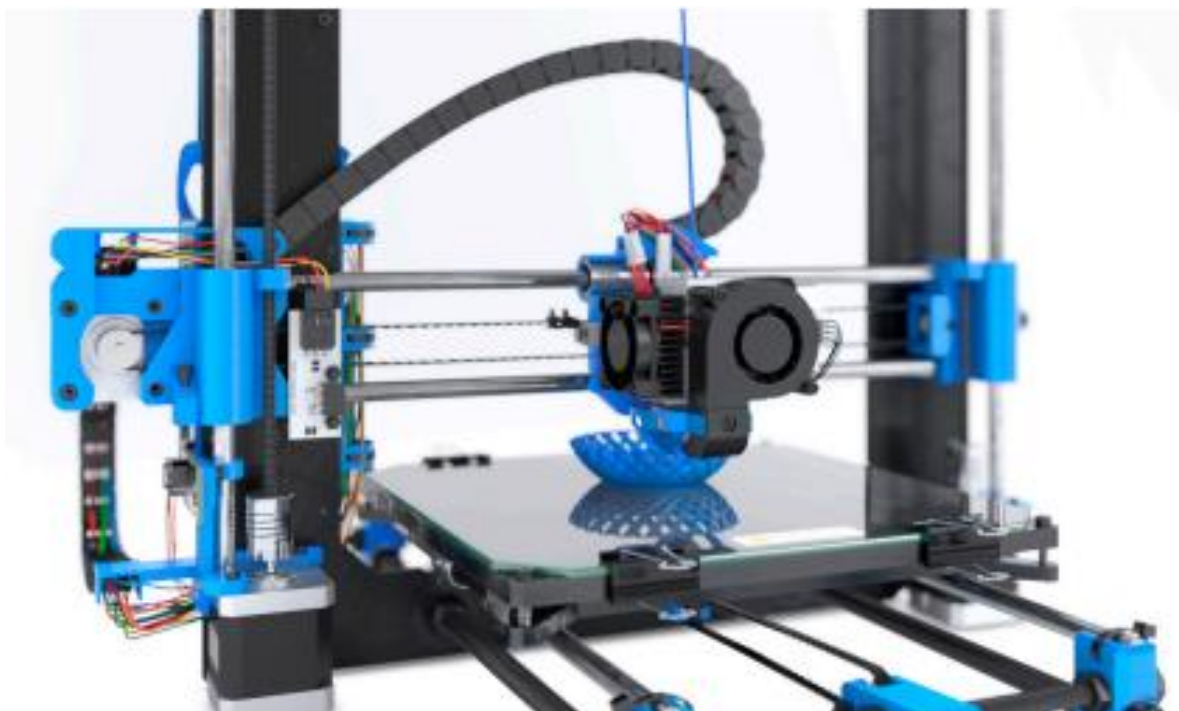
1. 3D y sus posibilidades en educación

Una de las herramientas que ha revolucionado la educación en la última década ha sido la impresión en 3D. En el universo 3D se comenzó con el desarrollo de softwares que permitían al maestro realizar actividades con sus alumnos, que consistían en el diseño y dibujo. Actualmente, se ha dado un paso adicional, todos esos diseños y dibujos pueden trasladarse al plano tangible mediante la impresión 3D. Vinculada con esta línea de productos tangibles como evidencia de aprendizaje, se asocia los planteamientos como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Trujillo (2016) define esta metodología como:

Una metodología que permite a los alumnos adquirir los conocimientos y competencias claves del siglo XXI mediante la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real. El aprendizaje y la enseñanza basada en proyectos forma parte del ámbito del “aprendizaje activo”. Dentro de este ámbito encontramos junto al aprendizaje basado en proyectos otras metodologías como el aprendizaje basado en tareas, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje por descubrimiento o el aprendizaje basado en retos (p.9).

Para un ABP cuya evidencia de evaluación es un producto tangible, la impresora 3D se torna como un hardware fundamental. Dejando de lado el aspecto pedagógico (se retomará en el último apartado) y centrándonos en el apartado técnico, podemos decir que la impresora 3D es una máquina que, a través de una técnica específica, procede a la fabricación de piezas mediante la superposición de capas de material (filamentos de plástico u otro) a una temperatura que supera los 200°. La impresión se produce a través de una boquilla que realiza movimientos sobre la base creando cada una de las capas hasta configurar la figura.

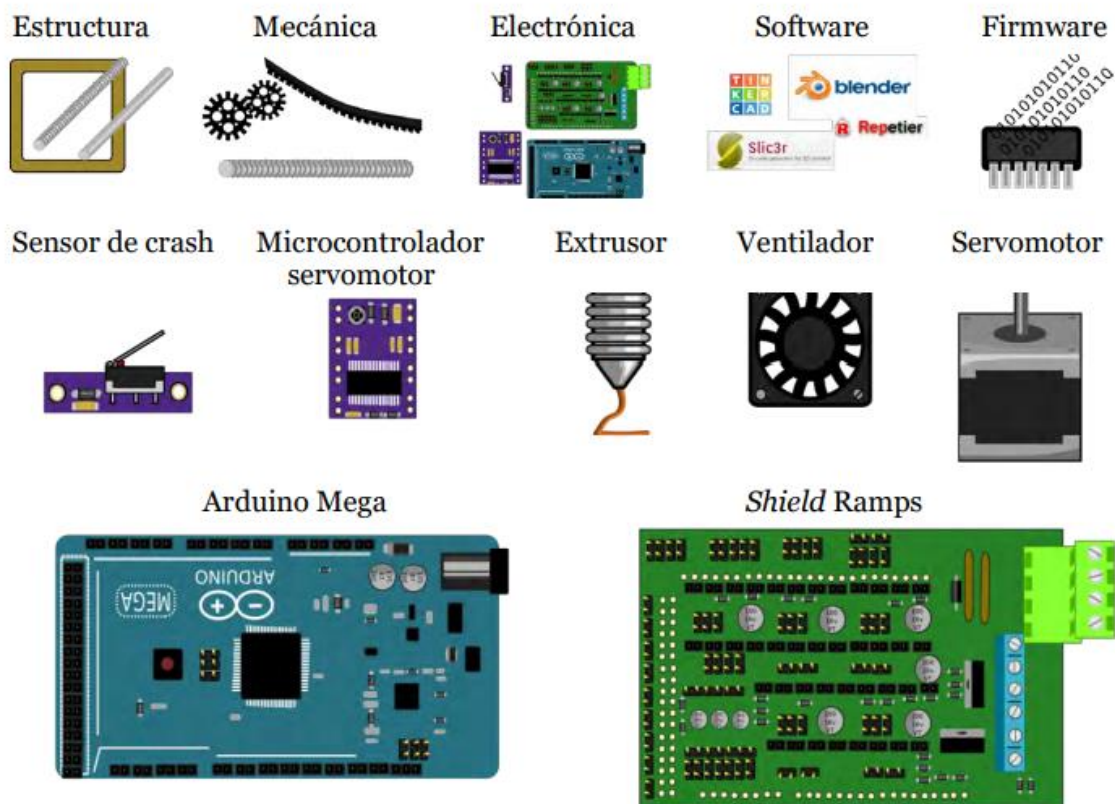
Figura 1 Impresora 3D FMD



Fuente: <https://toolbox.mobileworldcapital.com/files/Experiences/325/56c897dbf2a2a8.86522189.pdf>

Escobar (2013) afirma que una impresora 3D es una máquina que crea réplicas de objetos tridimensionales en base a un diseño 3D realizado por un software paramétrico. Antes de proceder a mencionar los distintos tipos de impresoras existentes, presentaremos los elementos básicos que componen la arquitectura de estas máquinas. Una impresora 3D se compone de varias piezas que, en conjunto y a través de un software, logra materializar un diseño.

Figura 2 Elementos básicos que componen una impresora 3D

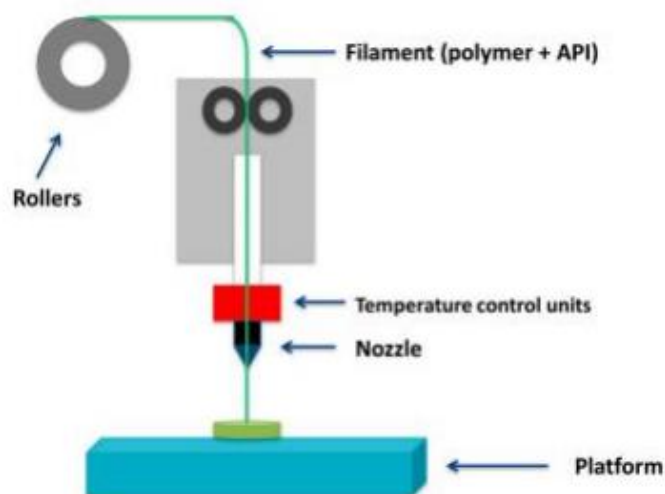


Fuente: <http://eprints.rclis.org/33571/1/Libro-impresion3D-unipe.pdf>

Existen varios tipos de impresoras 3D, entre los que cabe mencionar:

- Las **impresoras FDM** (Fused Deposition Modeling/Modelado por Deposición Fundida) son las más comunes, destacan por ser las más económicas. Trabajan con fibras sintéticas, nylon y seda a través de un filamento que traslada el diseño y lo construye capa a capa sobre la plataforma. Son las más comunes en centros educativos.

Figura 3 Impresora FDM



Fuente:

<https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/4247/IMPRESORAS%203D.pdf?sequence=3&isAllo wed=y>

- **Impresora con sistema láser SLA** (estereolitografía). Cuenta con un tanque de resina líquida u otro material y usa el láser como sistema de secado para que la figura se endurezca durante la impresión. A diferencia de la anterior esta posee una base móvil que se eleva lentamente con el objetivo de secar las capas impresas y escurrir el excedente.

Figura 4 Impresora SLA



Fuente: <https://www.directindustry.es/prod/formlabs/product-160746-1953015.html>

- **Impresora con sistema láser SLS** (Sintetizado láser selectivo). Este sistema es similar a la SLA, a diferencia de la anterior, el tanque contiene material en polvo en lugar de líquido.

Son varios los materiales usados para trabajar con estos tipos de impresora, algunos de los más destacados son:

- **Filamento ABS** (Acrilonitrilo Butadieno Estireno). Se trata de un material no biodegradable que requiere de altas temperaturas para su impresión, requiere de ventilación ya que genera gases nocivos. La boquilla de impresión requiere de una temperatura de entre 210° y 250° C. Es un tipo de plástico altamente resistente, rígido, duro y que incluso puede ser pintado. Se trata de uno de los materiales más baratos. Se caracteriza por su fácil lijado y resistencia al calor.
- **Filamento PLA** (Poliácido Láctico). Es un termoplástico que se extrae de la caña de azúcar, almidón de maíz, las raíces de tapioca, la fécula de patata, etc. Se caracteriza por ser un material biodegradable, duro, y resistente. La boquilla se extrude a una temperatura de entre 160° y 220°C. Se trata de un material que tarda en enfriarse, suele recomendarse su uso para impresoras que cuentan con ventilador para facilitar su secado. Una figura o pieza creada con PLA puede ser lijada y pintada con pintura acrílica. Es uno de los materiales más usado en el ámbito educativo por su suave olor y baja toxicidad.

Existen otros filamentos menos comunes, pero necesarios en proyectos específicos. Se presenta n a continuación los más destacados.

Tabla 1 Otros tipos de filamentos 3D

Filamento	Descripción
PVA	Alcohol polivinílico, soluble en agua y usado como material de soporte. Para proceder a su impresión, debe estar a una temperatura entre 170° y 195 °C. Se caracteriza por ser soluble al agua y por su adherencia a materiales como el PLA o el ABS.
LayBrick Sandstone	Compuesto por tiza blanca y polímeros. Su impresión comprende una temperatura de 165 ° a 210°C. Se recomienda para elementos de gran tamaño, permite el lijado y el pintado. A diferencia de otros filamentos es menos flexible.
LayWood-D3	Se compone de madera reciclada y polímeros. Se suele trabajar a una temperatura de entre 175° y 250°C. A mayor temperatura mayor intensidad de color. Las figuras con este material poseen un acabado similar a la madera. Los inconvenientes es que requiere de mantenimiento del extrusor ya que al taponarse el material puede ser carbonizado. (2016)
PET	Tereftalato de polietileno, usado para las fabricaciones de recipientes. Requiere de una temperatura de impresión entre 210° y 220°C. Altamente resistente a los impactos, con este material se pueden fabricar piezas transparentes, pero es necesario un extruido superior a 245°C y los extrusores de impresora 3D normalmente no alcanza esa temperatura.
HIPS	Polímetro termoplástico parecido al ABS. Se imprime a una temperatura de entre 210° y 260°C. Se caracteriza por ser resistente al calor. Permite el lijado y pintarlo con acrílico. Sin embargo, la exposición al sol puede deteriorar la figura.

2. La creación y edición de 3D

Antes de proceder a la impresión y al uso de un software para llevar a cabo el diseño, se debe plantear una idea y describirla en un proyecto. Una vez plasmado el concepto, se puede comenzar el camino de la materialización, el segundo paso es construir el diseño digital a través de una aplicación o, por el contrario, seleccionar y descargar un modelo desde una plataforma en línea (repositorio). Antes de imprimir el modelo en 3D, se requerirá de un software específico para transformar el archivo en un formato que contiene el código que dará las instrucciones a la máquina. Esta acción se conoce como *slicing* o parametrización. Tras este paso comienza la impresión y el secado de la figura.

Figura 5 Proceso de impresión 3D



Fuente: <http://eprints.rclis.org/33571/1/Libro-impresion3D-unipe.pdf>

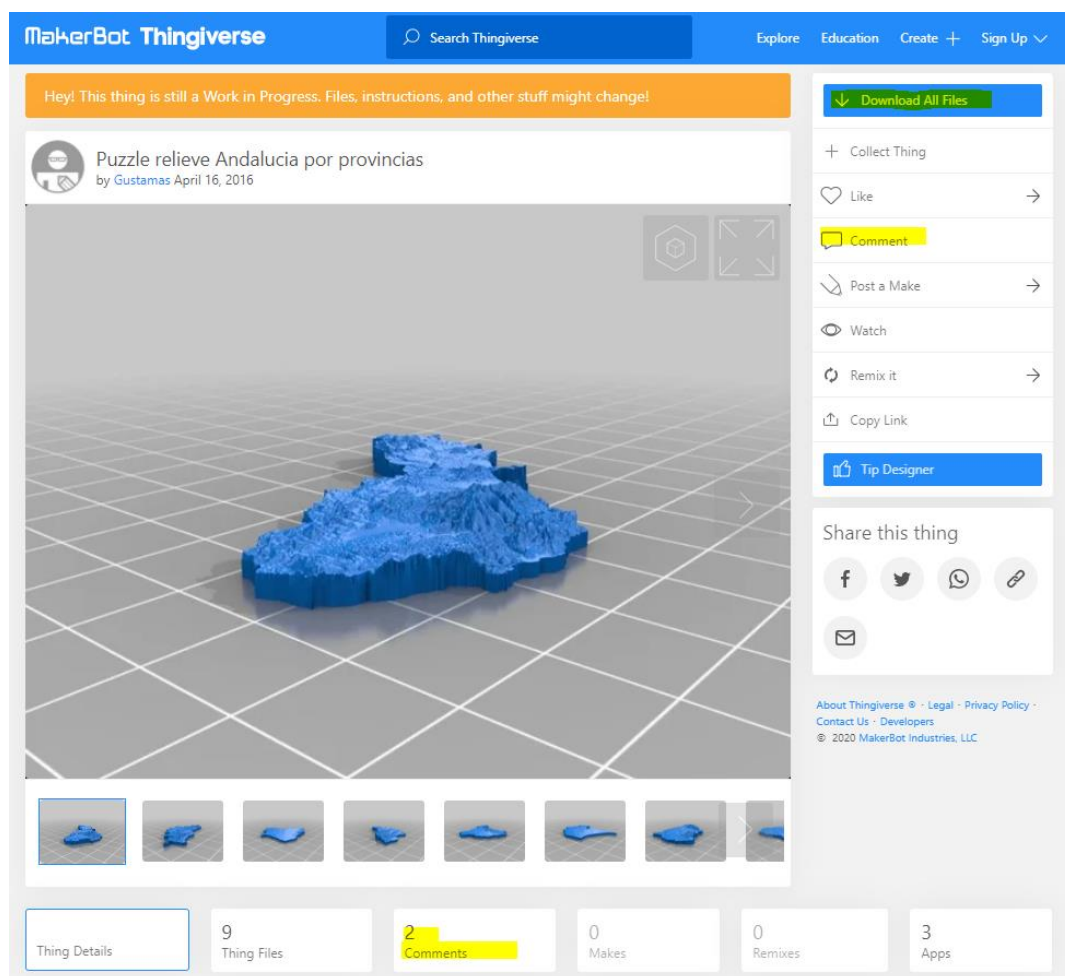
Como hemos comentado, para poder proceder a la impresión 3D previamente existen dos vías:

- En primer lugar, en caso de no necesitar crear el diseño 3D, el docente puede recurrir a la selección de modelos diseñados y compartidos en repositorios online de proyectos 3D.
- En segundo lugar, si el maestro opta por crear un proyecto 3D desde cero, optará por emplear softwares de diseño creando los elementos requeridos, para su posterior parametrización e impresión.

Atendiendo al primer caso, comenzaremos mencionando los principales repositorios de diseño 3D:

- **Thingiverse.** Es uno de los repositorios más destacados de diseños 3D compartidos. Los modelos 3D ofrecidos en la plataforma cuentan con licencias Creative Commons. Pueden ser descargados fácilmente a través de la barra lateral derecha disponible en cada uno de los diseños. Cada elemento cuenta con una breve descripción e instrucciones para su impresión. Al pinchar sobre "Download All Files" se descarga un archivo Zip con el diseño a imprimir, la ficha de este y su correspondiente licencia. Se trata de una plataforma que permite al docente encontrar cualquier diseño compartido por la comunidad.

Figura 6. Proceso de descarga de diseño en Thingiverse.



- **Grabcad.** Se trata de una plataforma que comparte recursos en 3D para su impresión de forma gratuita. Cuenta con una biblioteca de más de 2 millones de archivos gratuitos en formato CAD. Al igual que Thingiverse, Grabcad funciona como repositorio de contenidos. Accediendo a la sección “Lybrary” a través de la barra de menú, encontraremos un archivo de contenidos clasificado por categorías y softwares.
- Se suma a los dos repositorios anteriores **Youmagine**, un portal de diseños en 3D a disposición de los usuarios con licencias Creative Commons. A diferencia de Thingiverse cuenta con una comunidad más pequeña.

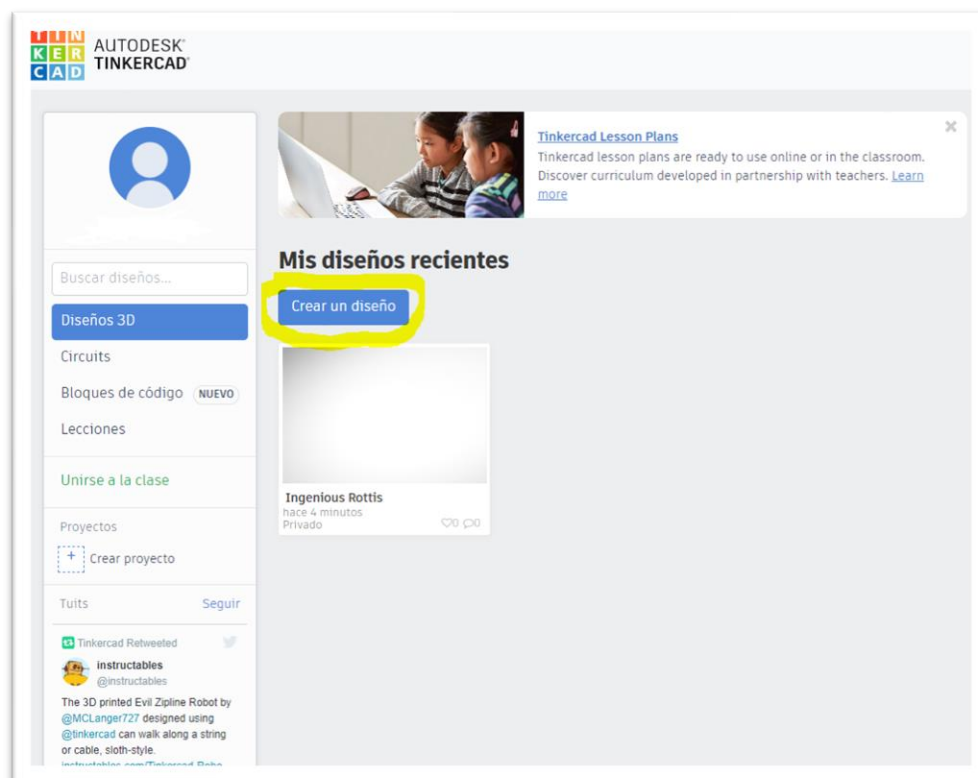
Si en lugar de descargar un diseño, el docente procede a construir el modelo desde una actividad de diseño y materialización de un concepto, debe comenzar seleccionando un software específico de edición en 3D. Son dos las tipologías de herramientas disponibles, pero tal y como insistimos en temas anteriores siempre se intentará recurrir a aquellas de código abierto. En primer lugar, haremos alusión a las aplicaciones gratuitas online. Entre ellas cabe destacar Tinkercad, Sketch Up, OpenSCAD y Blender.



Tinkercad. A esta herramienta online el usuario puede acceder desde cualquier navegador. No requiere de instalación y cuenta con una interfaz sencilla e intuitiva. La aplicación permite diseñar, arrastrando objetos y recursos disponibles en la aplicación. Se trata de uno de los softwares más destacados y simples. El docente puede crear diseños sencillos en muy poco tiempo.

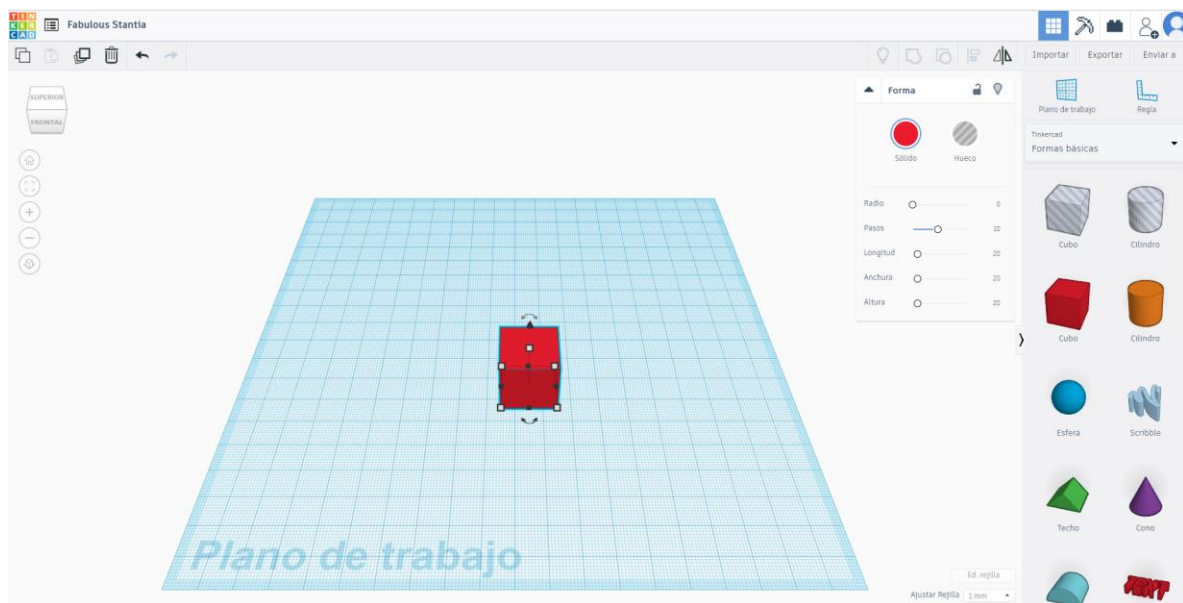
Para comenzar el inicio de sesión de Tinkercad tan sólo se debe disponer de una cuenta Google y accederás directamente. El alumno posee así un espacio que le permite comenzar a diseñar en 3D haciendo clic inicialmente sobre “Crear diseño”.

Figura 7. Fase inicial del proceso de diseño en 3D de Tinkercad.



La plataforma presenta una plantilla de trabajo con una barra de herramientas a la derecha, en la que se dispone de figuras geométricas en 3D. Estas pueden ser arrastradas al plano de trabajo y de su combinación pueden surgir diversos objetos para su materialización.

Figura 8. Plano de trabajo en Tinkercad.



SketchUp. Es un software de código abierto online de modelo 3D, que permite tanto al docente como al alumno dibujar a mano, diseñar o incluso seleccionar recursos y crear proyectos propios. Funciona como aplicación de diseño gráfico 3D y se caracteriza por ser accesible desde cualquier dispositivo conectado a internet. Posee una versión básica gratuita, para planes más avanzados se requiere suscripción Premium.

Estos softwares online disponen de herramientas comunes, no sólo trabajan con formas básicas (cubo, cilindro, cono, esfera, etc.), sino que también con texto, números y otros caracteres. Entre sus elementos también cabe destacar los conectores, los ensamblajes y componentes.

Otras de las herramientas de diseño 3D destacadas como softwares gratuitos de código abierto y descargables son:



Blender. Aplicación descargable de código abierto caracterizado por su alta calidad en el diseño. Usado tanto en el modelado 3D como para la animación 3D. Incluye múltiples recursos y formas geométricas que permiten crear diseños muy profesionales. El software se base en modelos poligonales y ofrece formatos de exportación para la fabricación aditiva. A diferencia de Tinkercad, se trata de una herramienta más compleja que requiere de grandes habilidades digitales.



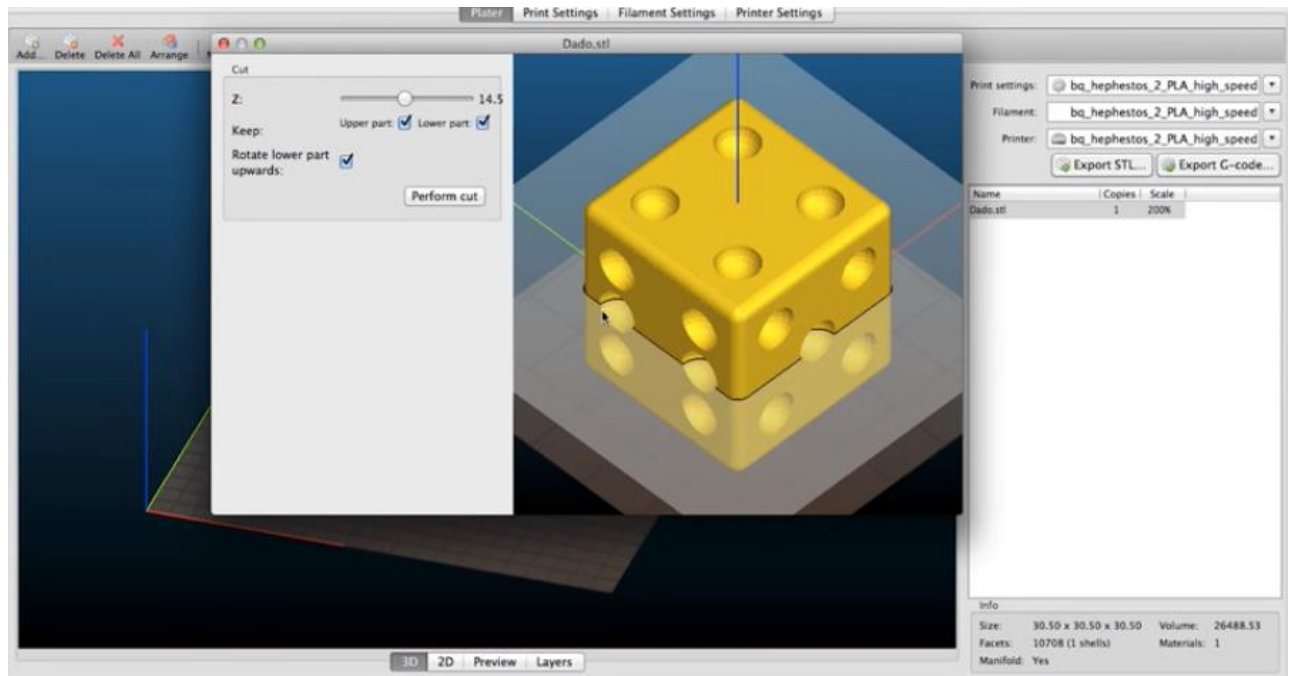
OpenSCAD. Herramienta de software libre para crear objetos 3D a través de figuras geométricas. Cuenta con un lenguaje descriptivo textual que facilita al usuario la precisión en las medidas. Disponible tanto para Windows, Linux, como Mac Os.

Tras realizar diseño en 3D con uno de estos softwares, se deberá proceder al *Slicing* antes comenzar la impresión. Este proceso consiste en convertir el diseño en un formato con código G, que es el lenguaje descriptivo que comprende la impresora. El G-code contiene las instrucciones que seguirá la impresora 3D para fabricar el elemento previsto. A este método se le denomina también parametrización y se origina a través de un programa específico. Los softwares más usados son Slic3r, Cura y Kisslicer.



Slic3r. Es una herramienta de parametrización que cuenta con una función que permite cortar las piezas por la mitad. Genera archivos 3D a partir de archivos CAD 3D. En el video que se presenta a continuación se especifica cómo proceder al uso de este software.

Figura 9 Video tutorial de la herramienta Slic3r.

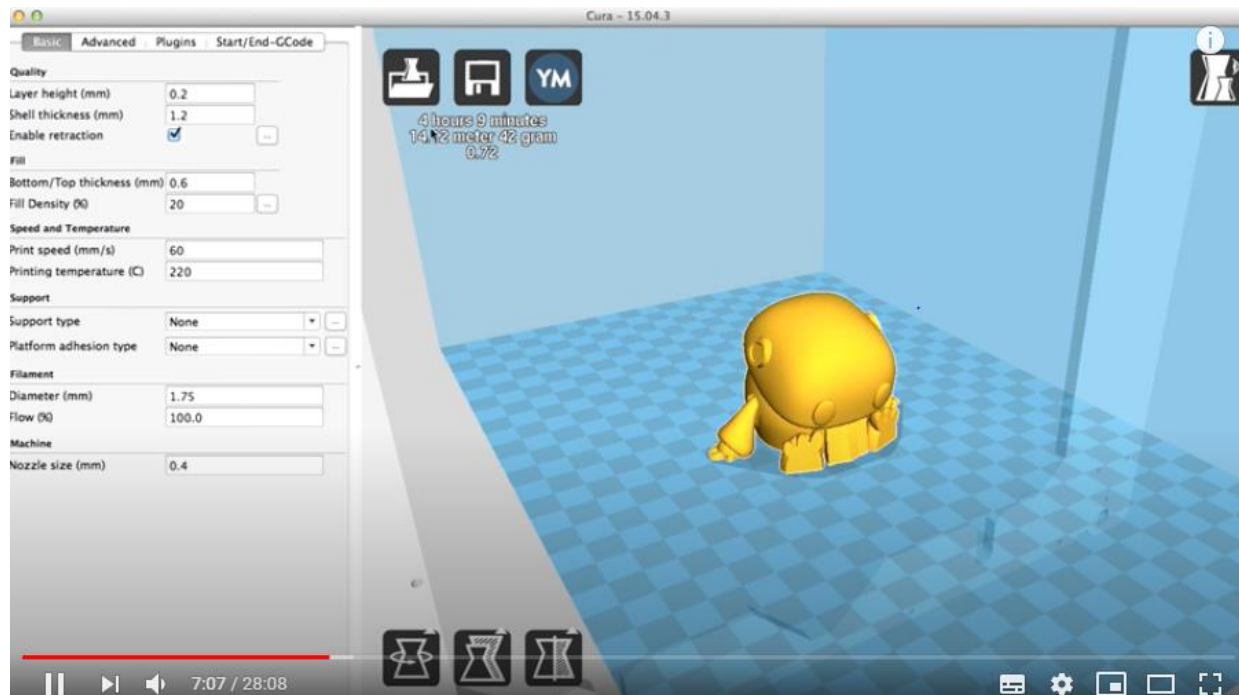


Fuente: https://youtu.be/tlv_MOkPG54



Cura. Este software específico de parametrización sirve para convertir los archivos STL en figuras 3D. Se caracteriza por ser también de código abierto y poseer una interfaz muy dinámica y ágil. Se recomienda para la impresión de elementos simples. Se trata de una de las herramientas más populares y puede enviar el modelo a imprimir a varias impresoras simultáneamente. Para ampliar información consulta el tutorial presentado en la figura 10.

Figura 10. Video tutorial de la herramienta Cura.



Fuente: <https://youtu.be/rWkzor3ZYT>



Se trata de uno de los primeros softwares de parametrización. Este se caracteriza por disponer de un interfaz muy sencillo de usar. Genera el código G a través de archivos STL. Para más información: <http://www.kisslicer.com/>

Independientemente del software seleccionado para la parametrización, los pasos a seguir son los mismos. Tras el diseño en 3D, la generación del archivo puede contener algún error y por tanto afectar en la impresión. Con el fin de evitar este tipo de incidencias, se recurre a estos softwares de monitorización con el objetivo de subsanar estos pequeños errores. Se detallan a continuación los pasos que conlleva el *slicing*:

- En primer lugar se carga el archivo .stl para analizarlo y ver las estructuras y parámetros del diseño.
- El software seleccionado analiza el archivo cargado y si contiene algún error procede a su notificación y reparación.
- Tras su reparación se abre el archivo con el software seleccionador por ejemplo KISSlicer, cuya función es convertir el archivo .stl en uno G-Code. De esta manera la impresora puede proceder a la interpretación del diseño con la configuración indicada por el docente o alumno (calidad de impresión, densidad, grosor de la capa, todo lo relativo a la configuración del extrusor. Este proceso puede conllevar dos escenarios:
 - Si el archivo en G-Code, no posee errores, comenzará la impresión directamente ya que el software habrá verificado que todos los parámetros son correctos.
 - Si por el contrario se detectan errores en la parametrización, no imprimirá, lo que implicará realizar pequeñas modificaciones en la configuración.

Recordamos nuevamente que para llevar a cabo un proceso de impresión 3D, resulta primordial seguir un orden de pasos y criterios para obtener los resultados esperados. Para elegir el software de parametrización adecuado hay que tener en cuenta tanto el tipo de impresora como el material usado y sus boquillas. El docente junto al alumno debe atender a:

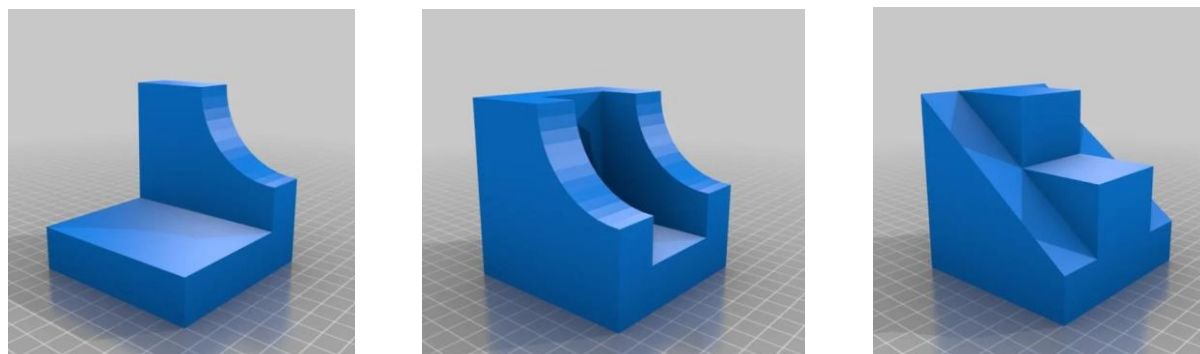
- Ver el firmware que utiliza.
- Conocer las medidas de la plataforma de impresión.
- Comprobar el número de extrusores y sus características.
- Diámetro del filamento.
- Temperatura del extrusor y cama.
- Verificar el ventilador de enfriamiento.
- La velocidad de impresión.

Una vez comprobados estos parámetros, el siguiente paso consiste en la puesta a punto de la impresora, situar el cabezal de impresión en la posición correcta y comprobar que la temperatura de la cama y extrusor es la adecuada para el tipo de material utilizado.

Volviendo al aspecto pedagógico, podemos constatar que un entorno de trabajo 3D contribuye al desarrollo de las competencias STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), que conllevan la capacitación del alumno para afrontar las cuestiones que se le planteen en una sociedad digital y competitiva, en busca del progreso, la evolución y la innovación.

El encaje curricular de esta tendencia es bastante evidente, pudiéndose abordar desde múltiples materias. A continuación, se presentan algunos ejemplos de aterrizaje de este formato en el ámbito de la educación y la formación. En la asignatura de matemáticas estas tecnologías contribuyen al diseño de figuras geométricas y su posterior impresión, una actividad a través de la cual los alumnos pueden aprender acerca de las formas y sus volúmenes. Los estudiantes pueden incluso construir un ábaco y aprender a utilizarlo para hacer operaciones.

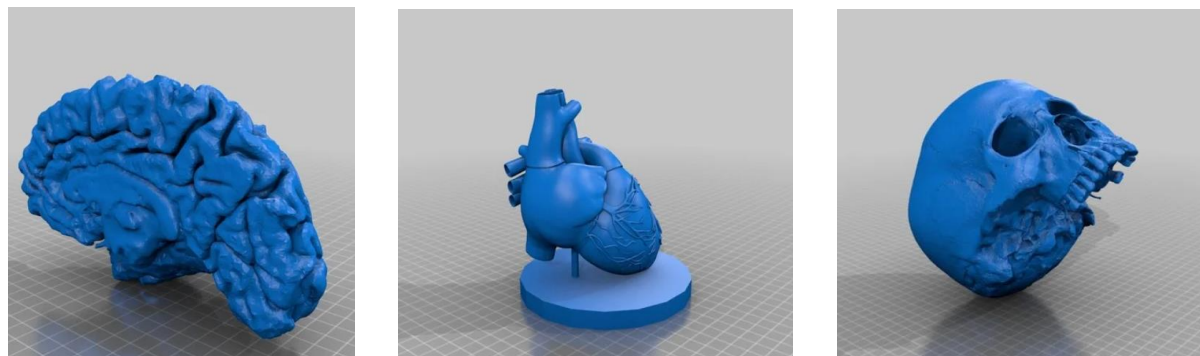
Figura 11 Representación de imágenes para la asignatura de matemáticas.



Fuente: <https://www.thingiverse.com/thing:2977246>

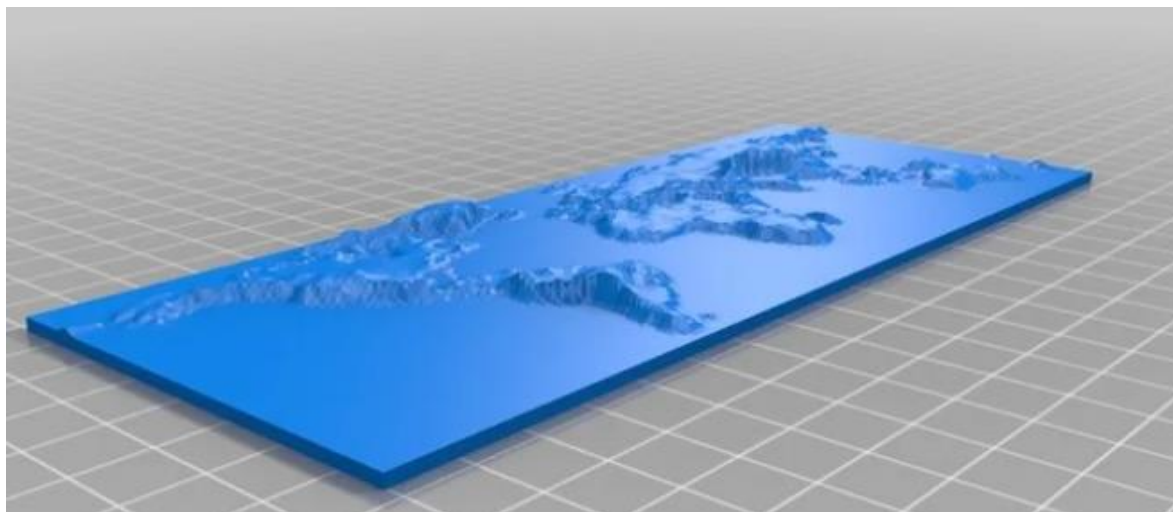
En las asignaturas de ciencias, los alumnos pueden proceder al diseño e impresión de partes del cuerpo humano o de animales para dominar desde una perspectiva inmersiva estos contenidos.

Figura 12 Representación de imágenes para la asignatura de ciencias.



Los contenidos de materias como la geografía o la historia, también pueden ser trabajados haciendo uso de formatos 3D, creando mapas, maquetas para representar hechos históricos, monumentos, etc.

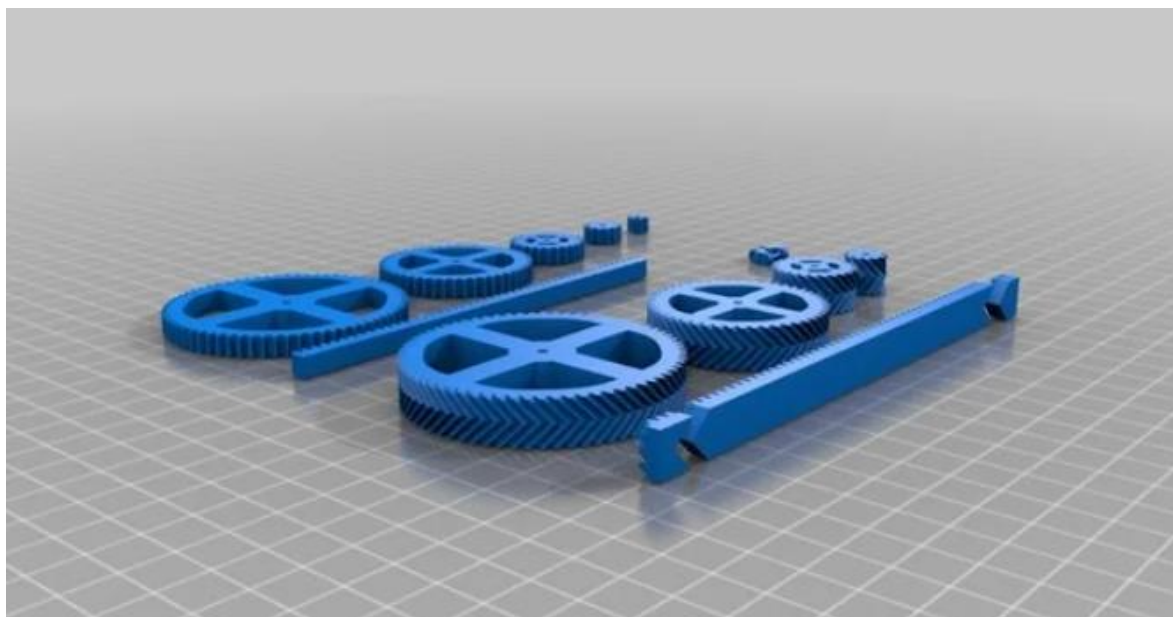
Figura 13 Representación de imágenes para la asignatura de historia y geografía.



Fuente: <https://www.thingiverse.com/thing:116228>

En caso de titulaciones de ingeniería, los estudiantes pueden imprimir piezas para la construcción de sus prototipos o engranajes.

Figura 14 Representación de imágenes para titulaciones de ingeniería.



Fuente: <https://www.thingiverse.com/thing:633265>

3. El diseño de una experiencia de aprendizaje maker

El siglo XXI ha supuesto el nacimiento de múltiples tecnologías y conceptos en lo que a TIC se refiere. A principios del año 2000, Neil Gershenfeld, director para el Centro de Bits y Átomo en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), diseñó y llevó a cabo un curso masivo abierto sobre la fabricación digital (How to make). A partir de este momento surge un nuevo concepto, el laboratorio de fabricación *Fab Lab*, compuesto por sistemas inteligentes y herramientas de diseño y creación como impresoras 3D, modelado por inyección, sensores, corte por láser, etc. En este sentido, Fab Foundation (2009) definió que un laboratorio de fabricación se caracteriza por:

- Misión. Los laboratorios poseen como fin llevar a cabo proyectos creativos.
- Acceso. Destacan por ser un espacio en el que el individuo desarrolla su aprendizaje y fabrica a través de la tecnología digital elementos tangibles que contribuyen a su entorno.
- Educación. La metodología de aprendizaje establecida se basa en proyectos y resolución de problemas (ABP).
- Responsabilidad. Los individuos que participan en estos entornos suelen ser los responsables del mantenimiento, reparación y actualización de las herramientas de trabajo.

Un *FabLab* es un espacio abierto que suele contar con las siguientes herramientas y tecnologías:

- Programas de diseño e impresoras 3D.
- Fresadoras de control numérico.
- Corte de material empleando cortadoras de vinilo o láser.
- Sistemas de videoconferencia para la conexión con otros espacios remotos.

Tabla 2 Herramientas que componen un Fab Lab

Herramientas	Descripción
Escáner 3D	Sirve para captar la forma física en 3D de un objeto, generando de forma automática un modelo digital listo para ser adaptado y enviado a imprimir en una impresora 3D.
Impresora 3D	Máquina de fabricación digital que sirve para hacer tangible un diseño realizado con un software 3D.
Cortadora láser	Herramienta compuesta por una cama sobre la que se desplaza un láser cuya función es cortar materiales como plástico, madera, cuero, etc.
Cortadora a chorro de agua	Máquina que consta de un cabezal que dispara un chorro de agua a presión apto para cortar materiales.
Cortadora de vinilo	Herramienta cuya función es cortar vinilo.
Router CNC	Es una fresadora controlada por un ordenador cuya función es cortar de forma automática. Consta de un eje caracterizado por el corte preciso basado en coordenadas.

Se conforma así una Red de *Fab Labs* a través del mundo. En este sentido García Sáez (2016) define el *Fab Lab* como un laboratorio a través del cual se construyen ideas y proyectos caracterizados por la creatividad y procediendo a su fabricación digital. Se trata, por tanto, de un fenómeno que consiste en crear proyectos, hacerlos tangibles y compartirlos a través de la red de laboratorios establecida. Según afirma Boumadan (2017):

La característica fundamental relacionada con compartir y colaborar se tradujo en la creación de la iniciativa MIT FabLab Global Network que comenzó como un proyecto del Centro para Bits y Átomos (CBA) del MIT. Esta se ha extendido desde Boston hasta la India, Sudáfrica o Noruega generándose una red de Fab Labs en todo el mundo. Las actividades tienen que ver con el empoderamiento tecnológico, la capacitación técnica basada en proyectos peer-to-peer, la resolución de problemas locales, la incubación de empresas de alta tecnología a pequeña escala y la investigación de base (p.62).

Por otro lado, destaca el movimiento makerspace. Un espacio *maker* se caracteriza por ser un taller de creación digital equipado con herramientas como cortadores láser, routers, escáneres 3D, impresoras 3D, fresadoras 3D y herramientas de programación. Se trata de un espacio en el que los alumnos pueden aprender haciendo, diseñando y creando. El makerspace surge del denominado

movimiento de aprendizaje Maker cuya clave es el concepto DIY (Do It Yourself o Hazlo Tú mismo). A través de esta metodología el docente fomenta el aprendizaje colaborativo y la participación. Al respecto cabe mencionar el Manifiesto Maker de Hatch (2013), mediante el cual el autor define los principios fundamentales de esta corriente:

- **Hacer.** Crear, fabricar, producir hace que el individuo se sienta realizado. El aprendizaje *Maker* contribuye a construir elementos tangibles.
- **Compartir.** Hacer también implica compartir, forma parte del proceso *Maker*.
- **Regalar.** Al fabricar algo tangible, regalarlo resulta satisfactorio. Contribuye a crear y ayudar a los demás.
- **Aprender.** Para crear hay que aprender. El alumno debe aprender los procesos de construcción y seguir desarrollándose de forma permanente.
- **Equipar.** Acceder a las herramientas para trabajar los proyectos planteados.
- **Jugar.** Creación conllevará aprendizaje, pero siempre desde el enfoque del juego, de esta forma el alumno estará motivado y eso le hará ser más creativo.
- **Participar.** Compartir con los demás organizando eventos, ferias y exposiciones contribuirá a la construcción de una comunidad *Maker* sólida.
- **Apoyar.** El individuo puede contribuir a mejorar su entorno a través de la construcción de aquello que resulte necesario. El movimiento Maker conlleva apoyo intelectual, financiero, político e institucional.
- **Cambiar.** Hacer, fabricar, producir, crear todo ello contribuirá al cambio conforme se vaya avanzando en un universo *Maker*.

Boumadan (2017) estableció que “en un *makerspace* el aprendizaje está basado en proyectos interdisciplinarios que terminan con la fabricación y proceso de patente de una idea que busca solucionar un problema real del entorno inmediato del alumno” (p.75). Según este autor, la propuesta de un *makerspace* debe contemplar:

- Definir los proyectos, estableciendo el desarrollo de competencias STEAM. El rol del alumno debe centrarse en el análisis, diseño y diagnóstico de las necesidades que plantea el entorno que le rodea, planteando respuestas y soluciones.
- Seleccionar las herramientas requeridas en base a los proyectos definidos.
- Establecer el público objetivo al que irá dirigido el proyecto (perfil del alumnado).
- Fijar los horarios de trabajo, y realizar la programación.
- Constituir el espacio de construcción.
- Diseñar el entorno de creación y desarrollo del proyecto.

El espacio maker de un centro educativo debe contar básicamente con las siguientes herramientas.:

- Sillas y mesas modulares.
- Pizarra digital o pizarra blanca
- Arduino
- Sensores
- Papelería
- Impresión 3D
- Ordenadores o dispositivos electrónicos como tablets.
- Lego
- Sistemas de almacenaje y seguridad.

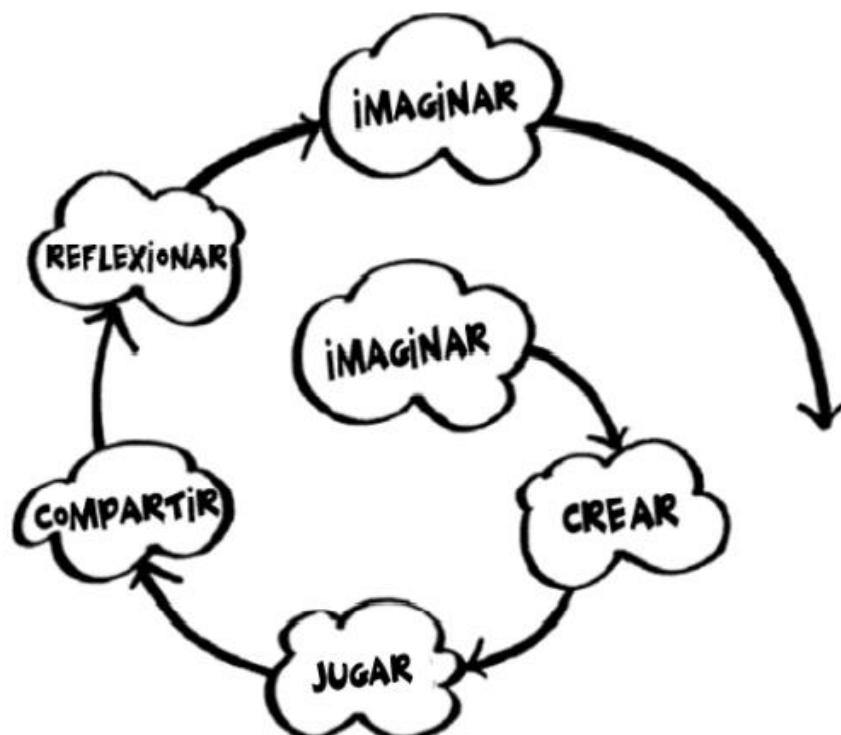
Figura 15 Imagen de un espacio Maker



Fuente: <https://www.ptotoday.com/images/articles/fullsize/0918-what-is-a-makerspace-fullsize.jpg>

Los espacios *Maker* contribuyen así a la construcción de una sociedad del conocimiento en el que se produce el desarrollo de múltiples competencias, y según Resnick tiene lugar así el establecimiento de una “sociedad de la creatividad”. En estos contextos se afianza el pensamiento creativo a través del diseño, reflexión y creación de proyectos en base a las experiencias (Resnick 2007).

Figura 16 Espiral del pensamiento creativo Resnick (2007)



Fuente: <http://eprints.rclis.org/33571/1/Libro-impresion3D-unipe.pdf>

En este mismo sentido, Boumadan (2017) indica que al incorporar el *markerspace* en una secuencia didáctica tiene lugar el desarrollo de la competencia digital mejorando a su vez la gestión de la información, la capacidad de coordinar los medios digitales con el objetivo de fomentar el trabajo en equipo, colaborar en línea y potenciar las habilidades estableciendo así una comunicación eficaz.

Tanto el *Fab Lab* como los espacios *Maker* han supuesto una oportunidad para implantar metodologías de aprendizaje constructivistas basadas en la resolución de problemas y proyectos en un contexto de realidad. Ya no destaca sólo el docente como diseñador de contenidos multimedia, sino que el alumno se convierte realmente en protagonista de su propio aprendizaje y creador de sus propios proyectos en elementos tangibles y útiles para la sociedad. Al respecto Boumadan (2017) afirma “los proyectos *maker* toman algunas características de las demás formas de metodologías activas, como lo es el aprendizaje basado en retos o el aprendizaje basado en problemas. Los proyectos están orientados a resolver pequeños retos sociales del entorno, y estos suelen conllevar, en numerosas ocasiones, la resolución de diversos problemas que los componen” (p.75).

El docente bajo metodologías de aprendizaje basadas en proyectos y contenidos desarrollados en un espacio *maker* potencia la creatividad, competencias y habilidades de sus alumnos. Todos estos nuevos formatos de aprendizaje interactivos definidos por el constructivismo, destacan por la aplicación práctica del conocimiento del alumno. Aprender haciendo es la base y contribuye a la construcción de nuevos conocimientos de manera permanente. El maestro trabaja aplicando una secuencia didáctica caracterizada por retos diseñados con el objetivo de potenciar las competencias establecidas en los marcos europeos.

La impresión 3D es una de las prácticas más características de un *makerspaces*, una propuesta pedagógica que contribuye al aprendizaje permanente del alumno, desde enfoques basados en aprender haciendo, teniendo como finalidad la construcción de evidencias de aprendizaje tangibles. Una impresora 3D nos permite pasar bits a átomos, o lo que es lo mismo, dejar de ver el producto final de una secuencia de aprendizaje en una pantalla, a tocarlo con las manos.

Bibliografía

- Bordignon, Fernando & Iglesias, Alejandro & Hahn, Ángela. (2018). DISEÑO E IMPRESIÓN DE OBJETOS 3D Una guía de apoyo a escuelas.
- Boumadan, M. (2017). Espacios de creación digital, makerspace para trabajar competencias transversales en Educación Secundaria [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad Autónoma de Madrid]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=147030>
- Fabfoundation.org (2009). Fab Foundation. Recuperado de <http://www.fabfoundation.org>
- García Sáez, C. (2016). (Casi) Todo por Hacer: Una mirada social y educativa sobre los Fab Labs y el movimiento maker. Madrid: Fundación Orange.
- Hatch, M. (2013): The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers. Nueva York: McGraw Hill.
- Resnick, M (2007). All I Really Need to Know (About Creative Thinking) I Learned (By Studying How Children Learn) in Kindergarten", 6th Creativity & Cognition Conference, Washington.
- Trujillo, F. (2016). Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.