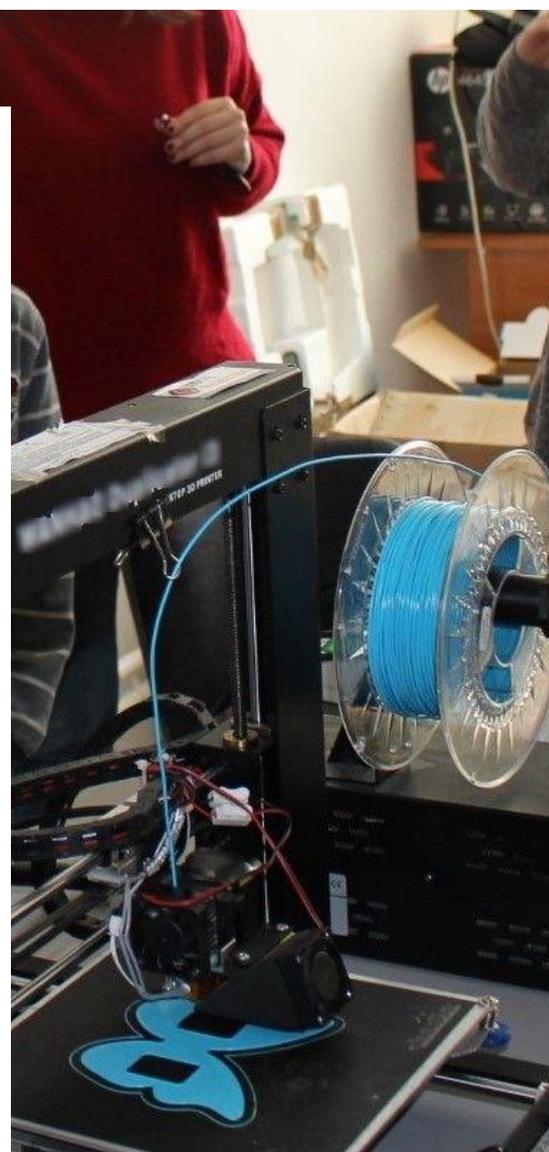


Guía del profesor de impresión 3D



3DP TEACHER - Implantación de la impresión 3D en la educación del futuro

Proyecto Nº. 2019-1-PT01-KA201-060833

El apoyo de la Comisión Europea a la elaboración de esta publicación no constituye una aprobación de su contenido, que refleja únicamente la opinión de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en ella.



Cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea

Índice de contenidos

Introducción	1
¿Qué es la impresión 3D?.....	2
Modelado por deposición fundida (fused deposition modeling).....	2
El flujo de trabajo de la impresión 3D	4
Obtención del modelo 3D	5
Modelado 3D.....	5
Repositorios de modelos 3D.....	6
Conversión a archivo de impresión 3D.....	7
Preparación del modelo para la impresión 3D	7
Impresión 3D del objeto	8
Acabado de la pieza	8
Aplicaciones de impresión 3D	11
Educación.....	11
Prototipos y fabricación.....	13
Medicina	14
Construcción y arquitectura	14
Arte, joyas y moda.....	15
Efectos de la impresión 3D en el mercado	17
Democratización de la tecnología.....	17
Impulsar la innovación.....	17
Personalización en serie.....	17
Efectos de la impresión 3D en el mercado de trabajo.....	18
Ventajas de la impresión 3D para la Educación	20
Mejorar la participación de los estudiantes	20
Fomentar el aprendizaje activo	20
Fomentar el pensamiento creativo.....	20
Fomentar el interés de los estudiantes por la educación STEM.....	21
Proporcionar oportunidades para practicar diferentes estilos de aprendizaje.....	21
Tendencias de la impresión 3D	22
Conclusiones	25

Aspectos técnicos del uso de la impresión 3D.....	26
Introducción.....	26
Principales componentes de la impresora 3D	26
Elección de una impresora 3D.....	31
Bolígrafo de impresión 3D.....	31
Impresoras 3D para escuelas	32
Software de modelado 3D	33
Software de corte en 3D	35
Especificaciones técnicas de algunas impresoras 3D populares	39
Recomendaciones sobre las impresoras 3D para aplicaciones escolares	40
Aspecto técnico del uso de la impresora 3D.....	42
Elementos de seguridad.....	44
Recursos de software adicionales	46
Colección de casos prácticos.....	47
Planes de lecciones y recomendaciones para futuras implementaciones	61
Recursos adicionales.....	77

Introducción

La impresión 3D (3DP) está preparada para tener un impacto significativo en muchos aspectos de nuestras vidas y trabajo en un futuro próximo. Algunos efectos en el mercado y en la sociedad ya son visibles y se esperan muchas otras transformaciones. El mercado de la impresión en 3D se está desarrollando rápidamente a medida que se implementa en muchas aplicaciones en áreas cada vez más variadas. El mercado laboral también se ve afectado de manera significativa por la tecnología 3D y se espera un crecimiento en el número de puestos de trabajo relacionados.

La impresión 3D se utiliza cada vez más en las escuelas de todo el mundo, y su potencial está siendo ampliamente reconocido. Muchos profesores consideran que esta innovación en el sector es bienvenida y necesaria, pero muy a menudo carecen de los conocimientos específicos necesarios para dominar esta tecnología. El objetivo de este material es proporcionar información básica sobre la impresión 3D para ayudar a los profesores a entender qué es y cómo funciona, sus aplicaciones en diversos sectores, su impacto en el mercado, las tendencias futuras y los beneficios que puede aportar a la educación.

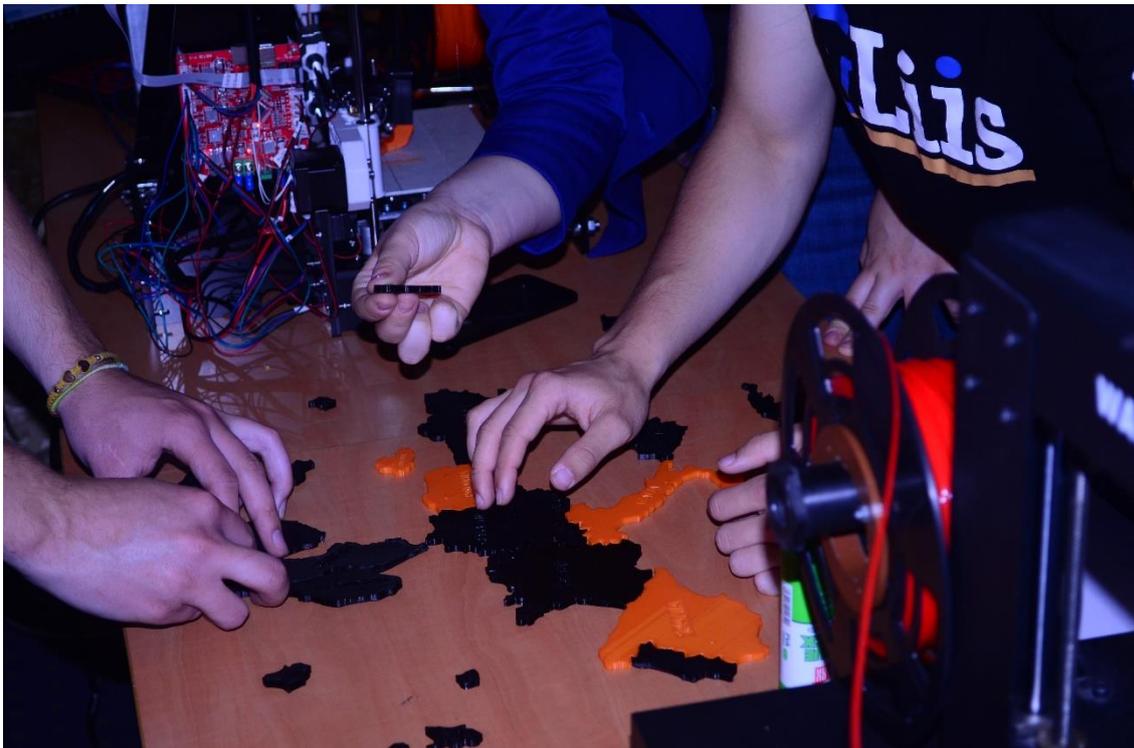


Figura 1 – Estudiantes y 3DP

¿Qué es la impresión 3D?

La impresión 3D es un término general para un conjunto de tecnologías que pueden construir objetos tridimensionales a partir de un archivo digital añadiendo material capa tras capa. En la actualidad, existen muchas tecnologías 3D basadas en diferentes enfoques y que hacen uso de diversos materiales (plástico, metal, hormigón, chocolate, etc.) en varias formas (líquido, sólido (lámina, filamento y pellet), polvo y lodo).

Por ejemplo, las tecnologías denominadas Estereolitografía (SLA) y Procesamiento Digital de la Luz (DLP) crean objetos por medio del curado selectivo de una resina líquida de fotopolímero utilizando una fuente de luz (un láser o un proyector), mientras que el Sinterizado Láser Selectivo (SLS) utiliza un láser que induce selectivamente la fusión entre las partículas de polvo dentro de un área de construcción para crear un objeto sólido. Otras tecnologías colocan chocolate fundido, depositan gotas de materiales que luego se curan de forma selectiva, aplican chorros de aglutinante sobre el polvo, etc.

La mayoría de estas tecnologías no pueden utilizarse en el aula porque son demasiado complicadas, demasiado caras o requieren instalaciones especiales. La más adecuada para su uso en un entorno escolar es el modelado por deposición fundida (FDM) que es, además, la tecnología 3D más popular y asequible.

Modelado por deposición fundida (fused deposition modeling)

El modelado por deposición fundida crea objetos fundiendo un hilo de plástico (llamado filamento) y aplicándolo, capa tras capa, a través de una boquilla calentada.

El proceso se esquematiza en la figura 2. El filamento (2), normalmente enrollado en una bobina (1) que se sostiene en los laterales o en la parte trasera de la impresora, se introduce a través del mecanismo de engranaje del extrusor (3) que lo empuja hacia el calentador (4) donde el filamento sólido se calienta hasta su punto de fusión. Por último, el filamento fundido es expulsado por la boquilla (6) hacia el lecho de impresión (7) en la geometría deseada. Después de cada capa, la cama de impresión (o la boquilla) se mueve en el eje vertical y se añade la siguiente capa. Tras la impresión, el objeto puede retirarse a mano o con un simple rascador. Si es necesario, las piezas pueden seguir procesándose mediante el lijado, el pulido, la pintura, etc.

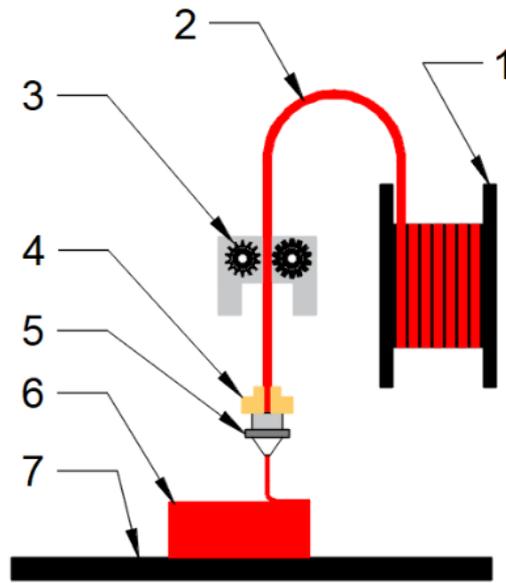


Figure 2 – Proceso Modelado por deposición fundida (FDM - fused deposition modeling)

1-bobina de filamento; 2-filamento; 3-alimentador; 4-calentador; 5-boquilla; 6-3d objeto impreso; 7-cama de impresión

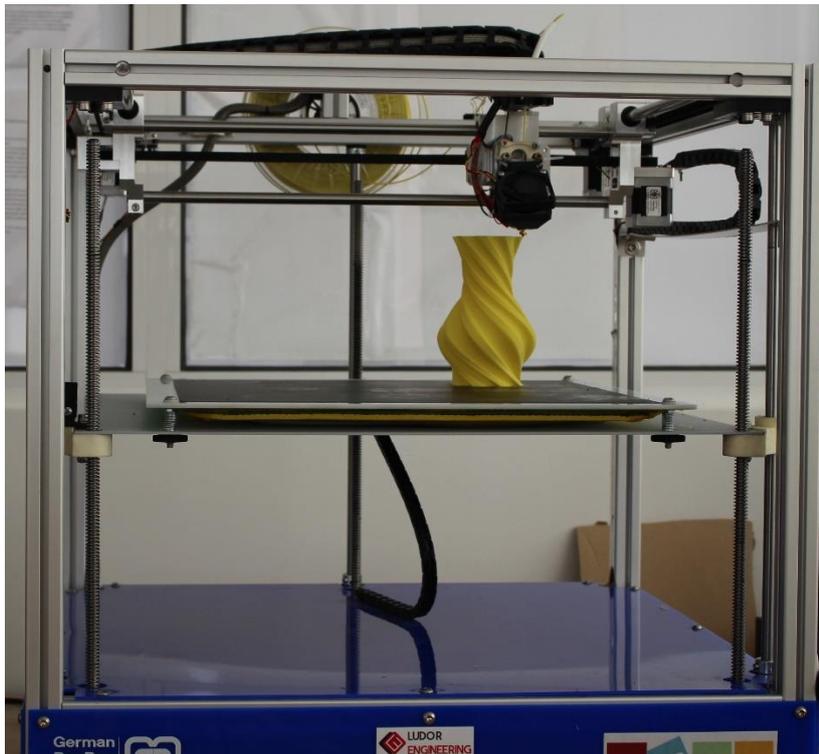


Figura 3 – FDM Impresión 3D

El flujo de trabajo de la impresión 3D

n general, independientemente de la tecnología específica, la impresión 3D implica el uso de un ordenador, un modelo digital 3D, un software de impresión 3D, una impresora 3D y materias primas. Por lo general, esquematizado en la figura 4, un proceso 3DP se compone de los siguientes pasos:

1. El modelo 3D del objeto que se va a imprimir en 3D se obtiene mediante uno de los métodos que se comentan a continuación.
2. Si es necesario, el modelo 3D se traduce en un archivo de impresión 3D, normalmente de tipo STL.
3. El archivo de impresión 3D se prepara para la impresión, proceso que finaliza con la generación de un archivo de código G que incluye la trayectoria de la herramienta capa por capa con ajustes y preferencias específicos de la máquina.
4. El archivo de código G se ejecuta en la impresora 3D y se imprime el modelo.
5. Si es necesario, la pieza se termina (se limpia, se pule, se pinta, etc.).

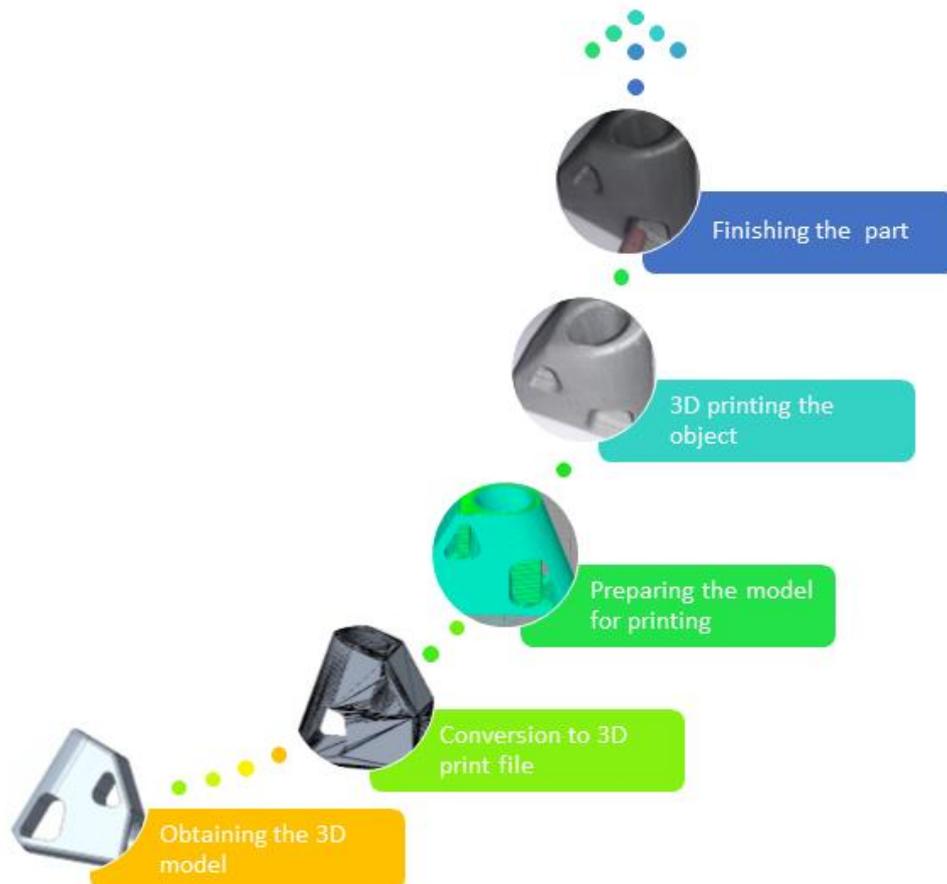


Figura 4 – Pasos Impresión 3D

Obtención del modelo 3D

La impresión 3D comienza con el modelo 3D del objeto que se va a imprimir. Éste puede obtenerse mediante el modelado por ordenador, a partir del escaneado 3D o puede descargarse de un repositorio de modelos 3D. La principal ventaja de crear el modelo mediante modelado 3D es la posibilidad de diseñar exactamente lo que se desea, a diferencia del escaneado 3D (sólo se pueden escanear objetos ya existentes) o de los repositorios.

Modelado 3D

Existen muchas herramientas de software de modelado 3D, desde programas industriales muy caros hasta programas gratuitos de código abierto. En la tabla siguiente se ofrecen algunos ejemplos. Una muy buena opción para los principiantes es empezar con TinkerCAD que es gratuito y no requiere instalación en el ordenador.

Tabla 1 – Herramientas de software de modelado 3D

Nombre	Enlace	Nivel	Gratuito/ De Pago
TinkerCAD	www.tinkercad.com/	Principiante	Gratuito
Blender	www.blender.org/	Intermedio	Gratuito
FreeCAD	www.freecadweb.org/	Intermedio	Gratuito
OpenSCAD	www.openscad.org/	Intermedio	Gratuito
Autodesk Fusion 360	www.autodesk.com/products/fusion-360	Industrial	Pago*
SolidWorks	www.3ds.com/	Industrial	Pago*
Creo	www.ptc.com/en/products/cad/creo	Industrial	Pago
SketchUp	https://www.sketchup.com/	Principiante	Gratuito /Pago

* Los estudiantes y profesores pueden solicitar una licencia gratuita de Fusion 360 por tres años.

Escaneo 3D

El escaneo 3D captura la forma de un objeto con la ayuda de un escáner 3D o de un smartphone que tenga instalada una aplicación adecuada. Una aplicación de este tipo para escanear en 3D crea modelos 3D a partir de fotos 2D tomadas con el teléfono desde diferentes ángulos mediante una técnica llamada fotogrametría. En la siguiente tabla se muestran algunos ejemplos de aplicaciones de escaneo 3D.

Tabla 2 - Aplicaciones de escaneo 3D

Nombre	Sistema Operativo	Gratuito/De Pago
Qlone	iOS/Android	Gratuito
Trnio	iOS	Pago
Scann3D	Android	Gratuito
Cappy	iOS	Gratuito
Heges	iOS	Gratuito
Sony 3D Creator	Android	Gratuito
Capture	iOS	Gratuito
Scandy Pro	iOS	Gratuito
display.land	iOS/Android	Gratuito

Repositorios de modelos 3D

La forma más sencilla de obtener un modelo 3D es descargándolo de uno de los muchos repositorios en línea disponibles (véase la tabla siguiente). Muchos de estos modelos son gratuitos y algunos repositorios ofrecen la posibilidad de personalizar algunos de los modelos.

Tabla 3 – Repositorios de modelos 3D

Nombre	Enlace	Gratuito/De Pago
Thingiverse	www.thingiverse.com	Gratuito
MyMiniFactory	www.myminifactory.com	Gratuito, De pago
YouMagine	www.youmagine.com	Gratuito
Cults	https://cults3d.com	Gratuito, De pago
STL Finder	www.stlfinder.com	Gratuito, De pago
Pinshape	https://pinshape.com/	Gratuito, De pago
SetkchFab	https://sketchfab.com/	Gratuito
CGTrader	www.cgtrader.com	Gratuito, De pago
Yeggi	www.yeggi.com	Gratuito, De pago

Conversión a archivo de impresión 3D

Dependiendo de cómo se haya obtenido, puede ser necesario convertir el modelo 3D en un formato de archivo de impresora 3D. Si se descargó de un repositorio de modelos 3D especializado en impresión 3D, el modelo debería estar ya disponible como archivo de impresora 3D. Los modelos 3D obtenidos por modelado o escaneado pueden exportarse directamente como archivos de impresora 3D desde el software que los creó. Si no, existen muchos programas de conversión capaces de convertir cualquier tipo de modelo digital 3D en un archivo de impresión 3D como, por ejemplo, www.meshconvert.com o www.nchsoftware.com/3dconverter.

Los formatos de archivo de impresora 3D más comunes son STL, OBJ, AMF y 3MF, pero STL es utilizado por la mayoría de los sistemas y software 3D. Para las aplicaciones FDM en la escuela, STL es el tipo de archivo de impresión 3D más práctico y recomendado.

Un archivo STL almacena información sobre el modelo 3D, describiendo sólo su geometría superficial sin ninguna representación de color, textura u otros atributos. Como se puede ver en la Figura 5, un archivo STL representa un modelo 3D como una malla que describe, de forma aproximada, su forma.

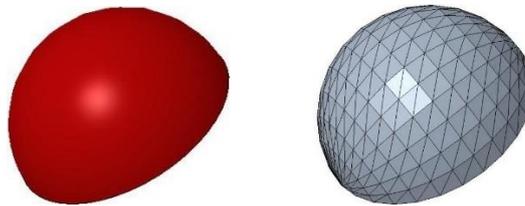


Figura 5 – Un modelo 3D y su representación STL

Preparación del modelo para la impresión 3D

El siguiente paso es preparar el modelo 3D para la impresora y generar el archivo de código G que lleva toda la información que necesita la impresora 3D para construir el objeto. Este proceso implica una serie de acciones:

- Comprobación del archivo de la impresora 3D y reparación del mismo, si es necesario
- Posicionamiento y orientación del modelo 3D en la cama de impresión
- Ajuste de los parámetros 3DP como el material, las temperaturas, la refrigeración, las velocidades, el grosor de las capas, etc.
- Adición de estructuras de soporte, si es necesario
- Rebanar, es decir, dividir el modelo en un conjunto de capas finas
- Generación del archivo de código G
- Guardar y enviar el archivo de código G a la impresora 3D

La preparación del modelo se realiza con un software de impresión 3D. Hay muchos programas de este tipo disponibles y la mayoría son gratuitos. Los más populares se indican en la siguiente tabla.

Tabla 4 - Software de impresión en 3D

Nombre	Enlace	Usuarios	Gratuito/De Pago
Ultimaker Cura	https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura	Principiante, Avanzado	Gratuito
Simplify3D	www.simplify3d.com	Principiante, Avanzado	De Pago
PrusaSlicer	www.prusa3d.com/prusaslicer	Principiante, Avanzado	Gratuito
Slic3r	https://slic3r.org	Avanzado, Profesional	Gratuito
OctoPrint	https://octoprint.org	Intermedio, Avanzado	Gratuito
AstroPrint	www.astroprint.com	Principiante, Avanzado	Freemium
3DPrinterOS	www.3dprinteros.com	Principiante, Avanzado	Freemium
Repetier	www.repetier.com	Intermedio, Avanzado	Gratuito

Impresión 3D del objeto

El archivo de código G se introduce en una impresora 3D que coloca capas sucesivas de material, capa sobre capa, para fabricar el objeto 3D deseado.

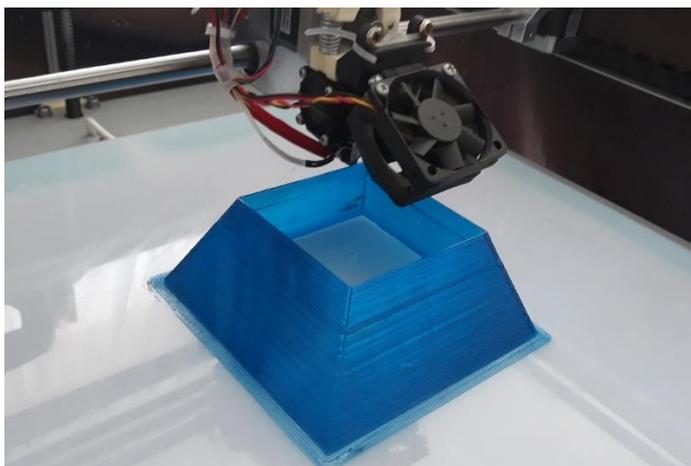


Figura 6 – Impresión 3D de un objeto

Acabado de la pieza

Los objetos impresos en 3D pueden requerir algunas operaciones adicionales tras la finalización de la impresión, con el fin de mejorarlos aún más. Estas operaciones pueden incluir:

- La retirada de las estructuras de soporte mediante herramientas como cuchillos o alicates.

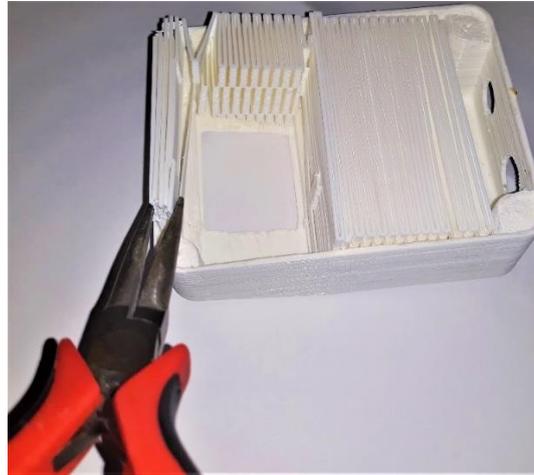


Figure 7 - Removal of the support structures

- Eliminación de los rebordes (la zona plana de una sola capa alrededor de la base de la pieza, utilizada para evitar el doblado - véase la imagen de abajo) con un alicate de corte o un cúter.
- Relleno de los huecos de la impresión con materiales como resina epoxi, masilla para carrocerías, ABS y compuesto de acetona.
- Pulido de la superficie de la pieza mediante lijado o esmerilado.



Figura 8 - Retirada de los bordes



Figura 9 – Acabado de la superficie

- Vapor o alisado químico para fundir las líneas de las capas y dar un aspecto brillante a los objetos impresos en 3D. La acetona se utiliza a menudo para los objetos impresos con PLA y ABS.



Figura 10 – Un objeto impreso en 3D, antes y después del alisado con vapor. Fuente: www.qeetech.com

- Pintura a pincel, aerógrafo o spray.



Figura 11 – Pintura de piezas FDM

- Revestimiento con epoxi, metal, etc.



Figura 12 – Pieza impresa en 3D bañada en oro. Fuente: <https://i.materialise.com/>

Aplicaciones de impresión 3D

El 3DP tiene muchas aplicaciones en diversos sectores, desde la educación hasta la industria, y en toda la cadena de valor, desde los prototipos hasta la gestión de piezas de recambio. La tecnología FDM es la preferida para el uso de aficionados y la educación, pero también se utiliza en algunos ámbitos profesionales.

En esta sección hablaremos sólo de algunas de las aplicaciones del 3DP, centrándonos en la tecnología FDM (Modelado por deposición fundida (FDM - fused deposition modeling) y la educación.

Educación

El 3DP se implementa cada vez más en los programas educativos llevados a cabo por escuelas, universidades, bibliotecas, instituciones de educación de adultos, instituciones de educación especial, makerspaces, etc. Las principales aplicaciones son:

1. **Enseñar a los educadores sobre la impresión 3D.** Esto es muy importante, ya que las actitudes y creencias de los profesores, así como sus conocimientos y habilidades, podrían ser obstáculos para la integración de la 3DP en el sistema educativo.
2. **Enseñar a los estudiantes sobre la impresión 3D y desarrollar sus habilidades 3DP.** Por lo general, los estudiantes aprenden sobre el proceso de diseño en 3D, el software de modelado en 3D y el funcionamiento básico del 3DP. Además, se anima a los estudiantes a participar en la resolución de problemas, a practicar sus habilidades de comunicación mientras trabajan en equipos de proyectos.



Figura 13 – Enseñando Impresión 3D

3. **Utilización de la tecnología 3D como apoyo a la enseñanza.** La impresión 3D ayuda a mejorar la comprensión de los estudiantes de diversos temas: estructura atómica, moléculas biológicas, geometría, propiedades de los materiales, etc.
4. **Utilizar la tecnología 3D para producir artefactos que ayuden al aprendizaje.** Los artefactos impresos en 3D se utilizan actualmente como apoyo a la enseñanza en anatomía, química, matemáticas, geociencias, física, zoología y muchas otras. Las réplicas y modelos impresos en 3D del patrimonio cultural permiten a los estudiantes examinarlos sin dañar los originales. Los modelos impresos en 3D en anatomía y química también son mucho más baratos que los modelos disponibles en el mercado.



Figura 14 – Artefactos impresos en 3D para la enseñanza de la anatomía

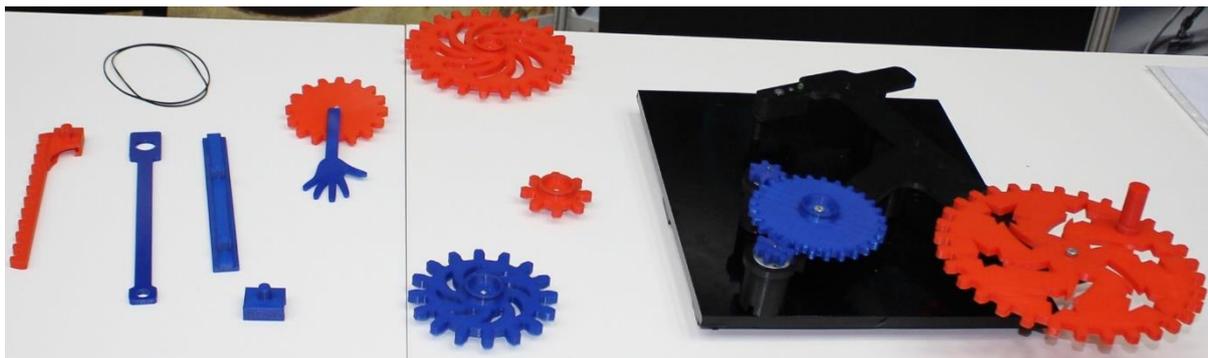


Figura 15 – Artefactos impresos en 3D para la enseñanza de la física

5. **Creación de tecnologías de asistencia.** La impresión 3D es muy útil para crear artefactos para estudiantes con necesidades especiales de aprendizaje, como artefactos táctiles que incluyen gráficos para ayudar a la enseñanza de la programación, matemáticas, alfabetización, los mapas de geociencia, los mapas astronómicos y los libros de texto de historia.

Cada vez son más las escuelas que incorporan la impresión 3D en sus programas educativos, ya que ayuda a preparar mejor a los estudiantes para el futuro. Es una gran herramienta para explicar conceptos abstractos con la ayuda de objetos tangibles, para aumentar la motivación de los alumnos por el estudio de las materias STEM y para potenciar su creatividad facilitando la creación de prototipos de sus ideas. La impresión 3D fomenta el desarrollo del pensamiento crítico y creativo de los estudiantes, así como su capacidad para resolver problemas de forma colaborativa.

Existen numerosos modelos educativos que los profesores pueden utilizar en sus clases. Por ejemplo, entre los más de 1,7 millones de modelos 3D subidos a Thingiverse hay muchos educativos. Además, hay más de cien lecciones gratuitas basadas en 3D en <https://www.thingiverse.com/education> para una variedad de niveles de grado y materias.

Prototipos y fabricación

La flexibilidad y versatilidad de la impresión 3D la hacen ideal para la fabricación a pequeña escala y la creación de prototipos. Además, al no requerir el coste inicial de moldes, plantillas u otras herramientas específicas de la fabricación tradicional, la impresión 3D es muy conveniente para la producción de prototipos, piezas únicas o pequeños lotes. Industrias como la de la automoción, la de los equipos médicos y la aeroespacial están utilizando ampliamente esta tecnología tanto para la creación de prototipos como para la producción de piezas funcionales.



Figura 16 – Prototipo creado mediante impresión 3D



Figura 17 – Partes hechas mediante impresión 3D

Medicina

La medicina es uno de los sectores que más se beneficia de la impresión 3D. Entre las aplicaciones, podemos contar prótesis, implantes a medida, piezas de ortodoncia, medicamentos personalizados u órganos bioimpresos. Los médicos utilizan modelos impresos en 3D de partes del cuerpo u órganos de los pacientes para planificar el tratamiento y visualizar, planificar y practicar las cirugías. Hoy en día, la tecnología 3D se utiliza de forma rutinaria en la producción de dispositivos médicos como prótesis de manos, articulaciones de cadera artificiales o coronas y puentes dentales.



Figura 18 – Impresión 3D empleada en medicina

Construcción y arquitectura

La impresión 3D ofrece enormes oportunidades creativas a los arquitectos y cambia por completo la forma de hacer modelos arquitectónicos. Los modelos impresos en 3D requieren mucho menos tiempo y mano de obra que los tradicionales, lo que permite realizar cambios e iteraciones a bajo coste.



Figura 19 – Modelo arquitectónico realizado mediante impresión 3D

La impresión 3D también se ha utilizado para la construcción de varios edificios y puentes. En estos casos, las impresoras 3D utilizan materiales como hormigón, cera, espuma y polímeros. Las principales ventajas están relacionadas con la complejidad del diseño, una construcción más rápida, menores costes de mano de obra y menos residuos.



Figura 20 – Impresión 3D de un edificio

Arte, joyas y moda

Gracias a su capacidad para crear formas y geometrías complejas, la impresión 3D permite una gran libertad creativa y es adoptada cada vez más por diseñadores, joyeros y artistas. Gracias a la tecnología 3D, es posible experimentar fácilmente con diversos diseños y producir piezas individuales, únicas y personalizadas de forma mucho más barata que con los métodos tradicionales. Materiales como el plástico, la cerámica, el oro o el platino pueden imprimirse en 3D para obtener objetos impresionantes.



Figura 21 – Pulsera impresa en 3D



Figura 22 – Moda con Impresión 3D. Fuente: Financial Review



Figura 23 – Joyas impresas con 3D. Fuente: sculpteo.com

Efectos de la impresión 3D en el mercado

La impresión 3D afecta a la estructura del mercado y tiene importantes repercusiones en diversos ámbitos, como el sector industrial, la sanidad, la educación, los servicios, etc. No sólo tiene efectos directos en los procesos de producción de las empresas, sino que también ha hecho posible una creciente comunidad de creadores que desarrollan y comparten modelos 3D, venden productos impresos en 3D y desarrollan y proporcionan sus propias impresoras 3D para uso doméstico.

Democratización de la tecnología

La impresión 3D se inventó en la década de 1980, pero era demasiado cara, con capacidades de producción muy limitadas y sólo las grandes empresas podían utilizarla. Desde entonces, se han hecho enormes progresos en cuanto a capacidades, complejidad y costes, y la tecnología 3D se está poniendo rápidamente al alcance de las masas y se está adoptando ampliamente en todos los sectores.

Hoy en día, la tecnología 3D, especialmente la FDM, es ampliamente asequible y tiene el potencial de democratizar la fabricación de ciertos bienes. En algunos casos, los propios consumidores pueden fabricar algunos objetos utilizando su propia impresora 3D o un servicio de impresión 3D como 3D Hubs, Shapeways, Sculpteo, etc.

Además, las pequeñas empresas y las start-ups pueden ahora poner sus productos en el mercado más rápido que nunca, sin tener que construir necesariamente una instalación de fabricación y reduciendo los riesgos a través de la producción de bajo volumen y el prototipo rápido barato.

Impulsar la innovación

La impresión 3D tiene la capacidad de alterar muchos sectores, abrir nuevas oportunidades de mercado y transformar las cadenas de suministro. La capacidad de crear prototipos de forma más rápida y barata permite a las empresas y a los particulares potenciar su creatividad e innovar, lo que permite introducir en el mercado nuevos productos y soluciones a un ritmo rápido. Algunos campos en los que la 3DP permite reducir los costes y obtener mejores resultados ya se han transformado: la forma de fabricar modelos dentales, coronas o alineadores, la producción de modelos anatómicos, arquitectónicos y educativos, el proceso de fabricación de joyas o el atrezzo cinematográfico.

Personalización en serie

Como la impresión 3D hace que la producción de muy bajo volumen sea económica, fomenta en gran medida la personalización en masa, un proceso de producción que proporciona a los clientes

productos personalizados a precios cercanos a la producción en masa. Además, crea oportunidades para la cocreación, un proceso de diseño en el que las aportaciones de los clientes y otras partes interesadas desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de un producto. Por ejemplo, una empresa llamada Local Motors desarrolló varios coches haciendo uso de la cocreación y la impresión 3D.



Figura 24 – Olli, una lanzadera eléctrica de creación propia. Fuente: <https://localmotors.com>

Al hacer posible la producción rápida y de bajo coste de objetos personalizados, la impresión en 3D ha revolucionado numerosos ámbitos, incluido el mercado de las prótesis.



Figura 25 – Prótesis de mano impresa en 3D. Fuente: <http://enablingthefuture.org/>

Efectos de la impresión 3D en el mercado de trabajo

La impresión 3D es también un potente motor de cambios en el empleo y está afectando al mercado laboral mundial de diversas maneras. Con frecuencia se anuncian nuevos puestos de

trabajo relacionados con la tecnología 3D, para ingenieros industriales y mecánicos, desarrolladores de software con conocimientos de 3D, ingenieros de software especializados en impresión 3D, diseñadores con conocimientos de 3D, técnicos de impresoras 3D, expertos en materiales 3DP, especialistas en post procesamiento, consultores 3DP, etc.

El número de nuevos puestos de trabajo creados gracias a la tecnología 3D crecerá en los próximos años, ya que se necesitarán personas que fabriquen, vendan, operen, mantengan y reparen los equipos de impresión 3D, y gestionen las cadenas de suministro, la producción y las empresas que se encargan de todo ello.

El software de modelado 3D, el software de simulación dedicado a la tecnología 3D y otras aplicaciones de software específicas también están creando nuevos puestos de trabajo para programadores, desarrolladores de software, especialistas en TI y C, etc. Además, gracias a la nueva ola de innovación que supone la impresión 3D, se crean categorías de empleo totalmente nuevas, como modeladores biológicos y científicos, expertos jurídicos con conocimientos de 3D, etc.

Algunos de los puestos de trabajo existentes se verán transformados por la tecnología 3D, lo que requerirá nuevas competencias y formas de trabajo diferentes. Por ejemplo, el diseño de piezas para ser fabricadas mediante 3D requiere conocimientos y habilidades específicas relacionadas con el proceso y los materiales de la impresión 3D.

Es innegable que desaparecerá un gran número de puestos de trabajo, especialmente del sector manufacturero. Como la impresión 3D simplifica el proceso de producción, se necesitará menos personal en las líneas de producción para las operaciones de mecanizado, soldadura y montaje. Además, muchos puestos de trabajo en los sectores de la joyería y la artesanía están en peligro dadas las potentes capacidades de la tecnología 3D.

La impresión 3D tiene la capacidad de fabricar productos de manera eficiente en los mercados locales, por lo que se espera que muchos puestos de trabajo de fabricación actualmente externalizados en China u otros países con salarios bajos vuelvan a Europa.

Ventajas de la impresión 3D para la Educación

La impresión 3D tiene el potencial de facilitar el aprendizaje, desarrollar habilidades, inspirar la creatividad, mejorar las actitudes hacia las materias y carreras STEM y aumentar el compromiso de los estudiantes. Al mismo tiempo, puede aumentar el interés y el compromiso de los profesores.

El aprendizaje con tecnología 3D también es muy emocionante porque los estudiantes pueden obtener la experiencia de primera mano de una materia, especialmente en las asignaturas STEM.

Mejorar la participación de los estudiantes

La tecnología 3D permite a los profesores ilustrar conceptos difíciles y aumentar el compromiso de los alumnos mediante el aprendizaje activo. Al aumentar el compromiso en el aula, se puede mejorar la participación de los alumnos y crear un entorno de aprendizaje satisfactorio para todos.

Los alumnos se sienten especialmente comprometidos cuando utilizan sus manos y crean algo que pueden ver, tocar, mostrar, explicar y cuando pueden utilizar los resultados físicos de sus esfuerzos. Todo esto es posible al implementar la impresión 3D en el aula.

Fomentar el aprendizaje activo

El aprendizaje activo pretende involucrar a los alumnos y animarles a interactuar con el proceso de aprendizaje, en lugar de asimilar la información de forma pasiva. La tecnología 3D fomenta las prácticas de aprendizaje activo al permitir a los alumnos investigar, explorar, diseñar o construir diversas cosas y experimentar los objetos mediante el tacto y la sensación. Cuando se involucran, los estudiantes pueden descubrir sus talentos y pueden desarrollar el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas. Además, la impresión 3D ayuda a los estudiantes a entender que está bien fracasar y a ver el fracaso como una oportunidad para persistir y mejorar.

El uso de objetos impresos en 3D en el proceso de aprendizaje ayuda a los estudiantes a captar la materia y retener la información.

Fomentar el pensamiento creativo

Con la impresión 3D, los alumnos pueden experimentar una idea mediante el método de ensayo y error, lo que les anima a ser innovadores y creativos. En consecuencia, es más probable que recuerden los hechos y las lecciones aprendidas. El aprendizaje se ve reforzado ya que, durante el proceso, prueban cosas nuevas, ponen a prueba teorías y piensan de forma más creativa.

Fomentar el interés de los estudiantes por la educación STEM

La tecnología 3D ofrece excepcionales oportunidades de aprendizaje en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, permitiendo a los estudiantes aprender más fácilmente conceptos complejos y proporcionando a los profesores nuevas herramientas.

Los alumnos suelen aburrirse o frustrarse con las clases de STEM que se imparten a partir de los libros de texto y no comprenden la relación entre estas materias y las aplicaciones en el mundo real. La impresión 3D da a los estudiantes la oportunidad de experimentar las asignaturas STEM de una forma atractiva, emocionante y práctica y de ver las conexiones entre éstas y la vida real. La impresión 3D puede inspirar la curiosidad por las asignaturas STEM y animarles a experimentar y explorar una carrera en ciencia o ingeniería.

Proporcionar oportunidades para practicar diferentes estilos de aprendizaje

La metodología 3D facilita la aplicación de conceptos como "aprender haciendo", "aprendizaje experimental y fracaso" y "disfrutar mientras se aprende". Fomenta la experimentación creativa, permite la innovación de productos y el espíritu empresarial, apoya la integración de conocimientos técnicos de otros cursos y facilita los enfoques multi e interdisciplinarios.

La impresión 3D no es sólo una forma de que los estudiantes experimenten, sino que podría inspirar a la próxima generación de ingenieros, arquitectos o diseñadores. También puede ayudar a los estudiantes que pueden tener dificultades para aprender las teorías y los temas tradicionales de un libro de texto, pero que son mucho más capaces y tienen más éxito cuando trabajan con objetos físicos.

Las impresoras 3D son capaces de tender un puente entre los sectores científico y artístico, mejorando el aprendizaje y la productividad de los estudiantes.

La tecnología 3D abre nuevas posibilidades de aprendizaje que permiten a los estudiantes ver cómo cobran vida sus ideas e interactuar con los objetos que han creado de una forma que antes no era posible. Además, los profesores y alumnos pueden duplicar objetos de museo como fósiles y artefactos históricos para estudiarlos en el aula, diseñar y hacer modelos 3D que ayuden a comprender mejores nociones de matemáticas, química, biología, geografía, etc.

Como la impresión 3D va a formar parte del futuro, tanto profesional como personal, es muy importante introducirla en la educación escolar.

Tendencias de la impresión 3D

La impresión 3D es una industria muy dinámica que evoluciona rápidamente en muchos ámbitos diferentes: equipos, software, materiales, aplicaciones, legislación, puestos de trabajo, etc. Afectará significativamente al futuro de las personas y las empresas. Por lo tanto, hay muchas tendencias probables de la tecnología 3D y posibles direcciones de expansión. En esta sección, hablaremos sólo de algunas de ellas que son relevantes para nuestro grupo objetivo: directores, profesores y estudiantes de secundaria.

Una primera tendencia es la reducción continua de los costes de las impresoras 3D y de los materiales 3D, combinada con una mejora de las capacidades ofrecidas, lo que hace que la impresión 3D sea cada vez más accesible. Además, gracias a las mejoras en el software y el hardware, las impresoras 3D y el proceso 3D serán más sencillos de manejar, los modelos 3D más fáciles de obtener (modelado 3D y escaneado 3D más sencillos) y la calidad de las piezas finales mejorará considerablemente. Todo ello contribuirá a la difusión de la impresión 3D en los hogares, las escuelas y las empresas, con grandes efectos en la economía y la sociedad.

La impresión 3D promueve la democratización de la fabricación y cada vez más personas podrán fabricar diversos productos, creando nuevas oportunidades para la innovación y el emprendimiento. Los artistas, artesanos y diseñadores utilizarán cada vez más la 3DP para crear obras de arte, artículos de moda y piezas únicas. Los fabricantes podrán construir cada vez más cosas a medida que las capacidades de la tecnología 3D se vayan ampliando.

En los próximos años se espera un crecimiento significativo del mercado mundial de la tecnología 3D. La impresión 3D se adoptará cada vez más en diferentes industrias, su expansión conducirá a un aumento de las ventas de productos y servicios 3D, así como a un aumento del número de nuevos puestos de trabajo disponibles para personas con habilidades y conocimientos relevantes relacionados con la impresión 3D. Por lo tanto, los estudiantes formados en el campo de la impresión 3D tendrán una gran ventaja competitiva en el mercado laboral.

En los próximos años, la impresión 3D se convertirá, en muchos casos, en una alternativa a las tecnologías de fabricación actuales. Aunque hoy en día la tecnología 3D se utiliza principalmente para la fabricación de prototipos y pequeños lotes, se espera que en los próximos años se generalice su uso en todo tipo de fabricación.

Las tecnologías 3D seguirán evolucionando a gran velocidad, lo que permitirá obtener piezas más resistentes, más grandes y de mejor calidad, mayor velocidad de impresión, menores costes, mayor variedad de materiales y nuevas aplicaciones. Se espera que se desarrollen nuevos materiales, además de un mayor uso de materiales como metales, cerámica, materiales biológicos, alimentos, etc. También se espera que la impresión 3D multimaterial se haga realidad.



Figura 26 – Concepto para una gran impresora 3D. Fuente: modix3d.com

La impresión 3D hace posible la producción de bienes cuando y donde se necesiten. Por ejemplo, los distintos componentes y piezas de recambio pueden almacenarse como archivos digitales que pueden imprimirse en 3D bajo demanda, reduciendo el inventario físico y el relativo espacio de almacenamiento, los costes y los riesgos. Además, es probable que, en el futuro, en lugar de grandes fábricas centralizadas, haya pequeñas tiendas locales de 3D. Esto eliminará la necesidad de transportar los productos fabricados, ahorrando el combustible, el tiempo y la mano de obra y reduciendo la contaminación.

Con la tecnología 3D, se podrán fabricar diversos productos y piezas no sólo en todos los rincones de la Tierra, sino incluso fuera de ella. Ya hay una impresora 3D en la Estación Espacial Internacional y existen ideas para construir bases en la Luna, Marte o más allá utilizando impresoras 3D y materiales locales. La Agencia Espacial Europea (ESA) está estudiando la viabilidad de la impresión 3D con suelo lunar, mientras que la NASA organizó el "Desafío del Hábitat Impreso en 3D", un concurso para crear refugios adecuados utilizando recursos disponibles in situ en la Luna, Marte u otros lugares similares.



Figura 27 – Una impresora 3D en la Estación Espacial Internacional. Fuente: <https://madeinspace.us>



Figura 28 - Concepto de construcción impresa en 3D en Marte. Fuente: NASA

Sin embargo, para evitar que la adopción de la tecnología 3D se vea obstaculizada, todos estos avances técnicos deben ir acompañados de la educación y el desarrollo de habilidades. Esto puede hacerse mediante una implantación a gran escala de la tecnología 3D en la educación, que sea posible gracias a la formación de los profesores y a los equipos, materiales y programas adecuados.

Conclusiones

La tecnología 3D ha empezado a influir en muchos aspectos de la vida económica y social, y su impacto va a ser aún mayor en el futuro en términos de aplicaciones, puestos de trabajo, alteración de las industrias, espíritu empresarial, etc. Por lo tanto, se necesitarán habilidades y conocimientos adecuados relacionados con la tecnología 3D para beneficiarse de las oportunidades resultantes y adaptarse a los cambios. El sector educativo puede apoyar tanto el desarrollo del mercado de la impresión 3D como la familiarización de las personas con la tecnología mediante la implantación de la impresión 3D en la escuela, preparando así a los estudiantes para el futuro. Uno de los requisitos para que esto sea posible es contar con profesores con la formación adecuada.



Figura 29 – Profesores y Impresión 3D

Aspectos técnicos del uso de la impresión 3D

Introducción

Elegir la impresora 3D adecuada puede ser todo un reto. Especialmente cuando se trata de comprar una impresora para la escuela. Entonces hay que prestar atención tanto a la seguridad como a las posibilidades que ofrece la impresora y, por otro lado, hay que tener en cuenta las posibilidades económicas del colegio y los costes de uso de la impresora. Por lo tanto, el siguiente texto le permitirá conocer algunas de las especificaciones y características de las impresoras a las que es conveniente prestar atención para realizar una compra informada y asegurarse de que la impresora será útil en el proceso educativo.

El siguiente texto te proporcionará conocimientos sobre los componentes básicos de los que consta una impresora 3D, y te mostrará el software de modelado 3D y el software para el corte de tu modelo a un formato que pueda imprimirse. Este capítulo también te ofrecerá una visión general de los pasos que debes seguir para preparar tu primer modelo e imprimirlo.

El texto también presenta ejemplos de impresoras, sus especificaciones y presenta los bolígrafos 3D, que pueden ser una alternativa interesante y el primer paso en el proceso de enseñar a los estudiantes la impresión 3D. El texto termina con una breve instrucción sobre cómo ser conscientes de los peligros de la impresión 3D, especialmente en la escuela.

Al final encontrarás direcciones útiles que te ayudarán en tu trabajo.

Principales componentes de la impresora 3D

El primer paso para entender cómo funciona una impresora 3D es explorar sus principales componentes. En este capítulo se presentarán varias partes importantes de la impresora, que debes conocer.

Placa de Control.

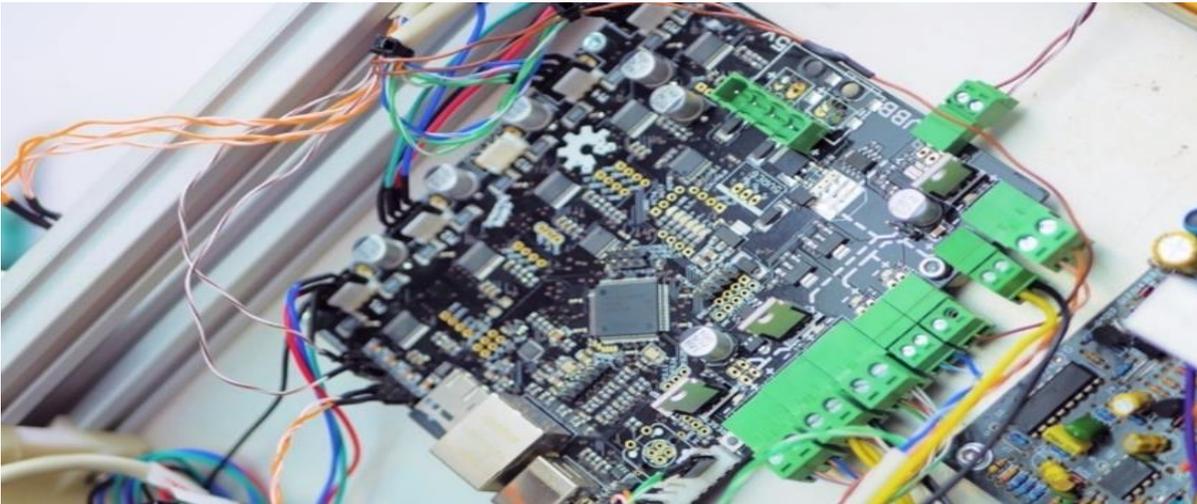


Figura 30 – Placa de Control. Fuente: <https://all3dp.com/2/5-fantastic-3d-printer-controller-boards/>

La placa de control (a veces llamada placa madre o placa base) es la parte principal de la impresora 3D. Esta sección se encarga de gestionar la impresora y de leer el código G*. Afecta a la calidad de la impresora 3D. Por eso se le suele llamar el "cerebro" de la impresora¹.

* El código G no es más que un conjunto de comandos simples, y son una especie de conjunto de instrucciones para la impresora.

Marco

El bastidor es la base de todas las demás partes de la impresora 3D. Uno de sus principales objetivos es garantizar la estabilidad para que el proceso de impresión se desarrolle en las mejores condiciones posibles. Por supuesto, es bueno centrarse en la durabilidad del marco a la hora de comprarlo. Básicamente, ahora se pueden encontrar marcos de metal o de acrílico. Debido a las características del metal, será una buena elección, especialmente teniendo en cuenta el hecho de que las impresoras 3D en el rango de precios bajos ya están disponibles cada vez más a menudo con marcos de metal. Otra cosa a la que vale la pena prestar atención es el tipo de marco que vamos a elegir. Hay construcciones abiertas y cerradas (también se pueden encontrar marcos semicerrados, pero esto es bastante raro)². El marco cerrado será una mejor opción (prácticamente necesaria) cuando se trabaja con material ABS porque tal construcción permite mantener la alta temperatura (que no es posible en la construcción abierta) requerida por este tipo de filamento.

¹ <https://pick3dprinter.com/3d-printer-parts/#motherboard-or-controller-board>

² <https://pick3dprinter.com/3d-printer-parts/#frame>

Materiales de Impresión



Figura 31 - Filamentos. Fuente: <https://www.allthat3d.com/3d.com/3d>

PSU (power supply unit - Fuente de alimentación)

PSU (power supply unit – Fuente de alimentación) La fuente de alimentación (PSU) suele estar ya integrada en el chasis de la impresora. También puede ser un producto independiente. Su finalidad es suministrar energía a la impresora 3D. Asegúrate de que la fuente de alimentación es compatible con tu impresora. Cuando pidas una impresora de otro país (por ejemplo, China), asegúrate también de que la fuente de alimentación es compatible con el voltaje utilizado en el país donde vives³.

Extrusor / Cabezal de impresión

El extrusor es un dispositivo cuya finalidad es extruir el filamento. Consta de varias partes importantes, que se presentan en la siguiente figura.

³ <https://3dinsider.com/3d-printer-parts/>

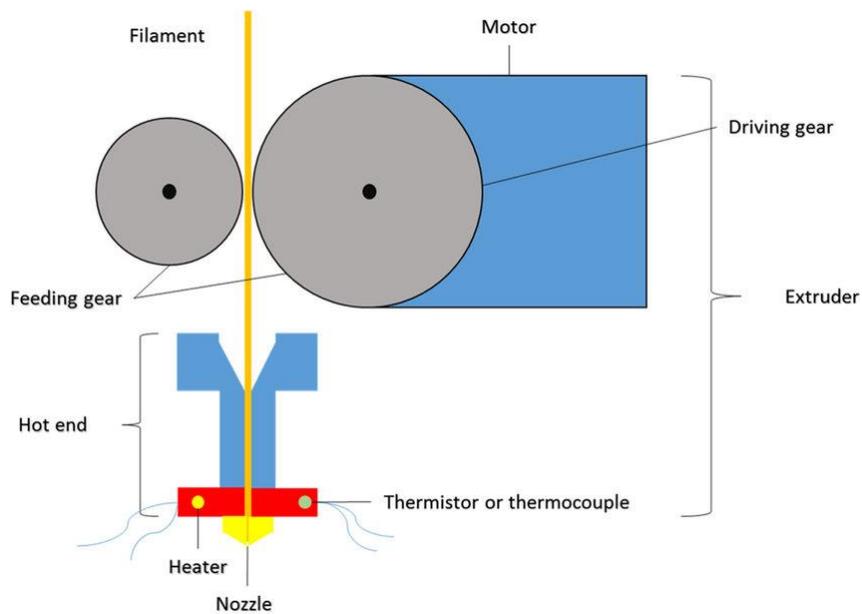


Figura 32 - Extrusor. Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-picture-of-3D-printer-extruder_fig4_311883713

Lo más importante que debes saber es que la extrusora se divide básicamente en dos partes: la parte caliente y la parte fría.

La parte fría consiste en un motor y un engranaje de alimentación, y su propósito es simplemente mover el filamento hacia la boquilla. La parte caliente está formada por el calentador, la boquilla y el termistor del termopar. En esta parte, el pilar se calienta y es extruido por la boquilla a la temperatura adecuada. Es conveniente saber que hay muchas posibilidades diferentes en lo que respecta a la boquilla. Se pueden encontrar boquillas de diferentes tamaños: más grandes (>0,4 mm) y más pequeñas (0,4 mm). Es posible observar que están hechas de diferentes materiales y diseñadas para diferentes filamentos⁴.

Cama de impresión 3D

⁴ <https://all3dp.com/2/3d-printer-nozzle-size-material-what-to-know-which-to-buy/>

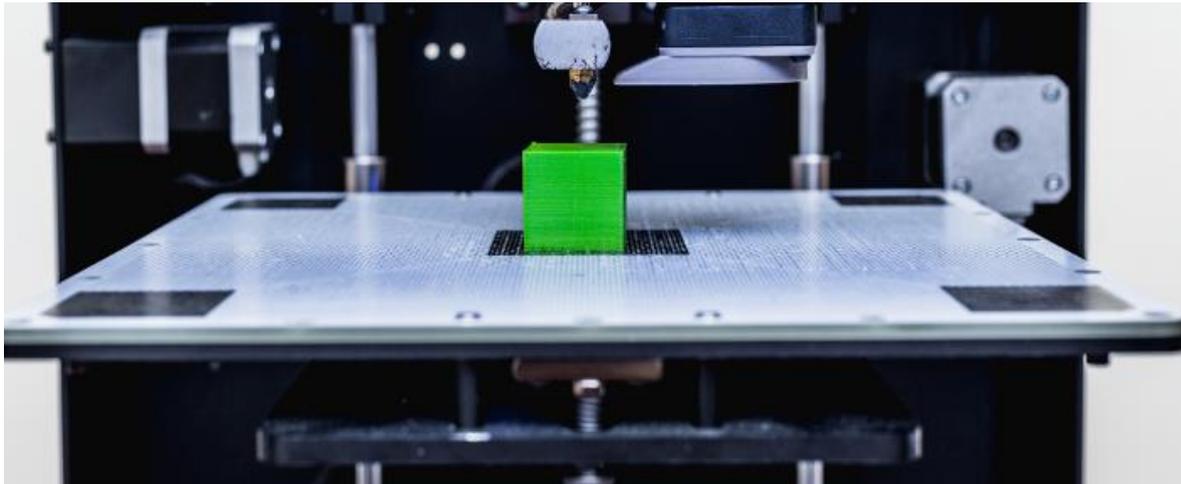


Figura 33 – Cama de impresión 3D. Fuente: <https://www.sculpteo.com/en/glossary/printer-bed-definition/>

En pocas palabras, aquí es donde se crea el producto final. Algunas impresoras utilizan un lecho de impresión calentado y otras no. Básicamente, cuando se utiliza el material PLA no es necesario utilizar una cama de impresión calefactada. Es diferente con el ABS y otros filamentos más avanzados, donde sí es necesario. La cama de impresión en sí está hecha de diferentes materiales (por ejemplo, vidrio/aluminio). Cabe destacar si se calibran automáticamente para la impresión o si el usuario debe hacerlo manualmente⁵.

⁵ <https://www.sculpteo.com/en/glossary/printer-bed-definition/>

Elección de una impresora 3D

Para poder elegir la impresora adecuada para el centro educativo, primero se debe entender qué significan las especificaciones individuales que aparecen en la descripción del producto. Además, es necesario tener una visión de cómo van a trabajar los alumnos en el aula para poder satisfacer mejor sus expectativas. Más adelante en el texto encontraremos ejemplos de impresoras y sus especificaciones.

A la hora de comprar una impresora para la escuela, hay que considerar que se trata de un equipo amateur y no muy profesional. Al fin y al cabo, la impresora está diseñada para enseñar los fundamentos de la impresión 3D y transmitir las ideas y los conocimientos necesarios para entender el proceso de impresión. No es posible convertirse en un experto en unas pocas clases en la escuela y tener la necesidad de utilizar un equipo muy profesional.

Así que veamos algunas opciones y sus especificaciones:

Bolígrafo de impresión 3D

Descripción: El primer producto no es tanto una impresora como un bolígrafo, que nos permitirá crear cosas en 3D. Su principal ventaja es el precio. El bolígrafo es barato, pero está hecho de tal manera que los alumnos pueden entender cómo funciona la impresión 3D. En el bolígrafo hay un filamento especial (la mayoría de las veces será ABS, que es acrilonitrilo butadieno estireno). Se calienta y "sale" a través del bolígrafo en forma de líquido, que se congela casi instantáneamente en el aire.



Figura 34 – Ejemplo de bolígrafo 3D. Fuente: <https://3dprint.com/119065/colido-3d-printing-pen/>

¿Cómo se utiliza en clase?

El bolígrafo se puede utilizar mientras aprenden los más pequeños porque es completamente seguro. Gracias a él, entenderán cómo funciona la impresión 3D y podrán practicar sus habilidades artísticas. Como los resultados de trabajar con él son visibles inmediatamente y no hay que esperar a que se produzcan, puede ser muy eficaz. Los filamentos son relativamente baratos y de fácil acceso. Además, se pueden comprar plantillas adicionales que permiten crear proyectos interesantes. Lo interesante es que algunas empresas, como **3Doodler**, ofrecen planes de estudio y paquetes de aprendizaje listos, que las escuelas pueden utilizar.

Ejemplos de productos:

- **3Doodler**

Tienda: <https://intl.the3doodler.com/pages/pricing>

- **3Dsimo MultiPro**

Tienda: <https://3dsimo.com/multipro>

Impresoras 3D para escuelas

Descripción: Entre las impresoras 3D que se pueden utilizar para fines amateurs o para enseñar a imprimir en 3D, lo mejor es utilizar modelos que sean relativamente baratos, ya que no nos debe importar la alta calidad de la impresión, sino más bien enseñar el funcionamiento de esta tecnología.

Cuando se trata de productos para principiantes, merece la pena centrarse en algunos de sus elementos, como el **bastidor** – *asegurarse de que la estructura es fuerte y lo más rígida posible* – o el **filamento** – *asegurarse de que el filamento se puede montar rápida y fácilmente en el mango*.

¿Cómo utilizarlo en clase?

El uso de la impresión 3D en el aula puede hacerse a muchos niveles. Desde el aprendizaje del proceso teórico de impresión hasta la creación e impresión de modelos.

Cuando se trata de imprimir modelos, generalmente se pueden tomar de cinco lugares:

- Hazlo tú mismo;
- Descarga modelos gratuitos de Internet;
- Comprar un proyecto en Internet;
- Hacer que alguien nos prepare un proyecto;

- Utilizar el escáner 3D en el objeto ⁶.

Algunos ejemplos de páginas con proyectos gratuitos y de pago:

- <https://www.thingiverse.com/>
- <https://www.myminifactory.com/store>
- <https://www.instructables.com/>
- <https://www.prusaprinters.org/>
- <https://cults3d.com/en>

Como se puede ver, hay muchos modelos disponibles para descargar de forma gratuita. Por supuesto, suelen ser diseños muy sencillos, pero son estupendos para presentar una impresión en clase.

Software de modelado 3D

Si quieres crear tu propio modelo 3D necesitarás utilizar un software de modelado gratuito. Aquí tienes algunos programas que puedes utilizar para ello. Dispones de opciones gratuitas y de pago. Dependiendo de sus habilidades también puedes utilizar herramientas más o menos profesionales. El requisito previo para este programa es que debes guardar el modelo terminado en formato STL.

Formato STL: es un formato creado para la fabricación aditiva por 3D Systems. Es un producto final del modelado CAD (normalmente). Codifica la geometría de un objeto 3D⁷.

1. FreeCAD

Es un programa de código abierto y es totalmente gratuito.

Para utilizarlo es necesario conocer los requisitos de la versión actual del programa. Actualmente se puede descargar para Windows (mínimo Win 7); Mac (mínimo Mac OS X 10.11 El Capitan) y Linux . Simplemente tienes que descargarlo e instalarlo y podrás empezar a crear tus modelos.

Precio: Gratuito

Formatos de archivo: STEP, IGES, OBJ, STL, DXF, SVG, DAE

⁶ <https://3dprintingcenter.net/2020/01/11/5-things-that-need-to-be-considered-when-buying-a-3d-printer/>

⁷ <https://all3dp.com/what-is-stl-file-format-extension-3d-printing/>

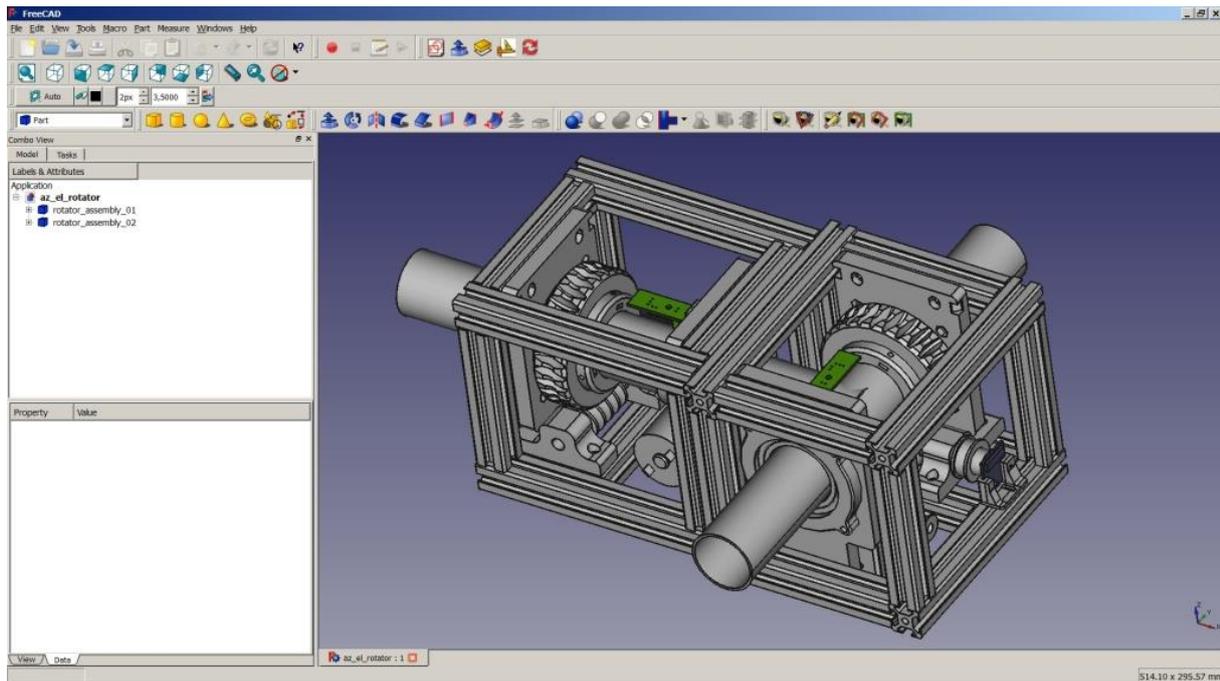


Figura 35 - FreeCAD. Fuente: https://wiki.freecadweb.org/Release_notes_0.16

2. SketchUp

SketchUp es otro programa que ofrece la posibilidad de crear modelos 3D. Se puede utilizar de forma gratuita, pero en este caso es limitado. Hay diferentes planes y precios dependiendo del tipo de cliente que seas. Puede ser iniciado por un navegador.

- Para lo personal;
- Para profesionales;
- Educación Superior;
- Primaria y Secundaria.

Si eliges la opción gratuita, lo único que tienes que hacer es registrarte en la plataforma.

Precio: La opción gratuita está disponible pero es limitada.

Formatos de archivo: SKP, STL, PNG

3. TinkerCAD

TinkerCAD es interesante porque puedes diseñar en un navegador, por lo que no necesitas instalar nada. Es una herramienta muy fácil y sencilla, por lo que es buena para que aprendan los principiantes. Todo lo que necesitas hacer es crear una cuenta en la plataforma y listo. Por lo tanto, puedes utilizarla para imprimir en 3D.

Puedes usar lecciones 3D ya hechas para aprender a diseñar diferentes modelos.

Precio: Gratuito

Formatos de archivo: OBJ, SVG, STL, PART

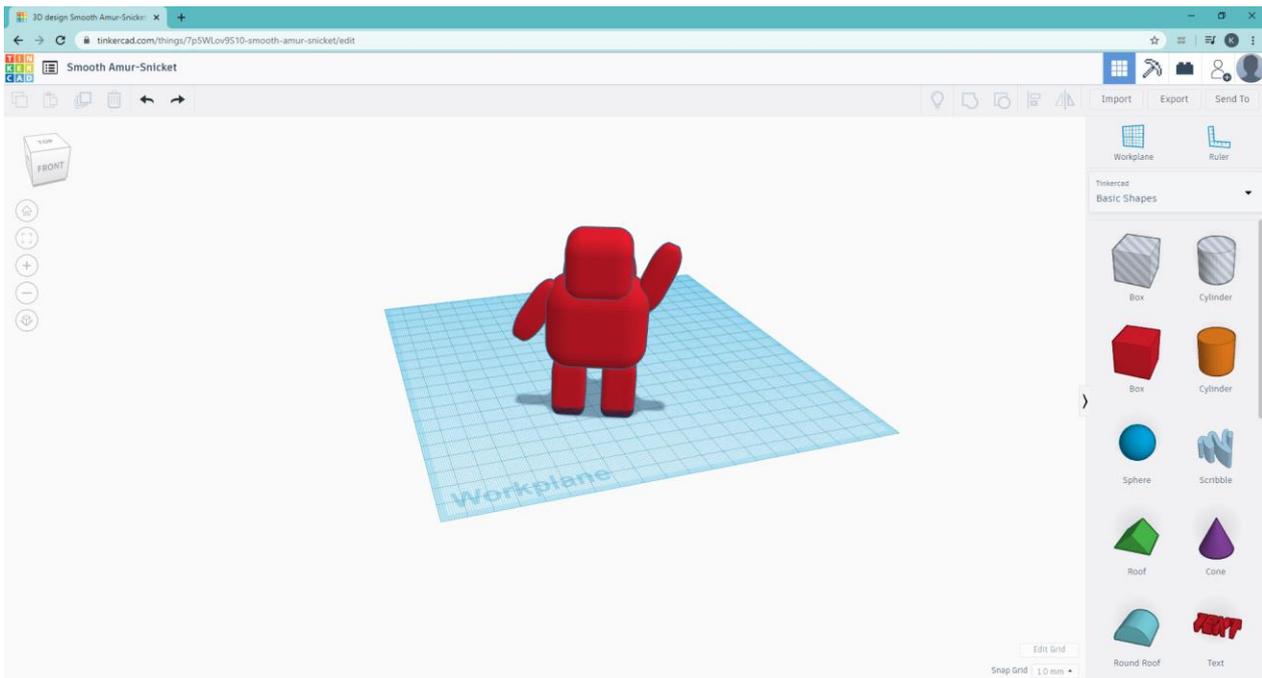


Figura 36 – TinkercAD

Hay muchos más programas/plataformas para crear este tipo de modelos. La elección debería depender normalmente de tu experiencia y de la complejidad de los modelos que quieras crear. Para los principiantes, la mejor opción es probablemente TinkercAD.

Software de corte en 3D

Una vez que tengas tu modelo listo, lo siguiente que tienes que hacer es convertirlo a través de un cortador de impresión 3D. Puedes encontrar muchos proveedores de software gratuito de este tipo de servicios.

El objetivo de este software es convertir el modelo preparado en formato STL (la mayoría de las veces será STL pero pueden ser otros formatos como AMF u OBJ) a comandos de impresora (G-code), lo siguiente es transferir el código-G⁸, (por ejemplo vía USB) a la impresora e imprimir el modelo en sí.

El software Slice tiene la función de dividir el modelo en capas, pero también se encarga, por ejemplo, de crear estructuras de soporte. Los soportes son necesarios si la forma del objeto impreso lo requiere. Proporcionan estabilidad durante el proceso de impresión y evitan que el filamento se derrame. No tienes que colocar los soportes durante el proceso de modelado en tu software, el slicer lo hará por ti para indicarte dónde serán necesarios. Por supuesto, después de imprimir los soportes tienes que deshacerte de ellos.

⁸ Evans, Brian. Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing. apress. ISBN 978-1-4302-4393-9.

Además, Slicer te permitirá gestionar diversas variables que afectan a la calidad del producto final. Entre ellas se encuentran: la altura de la capa, el grosor de la pared, la densidad de llenado y la velocidad de impresión. Después de establecer estos criterios, el proceso de corte es automático. El resultado del corte es el código-G.

Hay un gran número de cortadoras en el mercado. Algunos ejemplos son:

Cura



Figura 8 – Cura. Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_(software))

Cura es un software gratuito y está diseñado para todo tipo de usuarios, desde principiantes hasta avanzados. Es sin duda uno de los cortadores más populares. Cura soporta formatos como: STL, 3MF y OBJ. Una solución interesante que ofrece Cura es, por ejemplo, la posibilidad de ver el tiempo de impresión o ver una estimación de cuánto material se utilizará⁹.

SLic3r



Figura 37 – SLic3r. Fuente: <https://amtech3d.com/software/slic3r-logo-with-text/>

⁹ <https://all3dp.com/1/best-3d-slicer-software-3d-printer/>

Slic3r es otro software gratuito muy popular dedicado a cortar modelos 3D. Slic3r se caracteriza por una multitud de ajustes y opciones. Muchos de los ajustes que hoy consideramos estándar tienen su origen en este software en particular¹⁰.

Otras características de este software son que es muy rápido y fácil de usar. Es compatible con los formatos STL, AMF y OBJ. En el caso de Slic3r no se muestra el tiempo de impresión y no se puede ver ninguna estimación de la cantidad de material (como ocurría en Cura).

Netfabb Standard



Figura 38 – Netfabb. Fuente: <https://cimquest-inc.com/netfabb/>

Esta es otra solución (slicer) que prepara los modelos para la impresión 3D. Es muy complejo pero es de pago. Cuesta 30 dólares al mes (también puedes elegir un contrato más largo, por ejemplo, un contrato anual y entonces el precio mensual bajará). Netfabb ofrece algunos otros productos como Netfabb premium / ultimate. Este software es propiedad de Autodesk (adquirido en 2015)¹¹. Este software permite, por supuesto, gestionar un archivo STL, por ejemplo, analizándolo y editándolo y arrojándolo. Se trata de una herramienta avanzada, por lo que es más bien para usuarios profesionales.

Sin embargo, independientemente del software que decidas utilizar para el corte, lo que importa es el resultado final, que es el producto final.

Resumamos los conocimientos que ya tenemos y sigamos todo el proceso de impresión.

¹⁰ Ibidem.

¹¹ <https://www.autodesk.com/products/netfabb/overview?plc=NETFS&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>

Pasos para imprimir el modelo 3D.

Paso 1. Pensar en lo que queremos crear. También debemos recordar los límites de la tecnología de impresión 3D y de nuestra impresora (por ejemplo, el área de construcción de tamaños específicos, etc.).

Paso 2. Preparar un modelo en el programa para crear modelos 3D como el FreeCAD, SketchUp, TinkerCAD o cualquier otro modelo que te guste y al que tengas acceso. Lo ideal es que el resultado final del modelado sea un archivo .stl / .obj.

Paso 3. Utiliza una aplicación de corte como Cure, que convierte tu modelo en código G, que puede ser "leído" por una impresora 3D. Aquí puedes configurar un gran número de variables que afectan al producto final (por ejemplo, la temperatura/velocidad de impresión).

Paso 4. Impresión y recepción del producto final.

Paso 5. Después de la impresión, puedes encontrar que el producto no es perfecto. Entonces tendrás que encontrar un punto sensible y corregir los ajustes. Así que aquí hay dos caminos. El primero es comprobar si hay errores y corregirlos, y el segundo es que obtengas el producto final (el diseño que querías) y puedas imprimirlo una y otra vez, sabiendo que siempre tendrá la misma calidad.

Especificaciones técnicas de algunas impresoras 3D populares

Mini impresora 3D Monoprice MP Select V2



Figura 39 - Monoprice MP. Fuente: https://www.monoprice.com/product?p_id=21711

Esta impresora cuesta unos 200 euros. Es relativamente barata, y su fabricante asegura que es la mejor en su categoría de precio. La impresora tiene una placa de construcción térmica y permite trabajar con diferentes filamentos. Puedes conectarte a ella también a través de WI-FI. El fabricante también asegura que la impresora ya está calibrada y lista para usar, por lo que no es necesario montarla, etc. Esto sin duda te permitirá ahorrar tiempo.

La impresora es compatible con los sistemas operativos Windows y Mac, tiene una ranura para tarjetas microSD y una entrada USB.

El fabricante también asegura que es compatible con Cura, Repetier y muchos otros. Además de la impresora, se incluyen otros accesorios como el cable micro USB, la tarjeta microSD, el rascador y muchos más. El equipo de soporte ayuda antes y después de la compra proporcionando soporte técnico y también permitiendo devolver el producto¹².

Técnica: FDM

Área de construcción: 120x120x120mm

Diámetro de la boquilla: 0,4 mm

Material del filamento: PLA / PLA+

¹² https://www.monoprice.com/product?p_id=21711

Creality Ender 3 Pro



Figura 40 - Creality Ender 3 Pro. Source: https://pl.gearbest.com/3d-printers-3d-printer-kits/pp_009869130016.html

Otra impresora presentada es la Creality Ender-3 Pro. Su coste es de unos 300 euros. Tiene un espacio de construcción mayor que la impresora anterior y más posibilidades en cuanto al tipo de filamento que podemos utilizar. Hay que plegar la impresora, aunque ya está parcialmente plegada, por lo que no debería llevar mucho tiempo. El productor se encarga de que el calentamiento dure sólo 5 minutos y se puede reanudar la impresión después de apagarla (automáticamente). El fabricante también incluye varios accesorios en el set¹³.

Técnica: FDM

Área de construcción: 220x220x250

Diámetro de la boquilla: 0,4 mm

Material del filamento: PLA, ABS, Wood, TPU, Gradient colour, carbon, fibre, etc¹⁴.

Recomendaciones sobre las impresoras 3D para aplicaciones escolares

¿Qué pasos hay que dar antes de comprar una impresora 3D?

¹³ <https://botland.com.pl/pl/drukarki-3d-creality/13447-drukarka-3d-creality-ender-3-pro.html>

¹⁴ <https://www.drukarki3d.seb-comp.pl/drukarki-3d/273-creality-ender-3-pro.html>

1. Especificar el presupuesto

El primer paso para elegir una impresora debe ser determinar el presupuesto. Esto permitirá definir más o menos en qué segmento de la impresora hay que centrarse. Podemos encontrar impresoras por una docena de euros y las que cuestan varios miles de euros (para uso industrial). El precio será uno de los principales criterios para muchas escuelas.

2. Atención al cliente

Antes de comprar una impresora, conviene comprobar si la empresa que vende el producto dispone de asistencia técnica para los clientes, cómo es la política de devoluciones y si, por ejemplo, se puede acceder fácilmente a las piezas de recambio. Esto puede ser muy importante, ya que no es difícil dañar la impresión en clase. Otra cuestión es que la asistencia técnica puede ser útil ya en la fase de montaje e instalación del software. Especialmente si los profesores no han tenido la oportunidad de utilizar la impresión 3D antes y no tienen conocimientos sobre electrónica y automatización.

3. Seguridad

Dado que la impresora se utilizará para el aprendizaje en el aula y será utilizada por muchas personas, su funcionamiento debe ser seguro. Consulta el capítulo 4 para saber más sobre la seguridad y lo que hay que tener en cuenta al trabajar con el equipo.

4. Tamaño del área de construcción

Esto nos indicará el tamaño de los objetos que podemos imprimir. Sin embargo, hay que tener en cuenta que no se necesita una gran superficie de construcción para aprender a imprimir en 3D de cualquier manera. Las impresiones grandes generan mucho tiempo (incluso algunos días) y su coste (electricidad, materiales) es también muy elevado. Además, con las impresiones grandes se corre el riesgo de que una persona inexperta dañe el modelo¹⁵.

5. Tecnología de impresión

El capítulo anterior, *Introducción al 3DP*, presenta diferentes tecnologías de impresión, revísalo y piensa en tu elección. La opción más barata será probablemente la tecnología FDM.

6. Producto listo para usar o que requiere montaje

Al comprar una impresora de un rango de precios más bajo, a menudo nos encontramos con el hecho de que tendremos que montarla nosotros mismos. Además del montaje, también hay que afinar sus ajustes, lo que puede llevar mucho tiempo. Por lo tanto, vale la pena prestar atención a la forma en la que nos llegará la impresora 3D¹⁶.

¹⁵ <https://www.tomsguide.com/us/3d-printer-buyers-guide,news-17651.html>

¹⁶ <https://3dinsider.com/guide-buying-3d-printer/>

Aspecto técnico del uso de la impresora 3D

La tecnología más popular y la más utilizada para fabricar productos 3D de forma amateur sigue siendo la FDM/FFF. Por lo tanto, esta parte se centrará en ella como una buena opción para las escuelas.

Merece la pena empezar con una explicación de que la tecnología FDM (Fused Deposition Modelling) no es lo mismo que FFF (Fused Filament Fabrication), pero hay tantas similitudes que a menudo podemos encontrar ambas formas mencionadas por el vendedor. Sin embargo, para aclarar esto debes saber que la tecnología FDM apareció en 1989, y fue creada por una pareja (Scott y Lisa Crump), quienes también fundaron Stratasys el mismo año. En 2005, la misma tecnología fue explorada por Adrian Bowyer (profesor universitario británico), que creó el famoso proyecto de impresora "RepRap". La patente de FDM expiró en 2008, lo que abrió la puerta a Bowyer para promover su solución. Como no podía utilizar el nombre FDM (estaba patentado), describió su tecnología como FFF¹⁷.

La impresión con esta tecnología se basa en que primero el material (por ejemplo, el ABS) se calienta en el cabezal a la temperatura requerida (normalmente entre 180 y 260 grados centígrados), que luego se aplica al área de construcción capa a capa. Para trabajar con la tecnología FDM suele ser necesario añadir soportes adicionales.

Cuando se trata de imprimir en 3D en la escuela, esta tecnología funciona muy bien. Aunque los productos producidos no serán de la más alta calidad, serán perfectos para fines educativos.

Veamos ahora algunos de los factores que afectarán a la calidad y al tiempo de producción de los modelos. Esto nos permitirá conocer algunas características específicas de esta tecnología.

Área de construcción.

El tamaño del área de construcción se da en 3 dimensiones: X, Y y Z.

¹⁷ <https://3dprinterpower.com/fff-vs-fdm/>



Figura 41 - Build area. Fuente: <https://shop.prusa3d.com/pl/drukarki-3d/181-drukarka-3d-original-prusa-i3-mk3s.html>

El tamaño del área de construcción estará directamente relacionado con el tamaño de los objetos que se pueden imprimir.

Otro factor aquí será la altura de la capa de material aplicada. También depende del material. Lo que debes saber es que si estableces una altura menor, el tiempo de impresión será mayor, pero la precisión será mayor. Si se ajusta al contrario, el producto final será más rápido, pero de menor calidad¹⁸.

Entre los materiales que podemos utilizar en la impresión FDM podemos mencionar:

- **ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)**

Es uno de los materiales más utilizados. Se caracteriza por su gran resistencia y dureza. Sin embargo, al trabajar con él se producen humos peligrosos. Hay que disponer de una sala bien ventilada. Otra característica es la elevada contracción del material. Por ello, se debe utilizar una temperatura alta (240-260 grados) y una mesa de trabajo caliente¹⁹. Entre sus desventajas también se encuentra un olor desagradable característico.

- **PLA**

PLA (polylactic acid – ácido poliláctico) es el segundo material (después del ABS) más utilizado en la impresión 3D FDM. Entre sus rasgos característicos se encuentran la biodegradabilidad y la

¹⁸ <https://3dprinterpower.com/fff-vs-fdm/>

¹⁹ <https://centrumdruku3d.pl/krok-10-abs-pla-nylon-i-inne-czyli-przegląd-filamentów-do-drukarek-3d/>

baja contracción de procesamiento. A menudo se utiliza como material para la preparación de piezas de demostración. Cabe destacar que el PLA no necesita una mesa caliente y su impresión es bastante rápida ²⁰.



Figura 42 – Comparación del ABS con el PLA. Fuente: 3DHubs.com

Other interesting and gaining popularity materials include:

- Nylon (PA);
- PC (Policarbonato);
- PETG;
- HIPS;
- Titan HT;
- Filamento Flex.

En la gran mayoría de los casos, el productor de cada uno de los filamentos da las especificaciones de uso (selección de temperatura, etc.).

Elementos de seguridad

Aunque la impresión 3D es relativamente segura, como cualquier herramienta, puede causar daños si no se utiliza correctamente. En este capítulo vamos a enumerar varios tipos de riesgos

²⁰ <https://3dreaktor.pl/Filament-PLA-wlasciwosci-i-drukowanie>

para los usuarios de impresoras 3D que necesitas saber para utilizar estos dispositivos de forma consciente y segura. También nos centraremos aquí en los peligros que conlleva el uso de impresoras 3D amateur y no industriales.

El primero de estos riesgos son las lesiones mecánicas. El diseño específico y abierto de los modelos más baratos de impresoras 3D tiene la particularidad de que podemos llegar con la mano a casi cualquier pieza. Sin embargo, los peligros que se derivan de esto son más bien pequeños (un chasquido, pequeños cortes). No obstante, no debemos poner las manos en las partes móviles durante la impresión. Pero puede resultar más peligroso tirar de la impresión terminada. Esto se debe a que se suele hacer con una espátula, ya que la primera capa se adhiere con bastante firmeza a la zona de construcción. En este caso se puede sufrir una lesión al arrancar cuando se presiona demasiado fuerte con la espátula y se golpea la otra mano²¹.

Consejo durante la clase: Ten en cuenta los daños y no dejes que los niños pongan las manos en una impresora 3D en funcionamiento, una buena práctica puede ser que seas el único que tire del producto terminado.

Las quemaduras son otro de los peligros que pueden producirse al trabajar con impresoras 3D. Los dos elementos principales que pueden ser más peligrosos en una impresora son el cabezal de impresión y la zona de construcción ²².

Consejo durante la clase: Asegúrate de que los alumnos no tocan estas partes mientras trabajan.

Fallo del equipo. Uno de los daños más peligrosos puede ser el fallo del equipo. Aparte del aspecto de los gastos extra para reparar y el tiempo de clase perdido, algunos fallos pueden tener consecuencias bastante graves que incluso pueden acabar incendiando la impresora.

Consejo durante la clase: Recuerda tener el equipo para extinguir un posible incendio. Recuerda vigilar el trabajo de la impresora.

Un riesgo bastante importante, especialmente cuando se trabaja con una impresora en un aula, son las partículas y los humos que se generan durante la impresión. Se forman principalmente durante el uso de la tecnología FDM. Los estudios demuestran que el uso de varias 3DP en la oficina puede aumentar las UFP (partículas ultra finas) de ~2500 a ~25000, lo que puede afectar al deterioro del sistema respiratorio²³.

Consejo durante la clase: Analiza la ubicación de tu(s) impresora(s) y selecciona un filamento adecuado de baja emisión. Recuerda mantener una distancia de seguridad durante la impresión y utilizar las impresoras sólo en salas bien ventiladas²⁴.

²¹ <https://www.safetyandhealthmagazine.com/articles/18295-d-printing-and-worker-safety>

²² [Ibidem](#)

²³ Patryk Szyndler, Aspectos seleccionados de la tecnología de impresión 3D, Zeszyty Naukowe WSP nr 3/2017 Technologie. Procesy. Bezpieczeństwo. (Red. tomu) M. Chrzęścik, Wyższa Szkoła Promocji, Mediów i Show Businessu, Warszawa 2018

²⁴ https://www.concordia.ca/content/dam/concordia/services/safety/docs/EHS-DOC-148_3DPrinterSafety.pdf

Recursos de software adicionales

Algunos recursos adicionales para que prepares tus productos 3D.

Software para crear modelos 3D

FreeCAD	https://www.freecadweb.org/
SketchUp	https://www.sketchup.com/
Tinkercad	https://www.tinkercad.com/
Meshmixer	http://www.meshmixer.com/

Software para el corte de modelos 3D

Cura	https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura
Slic3r	https://slic3r.org/
Z-Suite	https://support.zortrax.com/downloads/
IceSL	https://icesl.loria.fr/

Modelos 3D gratuitos

Thingiverse	https://www.thingiverse.com/
CGTrader	https://www.cgtrader.com/
PrusaPrinters	https://www.prusaprinters.org/prints
Zortrax library	https://library.zortrax.com/
Repables	https://repables.com/
NASA	https://nasa3d.arc.nasa.gov/models/printable

Fuentes de información sobre la impresión 3D

https://3dprinting.com/
https://3dinsider.com/
https://all3dp.com/

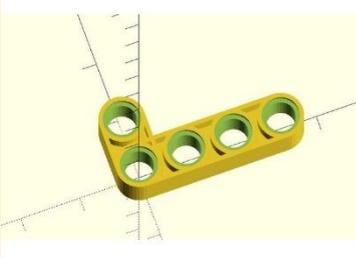
Colección de casos prácticos

Caso práctico #1

Título del caso práctico	Enseñanza de la tecnología con impresión 3D
Tema de la lección	Modelado de peones para juegos de mesa.
Objetivos educativos	Reconoce y utiliza materiales compuestos, plásticos. Desarrolla el pensamiento y las habilidades tecnológicas.
Descripción	Un profesor de Tecnología utiliza la impresión 3D para crear modelos de peones que pueden utilizarse en juegos de mesa.
- Lugar	- Jan Twardowski Escuela de primaria, Nowa Wieś
- Periodo	- 2020
- Métodos	- El modelo 3D se crea a partir de una ecuación matemática utilizando el software Wolfram Mathematica, y luego se exporta como archivo .STL. A continuación, el archivo .STL se prepara con un software de corte y se envía a una impresora 3D.
- Efectos esperados	- Los estudiantes entienden mucho mejor y más fácilmente el concepto de impresión D3, pueden crear sus propios modelos de peones.
- Dificultades	
Software de modelización utilizado	TinkerCAD - https://www.tinkercad.com
Innovación del enfoque	Los alumnos pueden ampliar libremente la base de bloques básicos. Desarrollan su imaginación realizando sus propios proyectos.
Opiniones de los alumnos	Posibilidad de imprimir nuevas formas geométricas.
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	

Caso práctico #2

Título del caso práctico	Bloques de Lego compatibles - desarrollo de recursos.
Tema de la lección	Diseño e impresión de bloques Lego compatibles.
Objetivos educativos	Desarrollo del pensamiento y las habilidades tecnológicas. Desarrollo ilimitado de la imaginación mediante la realización de proyectos propios.

Descripción <ul style="list-style-type: none"> - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados - Dificultades 	<p>Un profesor de informática utiliza la impresión 3D para crear bloques compatibles que se utilizarán para ampliar los recursos existentes. Imprimiremos la parte que falta de nuestra construcción.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jan Twardowski Escuela de primaria, Nowa Wies - 2020 - El modelo 3D se crea a partir de una ecuación matemática utilizando el software Wolfram Mathematica, y luego se exporta como archivo STL. A continuación, el archivo .STL se prepara con un software de corte y se envía a una impresora 3D. - Los estudiantes entienden mucho mejor y más fácilmente el concepto de impresión 3D.
Software de modelización utilizado	<ul style="list-style-type: none"> - TinkerCAD - https://www.tinkercad.com
Innovación del enfoque	<p>Los alumnos pueden ampliar libremente la base de bloques básicos. Desarrollan su imaginación realizando sus propios proyectos.</p>
Opiniones de los alumnos	<p>Posibilidad de imprimir bloques inexistentes, por ejemplo, ruedas muy grandes o engranajes específicos.</p>
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	<p>http://www.swiatdruku3d.pl/wydrukuj-wlasne-klocki-mybuild-pasujace-do-lego/</p> <p>https://www.thingiverse.com/thing:2503065</p>  <p>Fuente de imagen: http://www.swiatdruku3d.pl</p>  <p>Fuente de imagen: https://www.thingiverse.com/</p>

Caso práctico #3

Título del caso práctico	Comprensión del vínculo entre la abstracción y la concreción.
Tema de la lección	Filosofía Apoyo a los alumnos autistas de alto funcionamiento.
Objetivos educativos	Facilitar la comprensión del vínculo entre el pensamiento abstracto y el objeto. Ayudar a comprender el vínculo entre proyecto y realización.
Descripción - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados - Dificultades	Actividad multidisciplinar (modelado-arte-dibujo) y filosofía Lugar Instituto artístico - instituto científico - instituto clásico Métodos Lección guiada que destaca cómo el modelo 3D puede traducirse en un objeto físico. Efectos esperados Incrementar el pensamiento abstracto y la capacidad de resolución de problemas Dificultades - Pocas impresoras 3D disponibles en las escuelas. - Insuficiente formación técnica de los profesores sobre el uso de las impresoras 3D.
Software de modelización utilizado	No es relevante. Podría ser útil un conjunto de plantillas listas para imprimir.
Innovación del enfoque	Los alumnos con dificultades de comprensión del pensamiento abstracto corren el riesgo de ser desconcentrados si se les pide que construyan modelos a escala, el uso de la impresión 3D elimina la fase de construcción manual del objeto y destaca el vínculo directo entre modelo y objeto.
Opiniones de los alumnos	No está registrado
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	

Caso práctico #4

Título del caso práctico	Conocimiento del funcionamiento de las impresoras 3D como competencia profesional básica requerida.
Tema de la lección	Modeling and Technical drawing
Objetivos educativos	Acquisition of professional competence
Descripción - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados	Taller técnico Lugar Escuela secundaria científica - Escuela secundaria técnica Métodos Taller Efectos esperados

- Dificultades	Adquisición de competencia profesional, experiencia en la creación de equipos Dificultades - Pocas impresoras 3D disponibles en las escuelas. - Insuficiente formación técnica de los profesores para las impresoras 3D.
Software de modelización utilizado	No es pertinente
Innovación del enfoque	La competencia de la impresora 3D no está incluida en el programa oficial de la escuela. La competencia será una ventaja competitiva para el estudiante después de la titulación en busca de un trabajo.
Opiniones de los alumnos	No registrado
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	

Casa práctico #5

Título del caso práctico	Del mapa a la ciudad.
Tema de la lección	Apoyo a los alumnos autistas de alto funcionamiento. Apoyo a los alumnos desfavorecidos.
Objetivos educativos	Incrementar la capacidad de comprensión de un mapa favoreciendo la autonomía del alumno.
Descripción - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados - Dificultades	A partir del mapa de la ciudad, creación del modelo 3D e impresión. Análisis de los símbolos trazados en el mapa y su significado en el mundo físico. Lugar Escuela Métodos Talleres Efectos esperados Incrementar la capacidad de los alumnos para orientarse en el espacio y su autonomía en las ciudades. Dificultades - Pocas impresoras 3D disponibles en las escuelas. - Insuficiente formación técnica de los profesores para las impresoras 3D.
Software de modelización utilizado	No es relevante
Innovación del enfoque	Aprendizaje experimental
Opiniones de los alumnos	No está registrado
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	

Caso práctico #6

Título del caso práctico	La forma física de la ecuación matemática.
Tema de la lección	Ayudar a los alumnos a comprender el significado de la ecuación matemática.
Objetivos educativos	Implicar e interesar a los alumnos en un tema que se considera abstracto y alejado de la vida real.
Descripción <ul style="list-style-type: none"> - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados - Dificultades 	<p>A partir de la ecuación matemática, creación del modelo 3D e impresión.</p> <p>Lugar Todo tipo de escuelas</p> <p>Métodos Talleres</p> <p>Efectos esperados Aplicar los efectos del enfoque matemático en los estudiantes</p> <p>Dificultades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pocas impresoras 3D disponibles en las escuelas. - Insuficiente formación técnica de los profesores para las impresoras 3D.
Software de modelización utilizado	No es relevante
Innovación del enfoque	Aprendizaje experimental
Opiniones de los alumnos	No está registrado
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	

Caso práctico #7

Título del caso práctico	Matemáticas táctiles: enseñanza de las matemáticas con impresión 3D.
Tema de la lección	Matemáticas avanzadas
Objetivos educativos	Explicar conceptos matemáticos avanzados mediante materiales didácticos visuales y táctiles .
Descripción	<p>Un profesor de matemáticas utiliza la impresión 3D para crear superficies complejas que actúan como ayudas visuales para una mejor comprensión de conceptos matemáticos abstractos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados - Dificultades
Software de modelización utilizado	Wolfram Mathematica
Innovación del enfoque	Es una nueva forma de permitir a los alumnos interactuar con problemas matemáticos avanzados. Con la forma convencional (escribiendo ecuaciones) los estudiantes conectan con los problemas teóricamente mientras que la impresión 3D permite incorporar el aprendizaje visual y táctil en el plan de clases.
Opiniones de los alumnos	Los estudiantes tienen una nueva comprensión táctil de los conceptos matemáticos presentados .
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	<p>https://www.simplify3d.com/tactile-math-teaching-advanced-mathematics-with-3d-printing/</p>  <p>Fuente de la imagen: www.simplify3d.com</p>

Caso práctico #8

Título del caso práctico	Talleres tecnológicos
Tema de la lección	Impresión 3D
Objetivos educativos	Familiarizar a los estudiantes con la tecnología de impresión 3D.
Descripción	<p>Se ha creado un taller tecnológico en una escuela rumana. Ayuda a los estudiantes a experimentar un proceso tecnológico completo, desde la materia prima (filamento) hasta el producto final, incluyendo el reciclaje de las impresiones fallidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lugar <ul style="list-style-type: none"> - Escuela Técnica Superior de Comunicación “Nicolae Vasilescu Karpen”, Bacău, Rumania - Periodo <ul style="list-style-type: none"> - 2019 - Métodos <ul style="list-style-type: none"> - Se ha creado un taller de tecnología de impresión 3D en la escuela. Incluye varias impresoras 3D, ordenadores y un extrusor de filamento. - Efectos esperados <ul style="list-style-type: none"> - Los alumnos aprenden sobre la tecnología de impresión 3D y sus aplicaciones. Además, establecen conexiones entre varios campos de conocimiento y comprenden mejor por qué necesitan aprender, motivándose más en su educación y desarrollo profesional. - Dificultades <ul style="list-style-type: none"> - El equipo era bastante caro para la escuela. Los problemas se resolvieron presentando y ganando un concurso ofrecido por "Științescu", un fondo rumano para impulsar la educación STEM.
Software de modelización utilizado	AutoCAD
Innovación del enfoque	Un laboratorio tecnológico que tiene como objetivo no sólo la enseñanza de la tecnología de impresión 3D, sino también aumentar la motivación del estudio STEM, para inspirar futuras carreras y el espíritu empresarial.
Opiniones de los alumnos	Los estudiantes han quedado fascinados por la tecnología de impresión 3D.
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	<p>https://stiintescu.ro/mentori/dana-andronic-atelierul-de-tehnologii/</p>  <p>Fuente de imagen: www.stiintescu.ro</p>

Caso práctico #9

Título del caso práctico	Impresión 3D / diseño 3D en la escuela primaria
Tema de la lección	Impresión de proyectos 3D, diseño 3D, elaboración de un logotipo 3D.
Objetivos educativos	<p>Aprender a manejar el software 3D y los equipos tecnológicos - impresora 3D;</p> <p>Crear un entorno de aprendizaje innovador, adaptado al alumno, dinámico e interactivo que estimule y refuerce el proceso de enseñanza-aprendizaje;</p>
Descripción <ul style="list-style-type: none"> - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados - Dificultades 	<p>Esta lección ocurrió en la Escuela Básica de Ribeira de Neiva, Centro Escolar de Moure, Escuela Básica de Freiriz, Centro Escolar de Lage y Escuela Básica de Parada Gatim. Los alumnos eran de 3º y 4º grado. La lección tuvo 2 horas de duración.</p> <p>Esta lección mostró a los alumnos la impresión en 3D a partir de proyectos compartidos. Entendieron el funcionamiento y explicaron las diferentes posibilidades. Luego se presentó el programa Happy 3D, donde los alumnos fueron desafiados a crear un logo de identificación para cada grupo de trabajo.</p> <p>En la escuela primaria, se dejó una impresora 3D para que los alumnos experimentaran y presentaran a las demás clases.</p> <p>Los profesores demostraron que reconocen el interés de los alumnos por manejar herramientas de dibujo en 3D y señalaron innumerables formas de potenciar este recurso.</p>
Software de modelización utilizado	Happy 3D
Innovación del enfoque	Aprendizaje basado en proyectos
Opiniones de los alumnos	Los alumnos mostraron un gran interés por el diseño en 3D, mostrando un enorme entusiasmo por responder al reto de crear un logotipo.
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	<p>https://www.flashforge.com.br/happy-3d</p> 

Caso práctico #10

Título del caso práctico	Impresión 3D / Diseño 3D en la escuela primaria II
Tema de la lección	Impresión de proyectos 3D, diseño 3D, elaboración de una carta 3D.
Objetivos educativos	<p>Aprender a manejar el software 3D y los equipos tecnológicos - impresora 3D;</p> <p>Crear un entorno de aprendizaje innovador, adaptado al alumno, dinámico e interactivo que estimule y refuerce el proceso de enseñanza-aprendizaje;</p>
Descripción <ul style="list-style-type: none"> - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados - Dificultades 	<p>Esta lección se impartió en la Escuela Básica de Ribeira de Neiva, el Centro Escolar de Moure, la Escuela Básica de Freiriz, el Centro Escolar de Lage y la Escuela Básica de Parada Gatim. Los alumnos eran de 3º y 4º grado. La lección duró 2 horas.</p> <p>Esta lección inspiró a los estudiantes a utilizar la impresión 3D con una nueva herramienta en línea. Luego se presentó el programa TinkerCAD, donde los alumnos fueron desafiados a crear la primera letra de su nombre.</p> <p>Los profesores demostraron que reconocen el interés de los alumnos por manejar herramientas de dibujo en 3D y señalaron innumerables formas de potenciar este recurso.</p>
Software de modelización utilizado	TinkerCAD
Innovación del enfoque	Aprendizaje basado en proyectos
Opiniones de los alumnos	Los alumnos mostraron un gran interés por el diseño en 3D, mostrando un enorme entusiasmo por responder al reto de crear / dar forma a una letra.
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	<p>https://www.tinkercad.com/</p> 

Caso práctico #11

Título del caso práctico	Enseñar biología a través de la impresión 3D - Bioimpresión 3D
Tema de la lección	Biología y prácticas de laboratorio
Objetivos educativos	Involucrar y motivar a los estudiantes a formar parte de las clases prácticas y aprender a través de un método dinámico.
Descripción <ul style="list-style-type: none"> - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados - Dificultades 	<p>La bioimpresión se utiliza para crear estructuras biológicas superblandas utilizadas con fines médicos. Sin embargo, la impresión 3D a través de impresoras sencillas puede utilizarse para imprimir partes del cuerpo humano o animal, para una representación adecuada de órganos que no se pueden representar o explicar fácilmente. Por ejemplo, crear modelos anatómicos para enseñar a los alumnos el cuerpo humano (creando un esqueleto).</p> <p>Lugar Todo tipo de escuelas</p> <p>Métodos Clases, talleres, experimentos de laboratorio.</p> <p>Efectos esperados</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los alumnos distinguen y aprenden las partes del cuerpo humano y de los seres vivos. - Asociar los órganos con los sistemas del cuerpo. <p>Dificultades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Precio y asequibilidad del 3D para las escuelas. - Insuficiente formación técnica de los profesores para las impresoras 3D.
Software de modelización utilizado	No es relevante
Innovación del enfoque	Enseñanza a través de la colaboración
Opiniones de los alumnos	No está registrado
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	<p>https://www.europeanpharmaceuticalreview.com/news/71599/3d-printing-biological-structures/</p> 

Caso práctico #12

Título del caso práctico	Impresoras 3D para fines sostenibles
Tema de la lección	Tecnología sostenible
Objetivos educativos	Potenciar la creatividad y mostrar los fines prácticos para los que se puede utilizar la impresión 3D para el desarrollo sostenible y la mejora de la vida.
Descripción <ul style="list-style-type: none"> - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados - Dificultades 	<p>Divulgación teórica y de problemas para preocuparse por la necesidad de un desarrollo sostenible. Además, se presenta la impresión 3D como la solución a los problemas y la clave para el desarrollo sostenible y la reducción de los residuos.</p> <p>Lugar Colegios y universidades.</p> <p>Métodos Talleres, clases, visitas a empresas que utilizan impresoras 3D.</p> <p>Efectos esperados</p> <ul style="list-style-type: none"> - Debate y concienciación sobre los problemas globales. - Empatía y creación de un sentimiento de filantropía. - Potenciar la creatividad y la imaginación para aportar soluciones a los problemas detectados. - Uso adecuado de la impresora 3D. <p>Dificultades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Precio y asequibilidad de las impresoras 3D. - Insuficiente formación técnica.
Software de modelización utilizado	Impresoras 3D de pequeño tamaño e impresoras de gran tamaño utilizadas por las organizaciones (visita).
Innovación del enfoque	Enseñanza a través de la colaboración y las construcciones.
Opiniones de los alumnos	No registrado
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-sustainability-220420194/ https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-sustainable-manufacturing-method-211120185/

Caso práctico #13

Título del caso práctico	Enseñanza de la geografía con una impresora 3D.
Tema de la lección	Las actividades económicas de los europeos: La agricultura y la silvicultura en Europa.
Objetivos educativos	Atraer y motivar a los estudiantes en una asignatura que se considera indiferente y alejada de la vida real.
Descripción <ul style="list-style-type: none"> - Lugar - Periodo 	Starting from assigning vegetation zones to the groups of students, relevant information is distributed in order to research and identify the characteristics of the zone assigned

<ul style="list-style-type: none"> - Métodos - Efectos esperados - Dificultades 	<p>to them. Students are expected to print 3D objects in order to create a model of the physical environment.</p> <p>Lugar Todo tipo de escuelas</p> <p>Métodos Taller</p> <p>Efectos esperados</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los alumnos distinguen las principales características de la producción agrícola. - Asociar los productos agrícolas con los factores medioambientales. - Distinguen las zonas de vegetación en las que se divide el continente europeo. <p>Dificultades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pocas impresoras 3D disponibles en las escuelas. - Insuficiente formación técnica de los profesores para las impresoras 3D.
Software de modelización utilizado	No es relevante
Innovación del enfoque	Enseñar a través de la colaboración Aula invertida
Opiniones de los alumnos	No registrado
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	https://edu.ellak.gr/2019/01/18/axiopiisi-tou-3d-ektipoti-sto-gimnasio-krokou-kozanis-didaskontas-geografia-sto-gimnasio-me-tin-chrisi-trisdiastatou-ektipoti/

Caso práctico #14

Título del caso práctico	Uso de una impresora 3D en el proceso de enseñanza
Tema de la lección	Los profesores de diferentes especialidades de un centro educativo introducen el uso de la impresora 3D en secciones específicas de sus clases.
Objetivos educativos	Participación activa de los alumnos mediante la construcción de objetos 3D.
Descripción <ul style="list-style-type: none"> - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados - Dificultades 	<p>Se informa a los profesores de secundaria sobre la función y las capacidades de la impresión 3D, y luego cada profesor diseña y organiza un proyecto para utilizar la impresión 3D en su enseñanza.</p> <p>Lugar Escuela secundaria</p> <p>Métodos Taller</p> <p>Efectos esperados</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Los alumnos debaten y construyen monumentos históricos. - Los alumnos hacen un reloj de sol. - Los alumnos construyen una maqueta de la tabla periódica de las sustancias químicas. - Los estudiantes debaten y crean modelos y componentes de construcción. - Los alumnos fabrican objetos cotidianos y juegos de ingenio. <p>Dificultades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pocas impresoras 3D disponibles en las escuelas. - Insuficiente formación técnica de los profesores para las impresoras 3D.
Software de modelización utilizado	TinkerCAD
Innovación del enfoque	La enseñanza a través de la colaboración y las construcciones
Opiniones de los alumnos	No registrado
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	https://edu.ellak.gr/wp-content/uploads/sites/11/2017/06/3d_gymnasio-geraki-lakonias.pdf

Caso práctico #15

Título del caso práctico	Producir la impresora 3D
Tema de la lección	3 Boyutlu Yazıcı Tasarım ve Üretimi
Objetivos educativos	Producir una nueva impresora con diseños propios a partir de impresoras 3D utilizadas en muchos campos, participar en el proceso de producción y crear una nueva impresora con diseños propios.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> - Lugar - Periodo - Métodos - Efectos esperados - Dificultades
Software de modelización utilizado	CURA, Repetier y otros programas informáticos que soportan el firmware de código abierto
Innovación del enfoque	Este diseño fue creado por ellos mismos
Opiniones de los alumnos	En el proceso de producción de la impresora 3D, gané un montón de habilidades tales como habilidades de diseño, habilidades de modelado, haciendo la producción, convirtiendo el producto en una ganancia material en el mercado.
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	https://www.eba.gov.tr/videoizle/67074c8cc1e2cd3d8415e8343411074b3b12243204001

Caso práctico #16

Título del caso práctico	Juego nacional 3D Move (diseñado por Bilsem-Since y At Centers)
Tema de la lección	Desarrollo de materiales educativos lúdicos gamificados
Objetivos educativos	Uso de motor de juego 3D y herramientas de modelado 3D
Descripción	<p>Mersin Silifke Yıldırım Beyazıt GSB Youth Camp</p> <p>02.06.2020-06.06.2020</p> <p>Los profesores de artes visuales, diseño tecnológico e informática de toda Turquía asistieron a la formación sobre diseño de juegos, modelado en 3D y codificación de juegos.</p> <p>Los profesores que participaron en la formación han adquirido habilidades de nivel básico y se les ha dado el nivel de enseñar a sus estudiantes en sus escuelas de deber.</p> <p>Falta de tiempo.</p>
Software de modelización utilizado	Unreal Engine 4.0, Blender 2.8, Adobe Fuse, Mixamo
Innovación del enfoque	Diversidad cognitiva del grupo objetivo y estudio interactivo.
Opiniones de los alumnos	Se destacó que pudieron recibir la formación necesaria de nivel básico en poco tiempo y manifestaron que darían clases en sus escuelas, y el software utilizado fue fácil, funcional y agradable.
Imágenes, enlaces útiles (si están disponibles)	 <p>The image is a screenshot of a video presentation. At the top, it says 'HARMAN MİLLİ 3D OYUN HAMLESİ BİLSEM'LİLER TASARLIYOR'. Below this, there are logos for 'UNREAL ENGINE' and 'blender'. On the left, there is a character from a game. At the bottom, there is a list of names and dates: 'EGİTİM EKİPİ ÜRETİM TARİHİ ÇER'. The video player interface shows a progress bar at 0:26 / 6:30.</p>

Planes de lecciones y recomendaciones para futuras implementaciones

Plan de la lección #1

Título: *La escuela del futuro en 3D*

Resumen

Los estudiantes aprenderán las funciones básicas del programa TinkerCAD y diseñarán cualquier modelo 3D sencillo.

<i>Cuadro de resumen</i>	
Asignatura	<i>Tecnología de la información</i>
Tema	<i>Aprender las funciones básicas del programa TinkerCAD.</i>
Edad de los estudiantes	<i>9-12</i>
Tiempo de preparación	<i>120 minutos</i>
Tiempo de enseñanza	<i>90 minutos</i>
Material didáctico online / offline	<i>www.tinkercad.com</i>

Integración en el plan de estudios

Alumnos:

- utilizar los ordenadores y las aplicaciones informáticas desarrollando la capacidad de expresar sus pensamientos y presentarlos individualmente o en grupo.

Objetivo de la lección

Comprender los principios de uso del programa de modelado 3D - TinkerCAD.

Actividades

Nombre de la actividad	Procedimiento	Tiempo
1. Proporcionar el propósito y el tema de la lección.	Los alumnos escriben el tema de la lección	5 min
2. Inscripción en el programa TinkerCAD.	Los alumnos crean una cuenta y se conectan	10 min
3. Aprender a moverse en la superficie de trabajo.	Los estudiantes observan al profesor mostrando cómo moverse en la superficie de trabajo del programa TinkerCAD utilizando un cubo y el ratón, y luego practican esta habilidad	10 min
4. Aprender a añadir objetos a la superficie de trabajo, añadir color, dimensión y cambiar la forma.	Los estudiantes observan cómo completar estas tareas, y luego practican estas habilidades	20min
5. Aprender a girar, levantar, mover, copiar y eliminar bloques.	Los estudiantes observan al profesor mostrando estas habilidades y luego lo practican ellos mismos	20min
6. Crear modelos	Los alumnos crean sus propios modelos 3D	20 min
7. Asignación de tareas - deberes.	Los alumnos escriben el contenido de su tarea: Diseñar un modelo de 4 elementos	5 min

Evaluación

Coloca en la pizarra tres rotafolios con frases inacabadas y pide a los alumnos que las terminen en notas adhesivas y las peguen en un cartel adecuado:

1. De la lección de hoy recordaré
2. Me ha gustado..... los más.
3. Lo más difícil fue.....

Recomendaciones / opiniones de los profesores sobre las posibilidades de aplicación, los beneficios, las ideas sobre cómo utilizar la 3DP en diversas asignaturas

Licenses

Por favor, indica a continuación con qué licencia atribuyes tu obra eligiendo una de las opciones de abajo. NO recomendamos la última opción - en caso de que escojas esa, tu trabajo no será traducible ni editable. Si incluyes imágenes en el escenario de aprendizaje, asegúrate de añadir la fuente y las licencias debajo de las propias imágenes.

- Atribución CC BY.** Esta licencia permite que otros distribuyan, remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu trabajo, incluso comercialmente, siempre que den crédito por la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Se recomienda para la máxima difusión y uso de los materiales con licencia.
- Atribución ShareAlike CC BY-SA.** Esta licencia permite que otros puedan remezclar, retocar y construir a partir de tu obra, incluso con fines comerciales, siempre y cuando te acrediten y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta es la licencia utilizada por Wikipedia, y se recomienda para los materiales que se beneficiarían de la incorporación de contenido de Wikipedia y proyectos con licencias similares.
- Atribución-NoDerivs CC BY-ND.** Esta licencia permite la redistribución, comercial y no comercial, siempre que se transmita sin cambios y en su totalidad, con el crédito correspondiente.
- Attribution-NonCommercial CC BY-NC.** Esta licencia permite que otros puedan remezclar, retocar y construir a partir de tu obra sin fines comerciales, y aunque sus nuevas obras también deben reconocerte y ser no comerciales, no tienen que licenciar sus obras derivadas en los mismos términos.
- Atribución-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.** Esta licencia permite que otros puedan remezclar, modificar y construir a partir de tu obra sin fines comerciales, siempre y cuando te den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.
- Atribución-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.** Esta licencia es la más restrictiva de las seis principales, y sólo permite que otros descarguen tus obras y las compartan con otros siempre que te acrediten, pero no pueden modificarlas de ninguna manera ni utilizarlas comercialmente.

Plan de la lección #2

Título: *La escuela del futuro en 3D*

Resumen

Hacer que los alumnos se interesen por la informática y el diseño en 3D utilizando la aplicación <https://www.tinkercad.com>. El profesor y los alumnos impartirán clases de impresión de bloques compatibles con Lego Mindstorms. Bajo la supervisión del profesor, los alumnos buscarán diseños de bloques apropiados, luego prepararemos su impresión y comprobaremos su compatibilidad con los bloques que posee el colegio.

Cuadro de resumen	
Asignatura	<i>Tecnología de la información</i>
Tema	<i>Nuestro primer bloque de Lego.</i>
Edad de los estudiantes	<i>9-14</i>
Tiempo de preparación	<i>90 minutos</i>
Tiempo de enseñanza	<i>140 minutos</i>
Material didáctico online / offline	<i>Aplicación: https://www.tinkercad.com</i> <i>Impresora 3D.</i> <i>Un bloque de Lego que imprimiremos o una foto del mismo.</i> <i>Caliper - Necesario para comparar el ladrillo impreso con el original.</i>

Integración en el plan de estudios

E2-PODST-INF-2.0-KLVIII-II.4 - guarda los resultados de tu trabajo en varios formatos y prepara impresiones;

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-II.2 - prueba los programas en el ordenador en cuanto al cumplimiento de los supuestos adoptados y, si es necesario, corrígelos, explica el curso de los programas;

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-II.4 - recoge, organiza y selecciona los efectos de tu trabajo y los recursos necesarios en un ordenador u otros dispositivos, así como en entornos virtuales (en la nube).

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-V.1 - utiliza la tecnología de acuerdo con las normas adoptadas y la ley; sigue las normas de salud y seguridad en el trabajo;

E2-PODST-INF-2.0-KLVIII-IV.1 - para encontrar la información y los recursos de aprendizaje;

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-IV.2 - identifica y aprecia las ventajas de trabajar juntos para resolver los problemas;

E2-PODST-INF-2.0-KLVIII-III.3 - utiliza correctamente la terminología relacionada con la informática y la tecnología.

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-III.2.a - participa en diversas formas de cooperación, tales como: programación en parejas o en equipo, realización de proyectos, participación en un grupo organizado de alumnos, diseña, crea y presenta los efectos del trabajo conjunto.

Objetivo de la lección

- El alumno es capaz de utilizar los ordenadores portátiles y las tablets para adquirir conocimientos.
- El alumno conoce la aplicación <https://www.tinkercad.com> y puede utilizarla para fines relacionados con la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades.

- El alumno es capaz de resolver tareas de forma individual y en equipo.
- El alumno conoce los términos: Impresión 3D, impresora 3D, archivo .stl, diseño de impresión.
- El alumno puede buscar un proyecto en <https://www.tinkercad.com> y descargarlo.
- El alumno sabe para qué sirve el archivo .stl.
- El alumno puede exportar un archivo .stl a una impresora externa.
- El alumno sabe utilizar un calibrador.
- El alumno es capaz de trabajar en equipo en un proyecto conjunto.
- Imprimir un bloque compatible de Lego Mindstorms utilizando el programa <https://www.tinkercad.com>.

Actividades

Nombre de la actividad	Procedimiento	Tiempo
Recordatorio de las normas básicas de seguridad al utilizar una impresora 3D	Los alumnos escuchan.	10 min
Introducir a los alumnos en el tema de las clases	El profesor informa a los alumnos que en la clase de hoy imprimirán un bloque compatible con el set Lego Mindstorms en https://www.tinkercad.com	10 min
Iniciar la aplicación en el sitio web https://www.tinkercad.com	Los alumnos, en sus tablets o portátiles, ejecutan la aplicación https://www.tinkercad.com El profesor utiliza el proyector para mostrarla y recuerda sus funciones básicas. Los alumnos siguen las instrucciones del profesor.	10 min
Buscar bloques de impresión compatibles con el set Lego Minsdstorms.	El profesor divide la clase en grupos y recomienda a todos que busquen un diseño de bloque adecuado y compatible con el set Lego Mindstorms en https://www.tinkercad.com Los alumnos siguen las instrucciones del profesor.	20 min
Elegir el mejor diseño.	Los alumnos presentan los proyectos buscados y explican por qué los han elegido; después, junto con el profesor, elegirán el mejor proyecto.	20 min
Importar el proyecto en el editor.	El profesor pide a los alumnos que importen el proyecto seleccionado en el editor TinkerCAD. Los alumnos siguen las instrucciones del profesor y editan el proyecto.	10 min
Comprobación de las dimensiones del bloque - comparación con el original con el uso de un calibre electrónico.	Utilizando un calibre, los alumnos miden el bloque original y anotan todas las dimensiones, luego en el editor TinkerCAD utilizan una regla para ver si todas las dimensiones son correctas. El profesor controla el trabajo de los alumnos - les proporciona ayuda con las medidas si es necesario.	20 minutos

Guardar el archivo .stl terminado y enviarlo a la impresora 3D.	Los alumnos guardan el proyecto .stl y lo mandan a imprimir. El profesor supervisa sus acciones.	5 min
Impresión del proyecto en una impresora 3D	El profesor pone en marcha la impresora. Los alumnos observan la fase inicial de impresión. Tras la impresión, los alumnos comprueban la compatibilidad del bloque con el conjunto.	80 min
Resumen de la lección	El profesor y los alumnos resumen el resultado del trabajo y evalúan la impresión.	20 min

Evaluación

Prueba de conocimientos: <https://quizizz.com/admin/quiz/5f1d56106ed34c001b9e725e/wydruk-d>

Recomendaciones / opiniones de los profesores sobre las posibilidades de aplicación, los beneficios, las ideas sobre cómo utilizar la 3DP en diversas asignaturas

Licencias

Por favor, indica a continuación con qué licencia atribuyes tu obra eligiendo una de las opciones de abajo. NO recomendamos la última opción - en caso de que elijas esa, tu trabajo no será traducible ni editable. Si incluyes imágenes en el escenario de aprendizaje, asegúrate de añadir la fuente y las licencias debajo de las propias imágenes.

- Atribución CC BY.** Esta licencia permite que otros distribuyan, remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu trabajo, incluso comercialmente, siempre que den crédito a la creación original. Esta es la licencia más flexible que se ofrece. Se recomienda para la máxima difusión y uso de los materiales con licencia.
- Atribución ShareAlike CC BY-SA.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu trabajo, incluso con fines comerciales, siempre que te acrediten y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta es la licencia utilizada por Wikipedia, y se recomienda para los materiales que se beneficiarían de la incorporación de contenido de Wikipedia y proyectos con licencias similares.
- Atribución-NoDerivs CC BY-ND.** Esta licencia permite la redistribución, comercial y no comercial, siempre que se transmita sin cambios y en su totalidad, con el crédito correspondiente.
- Atribución-NonCommercial CC BY-NC.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra sin fines comerciales, y aunque sus nuevas obras también deben reconocerte y ser no comerciales, no tienen que licenciar sus obras derivadas en los mismos términos.
- Atribución-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra sin fines comerciales, siempre y cuando te acrediten y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.

- **Atribución-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.** Esta licencia es la más restrictiva de las seis principales, y sólo permite que otros descarguen tus obras y las compartan con otros siempre que te acrediten, pero no pueden modificarlas de ninguna manera ni utilizarlas comercialmente.

Lesson plan #3

Título

BÍLSEMs están diseñando

Autor (es)

Resumen

La formación básica se imparte a los profesores que trabajan en centros de ciencia y arte sobre tecnologías de la información, diseño visual y diseño tecnológico, diseño de juegos en 3D, diseño de museos en 3D y desarrollo de material educativo. En esta formación se imparte Unreal Engine 4.0 y Blender 2.8. Los programas se introducen en niveles básicos a los participantes y luego se pasa a la formación práctica.

Cuadro de resumen	
Asignatura	<i>Unreal Engine y Blender son los tres motores más utilizados en el desarrollo de materiales didácticos</i>
Tema	<i>Diseño de juegos 3D, diseño de museos 3D y desarrollo de materiales educativos con Unreal Engine y Blender</i>
Edad de los estudiantes	<i>Hasta 22 años de edad</i>
Tiempo de preparación	<i>Tener conocimientos y habilidades básicas de las TIC</i>
Tiempo de enseñanza	<i>30 horas lectivas</i>
Material didáctico online / offline	<i>Unreal Engine 4.0 Blender 2.8</i>

Integración en el plan de estudios

Se facilitará el proceso de enseñanza mediante el desarrollo de materiales tridimensionales adecuados para los cursos y talleres básicos que se imparten en los centros de ciencia y arte. Además, se desarrollarán diseños de juegos tridimensionales y juegos adecuados a los resultados

del plan de estudios para que los procesos de enseñanza sean más permanentes. Se ofrecerá a los alumnos diseños de museos en 3D que sean difíciles de visitar.

Objetivo de la lección

Garantizar que los profesores de los centros de ciencia y arte sean capaces de realizar diseños de materiales en 3D, tengan conocimientos y habilidades básicas para el diseño de juegos en 3D y tengan competencias para realizar el diseño de museos en 3D.

Actividades

Nombre de la actividad	Procedimiento	Tiempo
Acerca del diseño en 3D	Información básica sobre el diseño en 3D	2 horas lectivas
Diseños que se pueden hacer con programas	Introducir el potencial de uso del programa mostrando los diseños que se pueden hacer con los programas con ejemplos	2 horas lectivas
Introducción a los diseños de interfaz básicos	Presentación del diseño básico de la interfaz del programa Blender 2.8	2 horas lectivas
Comandos generales	Introducción de los comandos generales utilizados en el programa Blender 2.8	2 horas lectivas
Comandos adicionales	Introducción a los comandos extra utilizados en el programa Blender 2.8	2 horas lectivas
Iluminación, Escena y Render	Introducción con la iluminación, la escena y el renderizado en el programa Blender 2.8	2 horas lectivas
Modificadores	Introducción a los modificadores en el programa Blender 2.8	2 horas lectivas
Capas	Introducción práctica a las capas en el programa Blender 2.8	2 horas lectivas
Aparejo	Introducción práctica sobre el Rigging en el programa Blender 2.8	2 horas lectivas
Introducción a los diseños básicos de la interfaz	Introducción al diseño de la interfaz básica del programa Unreal Engine 4.0	2 horas lectivas
Información del proyecto y funciones básicas	Información del proyecto e introducción a las funciones básicas con Unreal Engine 4.0	1 hora lectivas
Luz, Cámara y Sonido	Demostración práctica de luz, cámara y sonido con Unreal Engine 4.0	2 horas lectivas

Funciones activas de Blueprint	Demostración práctica de las funciones de los planos activos con Unreal Engine 4.0	2 horas lectivas
Animaciones y modelos	Demostración práctica de animaciones y modelos externos con Unreal Engine 4.0	2 horas lectivas
Consolidación de proyectos	Consolidación de proyectos en Unreal Engine 4.0	1 hora lectiva
Empaquetado y evaluación de proyectos	Demostración práctica de empaquetado y evaluación de proyectos en Unreal Engine 4.0	2 horas lectivas

Evaluación

El material de formación aplicado se evaluará en cuanto a su aplicabilidad en la educación y su adecuación al nivel educativo, y se orientará a los alumnos.

Licencias

Por favor, indica a continuación con qué licencia atribuyes tu obra eligiendo una de las opciones de abajo. NO recomendamos la última opción - en caso de que elijas esa, tu trabajo no será traducible ni editable. Si incluyes imágenes en el escenario de aprendizaje, asegúrate de añadir la fuente y las licencias debajo de las propias imágenes.

- Atribución CC BY.** Esta licencia permite que otros distribuyan, remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra, incluso con fines comerciales, siempre que te den crédito por la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Se recomienda para la máxima difusión y uso de los materiales con licencia.
- Atribución ShareAlike CC BY-SA.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu trabajo, incluso con fines comerciales, siempre que te acrediten y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta es la licencia utilizada por Wikipedia, y se recomienda para los materiales que se beneficiarían de la incorporación de contenido de Wikipedia y proyectos con licencias similares.
- Atribución-NoDerivs CC BY-ND.** Esta licencia permite la redistribución, comercial y no comercial, siempre que se transmita sin cambios y en su totalidad, con el crédito correspondiente.
- Atribución-NonCommercial CC BY-NC.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra sin fines comerciales, y aunque sus nuevas obras también deben reconocerte y ser no comerciales, no tienen que licenciar sus obras derivadas en los mismos términos.
- Atribución-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra sin fines comerciales, siempre y cuando te acrediten y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.
- Atribución-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.** Esta licencia es la más restrictiva de las seis principales, y sólo permite que otros descarguen tus obras y las compartan con otros siempre que te acrediten, pero no pueden modificarlas de ninguna manera ni utilizarlas comercialmente.

Plan de la lección #4

Título

FABRICAR IMPRESORA 3D

Resumen

Se organizan formaciones para producir una nueva impresora con diseños propios a partir de impresoras 3D utilizadas en muchos ámbitos, para participar en el proceso de producción y para crear una nueva impresora con diseños propios.

Cuadro de resumen	
Asignatura	<i>Producir y diseñar tu propia impresora 3D</i>
Tema	
Edad de los estudiantes	<i>Hasta 14 años</i>
Tiempo de preparación	<i>Tener un nivel básico de conocimientos de TIC Tener un nivel básico de conocimientos de diseño 3D</i>
Tiempo de enseñanza	<i>30 horas lectivas</i>
Material didáctico online / offline	<i>Impresora 3D</i>

Integración en el plan de estudios

Las impresoras 3D, que son dispositivos que transforman los datos almacenados en el entorno informático en objetos físicos reales, se utilizan en muchos ámbitos de la etapa educativa. Entender la lógica de estas impresoras, aprender sus características técnicas, diseñar impresoras y utilizarlas de forma más eficiente en la educación son algunos de los principales objetivos de la formación.

Objetivo de la clase: El objetivo del curso es comprender la lógica de las impresoras 3D y aprender sus características técnicas para diseñar impresoras y utilizarlas de forma más eficiente en la educación.

Activities

Nombre de la actividad	Procedimiento	Tiempo
La lógica de las impresoras 3D	Examinar la lógica de funcionamiento de las impresoras 3D	2 horas lectivas

Aspectos técnicos de las impresoras 3D	Examen de las características técnicas de las impresoras 3D	2 horas lectivas
Partes de las impresoras 3D	Examen de las impresoras 3D y de las piezas utilizadas en la impresora	2 horas lectivas
Desarrollo de las impresoras 3D	Lluvia de ideas sobre la capacidad de desarrollo de las impresoras 3D	2 horas lectivas
Desarrollo de piezas de impresoras 3D	El desarrollo de piezas para las impresoras 3D desarrolladas como resultado del Brainstorming de impresoras	2 horas lectivas
Desarrollo de piezas de impresoras 3D	Determinación de los materiales y costes necesarios para la producción de impresoras 3D	2 horas lectivas
Desarrollo de piezas de impresoras 3D	Formación práctica sobre la aplicación de las piezas desarrolladas del diseño 3D	4 horas lectivas
Desarrollo de piezas de impresoras 3D	Formación práctica sobre la aplicación de las piezas desarrolladas del diseño 3D	4 horas lectivas
Creación de una impresora 3D	Formación práctica sobre la creación y el montaje de circuitos electrónicos en impresoras 3D	2 horas lectivas
Creación de una impresora 3D	Formación práctica sobre la creación de impresoras 3D desarrolladas	4 horas lectivas
Valor de mercado de las impresoras 3D	Determinación del valor de mercado de la impresora 3D generada y determinación del trabajo necesario para la producción en serie	2 horas lectivas
Ventas de impresoras 3D	Determinación de los estudios necesarios para la venta de las impresoras 3D creadas	2 horas lectivas

Evaluación

Se evaluarán las aplicaciones en cuanto a su aplicabilidad en el diseño y producción de impresoras 3D y su adecuación al nivel educativo y se orientará a los alumnos.

Licenses

Por favor, indica a continuación con qué licencia atribuyes tu obra eligiendo una de las opciones de abajo. NO recomendamos la última opción - en caso de que elijas esa, tu trabajo no será traducible ni editable. Si incluyes imágenes en el escenario de aprendizaje, asegúrate de añadir la fuente y las licencias debajo de las propias imágenes.

- Atribución CC BY.** Esta licencia permite que otros distribuyan, remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra, incluso con fines comerciales, siempre que te den crédito por la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Se recomienda para la máxima difusión y uso de los materiales con licencia.
- Atribución ShareAlike CC BY-SA.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu trabajo, incluso con fines comerciales, siempre que te acrediten y

licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta es la licencia utilizada por Wikipedia, y se recomienda para los materiales que se beneficiarían de la incorporación de contenido de Wikipedia y proyectos con licencias similares.

- Atribución-NoDerivs CC BY-ND.** Esta licencia permite la redistribución, comercial y no comercial, siempre que se transmita sin cambios y en su totalidad, con el crédito correspondiente.
- Atribución-NonCommercial CC BY-NC.** Esta licencia permite que otros remezclem, modifiquen y construyan a partir de tu obra sin fines comerciales, y aunque sus nuevas obras también deben reconocerte y ser no comerciales, no tienen que licenciar sus obras derivadas en los mismos términos.
- Atribución-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.** Esta licencia permite que otros remezclem, modifiquen y construyan a partir de tu obra sin fines comerciales, siempre y cuando te acrediten y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.
- Atribución-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.** Esta licencia es la más restrictiva de las seis principales, y sólo permite que otros descarguen tus obras y las compartan con otros siempre que te acrediten, pero no pueden modificarlas de ninguna manera ni utilizarlas comercialmente.

Plan de la lección #5

Título

Impresión 3D: ¿Qué necesito saber para empezar?

Resumen

Tipos de impresión 3D en los mercados, materiales y programas utilizados para la edición 3D

Cuadro de resumen	
Asignatura	<i>Introducción a la impresión 3D</i>
Tema	<i>Aprender a utilizar una impresora 3D</i>
Edad de los estudiantes	<i>>10</i>
Tiempo de preparación	<i>10 min</i>
Tiempo de enseñanza	<i>60 min</i>
Material didáctico online / offline	<i>En línea: Google classroom (u otra plataforma educativa) YouTube Google search Formulario de búsqueda Cuestionario de aprendizaje</i>

Integración en el plan de estudios

Se pretende que los alumnos investiguen con criterio sobre la adquisición o conocimiento de un producto para la impresión 3d y lo utilicen para crear productos para otras asignaturas, como matemáticas o ciencias, por ejemplo.

Objetivo de la lección

Comprender los principios de funcionamiento de una impresora 3D, los costes de los materiales y equipos y los criterios de comparación entre ellos.

Actividades

Nombre de la actividad	Procedimiento	Tiempo
Introducción	Los alumnos reciben una guía de investigación sobre la impresión 3D. La guía debe contener preguntas que motiven a los estudiantes a buscar información sobre las impresoras 3D.	5 min
Investigación	La guía debe partir de la idea de que quieres comprar una impresora 3D: - Las impresoras 3D se distinguen principalmente por la forma de impresión, observa en YouTube una impresión con filamento y una impresión digital con luz también conocida como impresión con resina. - Las impresoras también se distinguen por el área de impresión. ¿Cuáles son las más comunes? - ¿Cómo se percibe la calidad de impresión? - ¿Cuáles son las impresoras más vendidas, opiniones y costos?	15 min
Desafío	Los estudiantes recibirán tres escenarios imaginando que son vendedores de impresoras: 1 - Un cliente quiere comprar una impresora 3D para empezar. No tiene conocimientos, es una persona a la que le gusta experimentar y puede gastar hasta 500 euros en la compra del equipo. 2 - Un cliente quiere comprar una impresora para la escuela donde trabaja. Quiere una impresora para que los alumnos la utilicen y experimenten y quiere utilizar mucho el equipo en diferentes asignaturas. Es importante que el sistema tenga seguridad, red, diferentes programas y puede gastar hasta 2000 euros. No excluye la posibilidad de comprar dos impresoras por el mismo presupuesto. 3 - Un cliente quiere una impresora con la posibilidad de imprimir filamentos de PVA solubles para los soportes de las piezas.	30 min
Cuestionario	Los estudiantes completan un cuestionario en línea con preguntas de encuesta rápida. 1- ¿Las impresoras más vendidas son de filamentos? V 2- ¿Es mejor una impresora más grande que una más pequeña? F	10 min

3- ¿Las impresoras 3D utilizan programas para imprimir? V

Evaluación

Al final se hará un cuestionario de evaluación.

Recomendaciones / opiniones de los profesores sobre las posibilidades de aplicación, los beneficios, las ideas sobre cómo utilizar la 3DP en diversas asignaturas

Licencias

Por favor, indica a continuación con qué licencia atribuyes tu obra eligiendo una de las opciones de abajo. NO recomendamos la última opción - en caso de que elijas esa, tu trabajo no será traducible ni editable. Si incluyes imágenes en el escenario de aprendizaje, asegúrate de añadir la fuente y las licencias debajo de las propias imágenes.

- Atribución CC BY.** Esta licencia permite que otros distribuyan, remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra, incluso con fines comerciales, siempre que te den crédito por la creación original. Esta es la licencia más flexible que se ofrece. Se recomienda para la máxima difusión y uso de los materiales con licencia.
- Atribución ShareAlike CC BY-SA.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra, incluso con fines comerciales, siempre que te acrediten y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta es la licencia utilizada por Wikipedia, y se recomienda para los materiales que se beneficiarían de la incorporación de contenido de Wikipedia y proyectos con licencias similares.
- Atribución-NoDerivs CC BY-ND.** Esta licencia permite la redistribución, comercial y no comercial, siempre que se transmita sin cambios y en su totalidad, con el crédito correspondiente.
- Atribución-NonCommercial CC BY-NC.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra sin fines comerciales, y aunque sus nuevas obras también deben reconocerte y ser no comerciales, no tienen que licenciar sus obras derivadas en los mismos términos.
- Atribución-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra sin fines comerciales, siempre y cuando te acrediten y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.
- Atribución-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.** Esta licencia es la más restrictiva de las seis principales, y sólo permite que otros descarguen tus obras y las compartan con otros siempre que te acrediten, pero no pueden modificarlas de ninguna manera ni utilizarlas comercialmente.

Plan de la lección #6

Título

Impresión en 3D: ¿Cómo dibujar?

Resumen

Programas y plataformas de edición de dibujos para la impresión 3D

Cuadro de resumen	
Asignatura	<i>Introducción al dibujo en 3D</i>
Tema	<i>Aprender a utilizar el dibujo 3D</i>
Edad de los estudiantes	<i>>10</i>
Tiempo de preparación	<i>10 min</i>
Tiempo de enseñanza	<i>60 min</i>
Material didáctico online / offline	<i>En línea:</i> <i>Google classroom (u otra plataforma educativa)</i> <i>YouTube</i> <i>Plataformas de diseño de impresión 3d gratuitas</i> <i>Cuestionario de aprendizaj</i>

Integración en el plan de estudios

El objetivo es ayudar a los estudiantes a utilizar algunas herramientas de dibujo en 3D. Pueden ser útiles para las asignaturas de Arte, por ejemplo.

Objetivo de la lección

Comprender los principios de funcionamiento de una impresora 3D y de las plataformas o programas de diseño 3D.

Actividades

Nombre de la actividad	Procedimiento	Tiempo
Introducción	Los estudiantes observarán una impresión tipo filamento 3D y se les retará a diseñar una pieza sencilla.	10 min
Investigación	A través de un vídeo preparado para este fin, los alumnos observan el proceso de dibujo en 3D, la preparación para la impresión. https://www.tinkercad.com/learn/designs https://www.youtube.com/watch?time_continue=141&v=Vx0Z6LplaMU&feature=emb_logo	5 min

Desafío	Diseñar un llavero con tu nombre - En esta tarea, los alumnos reciben una guía paso a paso para dibujar una pieza. Deben utilizar la herramienta de dibujo online gratuita www.thinkercad.com o incluso cualquier herramienta que tengan en el sistema operativo (por ejemplo, paint 3D).	45 min
Cuestionario	Los estudiantes presentan su obra en un sitio web para simular el tiempo y los costes de impresión. (https://www.omnicalculator.com/other/3d-printing)	10 min

Evaluación

Al final del cuestionario de evaluación se realizará un cuestionario de satisfacción.

Recomendaciones / opiniones de los profesores sobre las posibilidades de aplicación, los beneficios, las ideas sobre cómo utilizar la 3DP en diversas asignaturas

Licencias

Por favor, indica a continuación con qué licencia atribuyes tu obra eligiendo una de las opciones de abajo. NO recomendamos la última opción - en caso de que elijas esa, tu trabajo no será traducible ni editable. Si incluyes imágenes en el escenario de aprendizaje, asegúrate de añadir la fuente y las licencias debajo de las propias imágenes.

- Atribución CC BY.** Esta licencia permite que otros distribuyan, remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra, incluso con fines comerciales, siempre que te den crédito por la creación original. Esta es la licencia más flexible que se ofrece. Se recomienda para la máxima difusión y uso de los materiales con licencia.
- Atribución ShareAlike CC BY-SA.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra, incluso con fines comerciales, siempre que te acrediten y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta es la licencia utilizada por Wikipedia, y se recomienda para los materiales que se beneficiarían de la incorporación de contenido de Wikipedia y proyectos con licencias similares.
- Atribución-NoDerivs CC BY-ND.** Esta licencia permite la redistribución, comercial y no comercial, siempre que se transmita sin cambios y en su totalidad, con el crédito correspondiente.
- Atribución-NonCommercial CC BY-NC.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra sin fines comerciales, y aunque sus nuevas obras también deben reconocerte y ser no comerciales, no tienen que licenciar sus obras derivadas en los mismos términos.
- Atribución-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.** Esta licencia permite que otros remezclen, modifiquen y construyan a partir de tu obra sin fines comerciales, siempre y cuando te acrediten y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.
- Atribución-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.** Esta licencia es la más restrictiva de las seis principales, y sólo permite que otros descarguen tus obras y las compartan con otros siempre que te acrediten, pero no pueden modificarlas de ninguna manera ni utilizarlas comercialmente.

Recursos adicionales

1. Thingiverse Education, <https://www.thingiverse.com/education>
2. “Formación en impresión 3D para fomentar la innovación y la creatividad en la UE”, Proyecto Erasmus+, <https://3d-p.eu/>
3. Guía para educadores de Makerbot, <https://www.makerbot.com/stories/3d-printing-education/free-ebook-makerbot-educators-guidebook/>
4. Ford, S. y Minshall, T., Dónde y cómo se utiliza la impresión 3D en la enseñanza y la educación, Fabricación aditiva, Volumen 25, Páginas 131-150, 2019
5. Aprender cómo la impresión 3D es útil en todas partes, www.sculpteo.com/en/applications/
6. 2020 Types of 3D Printing Technology, <https://all3dp.com/1/types-of-3d-printers-3d-printing-technology/>
7. 5 grandes aplicaciones de la impresión 3D <https://all3dp.com/2/greatest-3d-printing-applications/>
8. El futuro de la impresión 3D: Más allá del 2020, <https://all3dp.com/2/future-of-3d-printing-a-glimpse-at-next-generation-making/>
9. 14 aplicaciones y ejemplos de impresión 3D, <https://builtin.com/hardware/3d-printing-applications-examples>
10. Aplicaciones de la impresión 3D: Una nueva era, www.jabil.com/insights/blog-main/3d-printing-applications.html
11. Las 5 principales ventajas de la impresión 3D en la educación, www.makerbot.com/stories/3d-printing-education/5-benefits-of-3d-printing/
12. 10 formas en que los profesores están mejorando el aprendizaje STEM con la impresión 3D <https://www.makersempire.com/top-10-stem-3dprinting-education/>