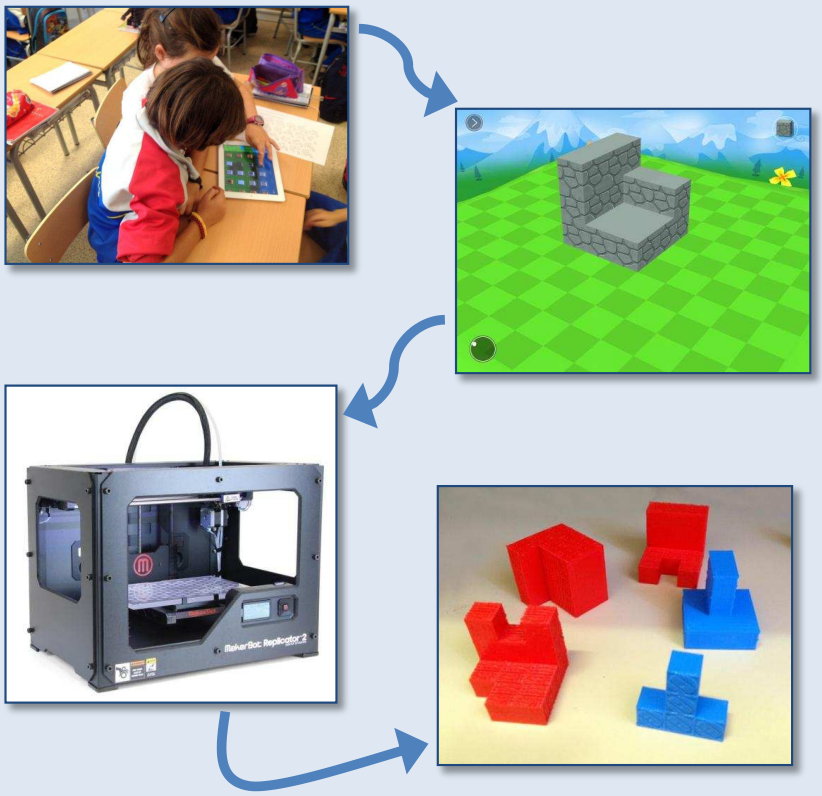
TRABAJO FIN DE MÁSTER. MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO
ESPECIALIDAD DE DIBUJO, DISEÑO Y ARTES PLÁSTICAS

Impresoras 3D en el ámbito educativo



David Rivero Trujillo

Tutor: Dr. José Luis Saorín Pérez

Universidad de La Laguna, Junio 2014

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Impresoras 3D en el ámbito educativo

MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS

Especialidad de Dibujo, Diseño y Artes plásticas

Universidad de La Laguna

Realizado por:

David Rivero Trujillo

Tutor:

Dr. José Luis Saorín Pérez

La Laguna, Junio 2014

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49

En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43

En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 5
2. HISTORIA DE FABRICACIÓN DE PIEZAS Y OBJETOS 6
3. HISTORIA DE LA IMPRESIÓN 3D 8
4. TIPOS DE IMPRESIÓN 12
5. VENTAJAS DE LOS MÉTODOS DE FABRICACIÓN ADITIVOS 18
6. EVOLUCIÓN DEL MERCADO DE IMPRESORAS 3D DE BAJO COSTE Y OPEN-SOURCE 22
7. DISTRIBUCIÓN DEL MERCADO DE IMPRESORAS 3D 24
8. MODELOS DE IMPRESORAS 3D 27
9. EMPRESAS DE SERVICIOS DE IMPRESIÓN 3D 34
10. IMPRESIÓN 3D EN TENERIFE 41
11. EXPERIENCIAS EDUCATIVAS CON IMPRESORAS 3D 43
12. PRÁCTICA EDUCATIVA CON IMPRESORA 3D 54
13. PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA 69
14. CONCLUSIONES 74
15. BIBLIOGRAFÍA 77

ANEXOS 79

LISTADO DE IMPRESORAS 3D EN EL MERCADO 80

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

1. INTRODUCCIÓN

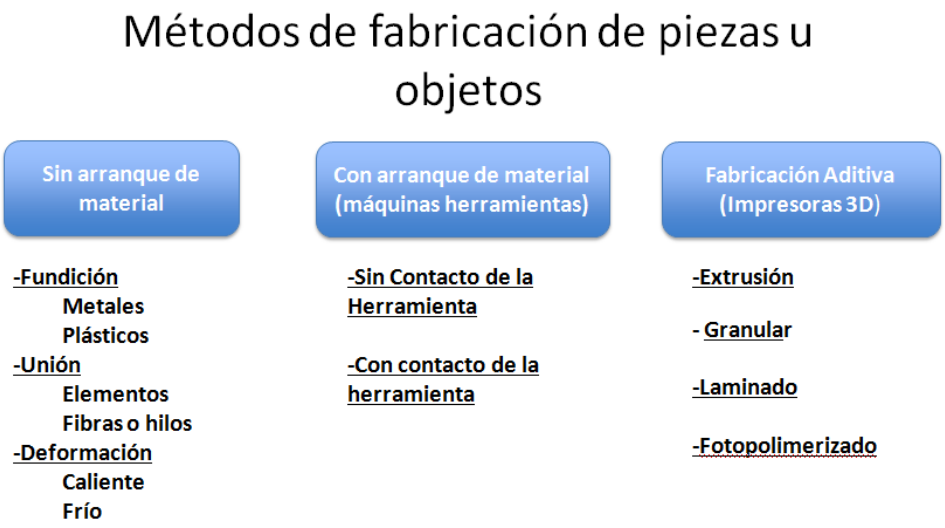
Los métodos de fabricación de piezas han evolucionado pasando por diferentes fases a lo largo de la historia. En la actualidad existen tres procesos para fabricar objetos, el primero consistente en la creación sin arranque de material, un segundo método con arranque de material empleando máquinas o herramientas y un tercer procedimiento, conocido como fabricación aditiva que es el empleado en la impresión 3D. Las impresoras 3D han tenido un crecimiento exponencial desde el comienzo de este siglo, si bien es cierto que su creación data de los años ochenta, es ahora cuando se ha comenzado a producir un desarrollo importante de esta tecnología porque ofrece una alternativa al resto de métodos de fabricación.

La presencia de cada vez más compañías trabajando en el desarrollo de esta tecnología ha permitido que en los últimos años se haya producido un constante descenso en los costes de las máquinas, lo cual ha facilitado el acceso de cualquier usuario a esta tecnología y no sólo eso, también ha motivado que se empiece a trabajar con impresoras 3D en áreas totalmente ajenas a la industria, como por ejemplo los entornos educativos. De hecho, el informe Horizon, documento elaborado por el NMC (New Media Consortium) que identifica y describe las tecnologías emergentes con mayor impacto en la enseñanza, ha pronosticado que en un plazo de 2 a 3 años las impresoras 3D estarán presentes en las aulas. Debido al crecimiento de esta tecnología y la disminución de precios, en este documento se ha realizado un recorrido por la historia de la impresión 3D, su estado actual en entornos educativos y una experiencia real de modelado e impresoras 3D en un centro escolar.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

2. HISTORIA DE FABRICACIÓN DE PIEZAS Y OBJETOS

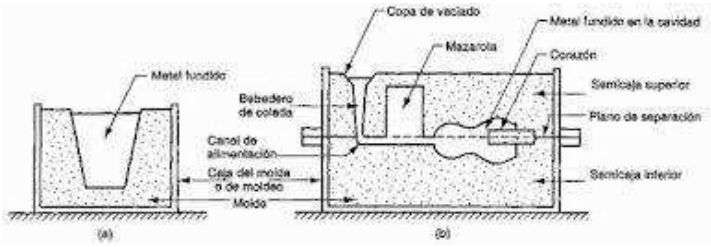
Las tecnologías de fabricación de materiales se habían clasificado hasta ahora en dos grupos principales atendiendo a los procesos de fabricación que se llevaban a cabo. De esta manera, teníamos por un lado los métodos sin arranque de material y por otro los métodos con arranque de material. Sin embargo, con la aparición de la impresión 3D se originó un nuevo procedimiento para añadir a esta clasificación, el de la fabricación aditiva. El siguiente esquema resume lo comentado acerca de los procesos de fabricación:



Sin arranque de material:

Los procesos de fabricación sin arranque de material se subdividen a su vez en tres grupos: **fundición, unión o deformación**. Dentro de los métodos de fundición el procedimiento empleado dependerá del material con el que estamos trabajando, en el caso de metales la técnica empleada suele ser la conocida como fundición o colada, mientras que en los plásticos se pueden emplear otras como la extrusión, inyección, soplado, calandrado o espumación.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ



Molde para fundicón

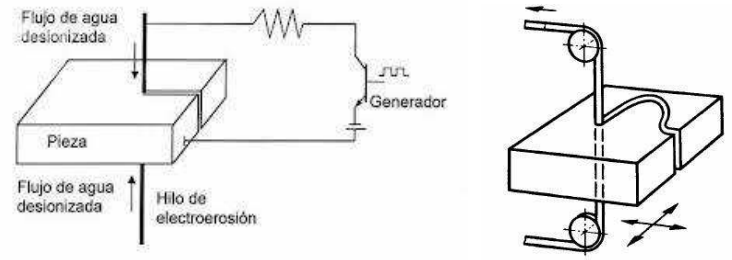
Los procedimientos de unión pueden ser mediante elementos, empleando tornillos u otro tipo de herramienta auxiliar, o mediante fibras o hilos consistentes en entrecruzar tejidos.

Por último, los procesos de deformación se clasifican en dos grupos en función de si se llevan a cabo en frío o en caliente. Dentro de las técnicas de formación en caliente encontramos la extrusión, estampación, forja, curvado, doblado, punzonado, corte, soldadura, estirado o laminación. En cuanto a los métodos de fabricación en frío se ubican en este grupo la cizalladura, laminación, trefilado, corte, embutición, estampación o repujado.

Con arranque de material:

Los procesos de fabricación con arranque de material se dividen a su vez en dos grupos dependiendo de si existe contacto del objeto con la herramienta o si no lo hay.

Dentro de las técnicas en las que no existe contacto con la herramienta podemos mencionar la electroerosión, la abrasión ultra-sónica, el chorro de agua o el láser.



Electroerosión

Por otro lado, entre los método en los que si existe contacto entre el objeto y la herramienta se encuentran la cepilladora, limadora, mortajadora, brochadora, aserrado, sierra alternativa, taladradora, fresadora, sierra cinta o sierra disco.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Fabricación aditiva:

Esta técnica se entiende como una producción en la cual se hace uso de una serie de tecnologías que, en un proceso automático, producen objetos tridimensionales directamente desde un archivo CAD 3D mediante la deposición de material por capas de una forma muy precisa. Una característica de este tipo de tecnologías es la innecesaridad de un utillaje necesario durante el proceso de fabricación. Existe una amplia variedad de tecnologías en este campo; hablamos de una revolución tecnológica ya que se tiene la posibilidad de realizar piezas de geometrías con altísimo grado de dificultad prescindiendo de utillajes (LEITAT). Dentro de la fabricación aditiva podemos realizar varias clasificaciones, en este documento se clasifican los procesos de fabricación aditiva en función de cómo se lleva a cabo el aporte del material, que se desarrollará en el apartado referente a los tipos de impresión 3D.

3. HISTORIA DE LA IMPRESIÓN 3D

Antes de hablar de la impresión 3D es necesario conocer el término “Litografía”, inventado por el germano Aloys Senefelder en 1796 para copiar obras artísticas a bajo coste. Se utilizaba un proceso químico para crear una imagen, empleando productos químicos positivos y negativos de manera que la tinta quedaba adherida sobre el material químico positivo ("The History of Litography"). La importancia de este concepto se debe a que la tecnología de impresión 3D que conocemos hoy en día fue conocida por primera vez como estereolitografía y desarrollada años más tarde.

El proceso de impresión en tres dimensiones es consecuencia de décadas evolucionando y mejorando una tecnología. Una de las tecnologías que debía ser mejorada era la sinterización, que era una técnica consistente en crear objetos sólidos a partir de material en polvo, empleando como herramientas el calentamiento, la presión, corriente eléctrica y otros métodos. Una de los avances en este ámbito tuvo lugar en 1906 por parte del ingeniero británico A.G. Bloxam, que consiguió crear material uniforme partiendo de polvos empleando corriente continua en el vacío. Su objetivo era intentar mejorar la producción a escala industrial de filamentos para lámparas incandescentes (Grasso, 2009).

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

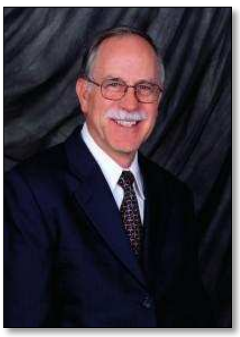
La sinterización continuó evolucionando, empleando corriente eléctrica con presión, patentado por Weintraub y Rush. Los beneficios de esta mejora se veían reflejados en una mayor pureza de los metales y un incremento en la consistencia que los hacían más fáciles de manipular y trabajar con ellos.

Esta tecnología fue una de las primeras que empleaba un material para crear productos sin usar un molde. Se utiliza también en la cerámica como parte del proceso de cocción, ya que contribuye a reducir la porosidad del material, especialmente útil en algunas cerámicas que se encogen significativamente cuando se calientan. También los plásticos pueden ser sinterizados ("History of Sintering").

Sin embargo, mientras había gran cantidad de mejoras en los materiales y en la forma de trabajar con ellos, todavía se necesitaban producir avances en la tecnología para crear y producir diseños de manera específica. De hecho, la tecnología de la informática y la del prototipado avanzaron paralelamente, el primer ordenador fue creado en 1946 y una versión temprana del programa de diseño asistido por ordenador (CAD) fue desarrollada por primera vez en 1963 (Chua, 2003).

A mediados de los setenta, los programas informáticos mejoraron hasta ser capaces de incluir la curva en 3D y el modelado de superficies. Esto posibilitó la creación de los primeros prototipos virtuales, que permitieron realizar simulaciones básicas y pruebas. En los ochenta, los software eran capaces de manejar modelos sólidos completos, donde las líneas de borde y las superficies estaban conectadas de manera que permitían al ordenador calcular de forma más precisa la información acerca de un modelo. Al mismo tiempo, las primeras máquinas de prototipado rápido, lo que conocemos ahora como impresoras 3D, comenzaron a emerger (Chua, 2003).

En el año 1984, el estadounidense Charles Hull, inventa el método de la estereolitografía (SLA), proceso de impresión orientado a maquetas para la prueba de prototipos antes de su fabricación en cadena. Tras obtener la patente, en 1986 crea 3DSystems, empresa líder en el mercado que permitió la utilización a nivel industrial de este proceso. Sin embargo, durante estos primeros años el término impresora 3D no había aparecido todavía, se le conocía simplemente como aparato estereolitográfico. Varios años más tarde, entre 1989 y 1990, S.



Charles Hull

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

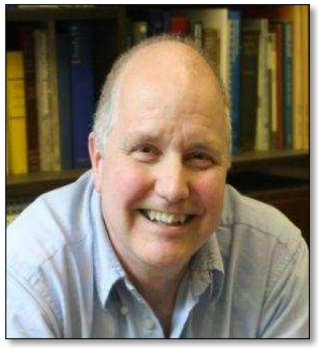
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Scott Crump, fundador a su vez de Stratasys, desarrolló la técnica de Fused Deposition Modeling (FDM) o Modelado por deposición fundida, que consistía en la creación de objetos tridimensionales mediante la superposición de capas de material fundido que posteriormente solidificaba con la forma deseada. Con el tiempo este método permitió una mayor difusión de la impresión 3D abaratando costes y permitiendo a pequeños usuarios y talleres no industriales tener acceso a esta tecnología para fines propios. También aparece durante estos años la Selective Laser Sintering (SLS) o impresión por sinterización selectiva por láser.

Durante la década de los noventa se refinan gran parte de estas tecnologías a nivel industrial y surgen interesantes proyectos paralelos, destacando el de dos jóvenes estudiantes del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), que diseñaron un modelo de impresión 3D por inyección (3DP) trucando una vieja impresora tradicional. Al año siguiente fundaron su propia empresa, Z Corporation (1995), y gracias a la colaboración del MIT comenzaron a desarrollar impresoras 3D basadas en la tecnología 3D que habían desarrollado.

Con la llegada del nuevo siglo se produjo un importante crecimiento en la venta de impresoras y esta tecnología comenzó a perfilarse como una revolución en el mercado, aparece el proyecto RepRap y un número creciente de competidores que pretendían hacer llegar esta tecnología al mercado doméstico, es aquí donde entra en juego la comunidad Maker.



Adrian Bowyer

Ante los altos precios de las impresoras 3D, en 2005 el Dr. Bowyer (Universidad de Bath, UK) desarrolla la primera impresora 3D con capacidad de imprimir casi la totalidad de las piezas que la componen. Este hecho constituye la entrada del Open-source en la historia de la impresión tridimensional y un gran paso hacia su normalización en el mercado. Basándose en el proyecto RepRap, surgen a su vez varios proyectos con la misma idea, favorecer el desarrollo de esta tecnología y acercarla al mayor número posible de público.

De entre todos estos proyectos sobresale Makerbot Industries, y su modelo Makerbot. Makerbot constituye un hito en la impresión 3D, pues surge como

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

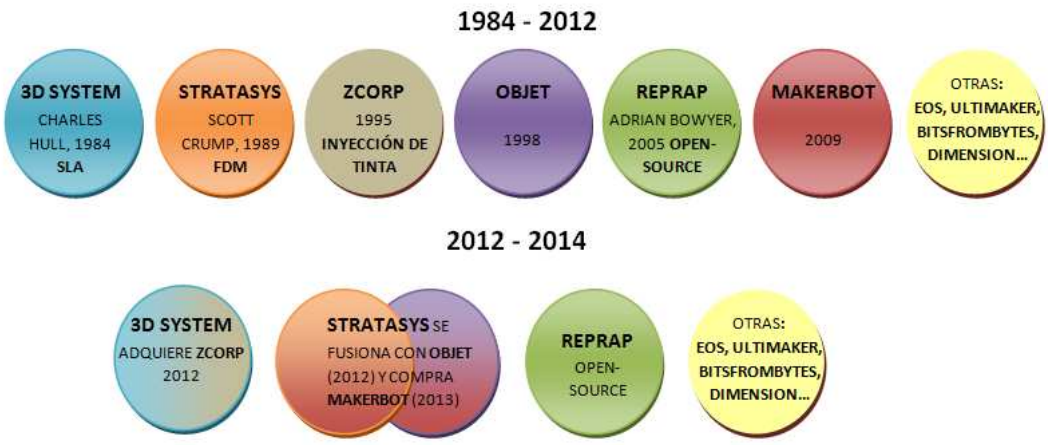
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

proyecto Open-source que a través de una fuerte comunidad de usuarios (makers) fue tomando forma una impresora que nacía con el objetivo, no ya de poder autorreplicarse a sí misma, sino de poder ser ensamblada por cualquier persona con unas habilidades técnicas mínimas, como si de un mueble de IKEA se tratase. Con esta intención se presentó la Makerbot Cupcake y la posterior Thing-O-Matic, que alcanzaron entre ambas las 6000 unidades distribuidas. Al mismo tiempo surgieron comunidades de intercambio de ideas y diseños para impresoras 3D, siendo una de las más importantes "Thingiverse".

Los precios han continuado disminuyendo a raíz de un gran número de proyectos financiados que han permitido sacar al mercado impresoras a precios en torno a los 200 euros, asequibles para todos los bolsillos. En el mundo comercial, una de las empresas más potentes del mercado como Stratasys oferta una impresora 3D de calidad comercial por menos de 10000 euros.

Hace diez años no existían impresoras 3D a nivel de aficionado, y las que había eran propiedad de grandes empresas. Con los actuales precios de mercado, esta tecnología está al alcance de casi todos, pero en el campo de la educación está todavía por explotar. Las instituciones educacionales tienen la oportunidad de que sus alumnos trabajen con esta nueva herramienta.

El siguiente esquema muestra cronológicamente la aparición de las principales empresas de impresión 3D y el estado actual del mercado:



Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

4. TIPOS DE IMPRESIÓN

En el apartado anterior se ha realizado un breve recorrido cronológico a lo largo de los factores que han posibilitado desarrollar la tecnología de la impresión 3D hasta la actualidad. En este apartado vamos a centrarnos en los métodos de impresión que se están empleando y cómo funcionan.

Todas las tecnologías básicamente trabajan de la misma manera, añadiendo capas sucesivas para crear una pieza. La diferencia radica en la forma en que se depositan esas capas y en los materiales que se pueden utilizar. Algunos métodos funden o ablandan el material para producir las capas, como por ejemplo, la sinterización selectiva por láser (Selective laser sintering: SLS) y el modelado por deposición fundida (Fused deposition modeling: FDM), mientras que otros emplean materiales líquidos utilizando diferentes tecnologías sofisticadas, como por ejemplo, la estereolitografía (Stereo lithography apparatus: SLA). Con el método de manufactura de objeto por laminado (Laminated object manufacturing: LOM), capas finas se cortan a la forma y se unen entre sí (por ejemplo: papel, polímero, metal). Cada método tiene sus propias ventajas y desventajas, y algunas empresas ofrecen la opción entre polvo y polímero para el material del que está construido el objeto. Las principales consideraciones en la elección de una máquina son generalmente velocidad, costo de la impresora 3D, costo del prototipo impreso, el precio y la elección de materiales y la capacidad de utilizar diferentes colores.

Las impresoras que trabajan directamente con los metales son muy costosas. En algunos casos, sin embargo, impresoras de menos coste se pueden utilizar para hacer un molde, que luego se utiliza para fabricar piezas metálicas.

La siguiente tabla muestra todos los tipos de impresión 3D existentes en la actualidad:

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

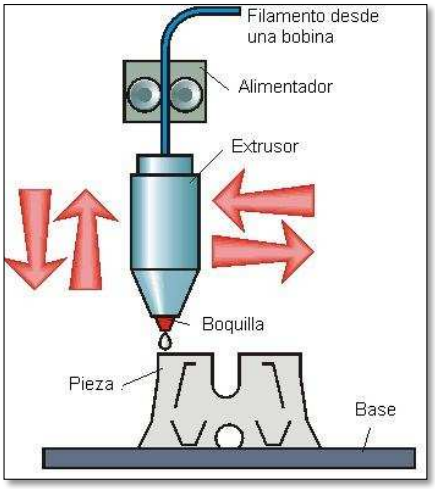
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

TIPO	TECNOLOGÍA	MATERIALES
Extrusión	Modelado por deposición fundida (FDM)	Termoplásticos (PLA,ABS)
Granular	Sinterizado láser directo de metal (DMLS)	Cualquier aleación de metal
	Fusión por haz de electrones (EBM)	Aleaciones de titanio
	Sinterización selectiva por calor (SHS)	Termoplástico en polvo
	Sinterización selectiva por láser (SLS)	Termoplásticos, metales en polvo, polvos cerámicos
	Inyección de tinta sobre lecho en polvo	Yeso
Laminado	Fabricación objeto laminado (LOM)	Papel, hoja metálica, película de plástico
Foto-polimerizado	Estereolitografía (SLA)	Fotopolímero
	Procesamiento digital de luz (DLP)	Resina líquida

Extrusión:

- Modelado por deposición fundida (FDM)

El modelado por deposición fundida (Fused deposition modeling: FDM) es una tecnología que fue desarrollada por Stratasys a finales de 1980, que se utiliza en la creación rápida de prototipos tradicionales. El FDM utiliza un filamento de plástico o alambre de metal que se enrolla en una bobina y se va desenrollado para suministrar material a una boquilla de extrusión que puede iniciar o detener el flujo de fundido. La boquilla se calienta para fundir el material y se puede mover en ambas direcciones, horizontal y vertical, mediante un mecanismo de control numérico que es controlado directamente mediante un software de fabricación asistido por ordenador (CAM). El modelo o pieza se produce por extrusión de pequeños aportes de material termoplástico para formar capas gracias a que el material se endurece inmediatamente después de la extrusión



Tecnología FDM

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

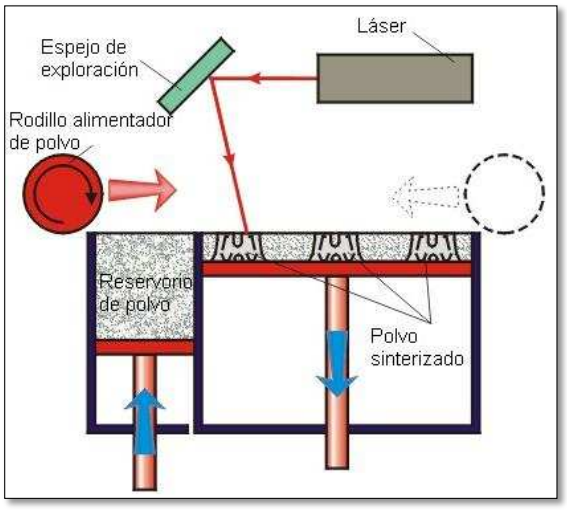
desde la boquilla. Normalmente, se utilizan motores paso a paso o servo motores para mover el cabezal de extrusión.

Los materiales que se emplean en el modelado por deposición fundida son generalmente polímeros. Varios son los que se pueden utilizar para este método, incluyendo el terpolímero acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), policarbonato (PC), ácido poliláctico (PLA), PC/ABS, y polifenilsulfona (PPSU).

Granular:

- Sinterización selectiva por láser (SLS)

Este método, conocido originalmente como selective laser sintering (SLS) consiste en la fusión selectiva de los materiales en un lecho granular. Esta versión utiliza el medio no fusionado como apoyo de voladizos y paredes finas en la pieza que está siendo producida, lo que reduce la necesidad de soportes auxiliares temporales para la pieza. Un láser se utiliza típicamente para sinterizar los medios en un sólido. Esta técnica es empleada con polímeros, como por ejemplo, poliamida (PA), poliamida con refuerzo de fibra de vidrio (PA-GF), polietereter cetona (PEEK), poliestireno (PS), Alumide (PA cargado con polvo de aluminio), Carbonmide (poliamida cargada con fibra de carbono), elastómeros). También es utilizada con metales (sinterización láser directa de metal o LMD), cerámica y vidrio (fibra de vidrio rígida).



Tecnología SLS

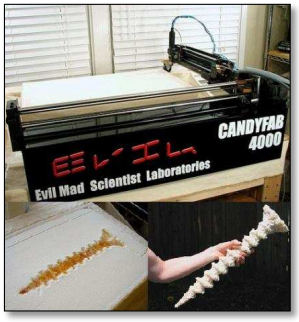
Simplificándolo a la máxima expresión, podemos decir que se trata de un recipiente de "x" dimensiones repleto del material en polvo con el que se va a fabricar el objeto, y sobre el que se proyecta un láser que da la forma al producto. Al terminar se extrae del recipiente el nuestro objeto y con una brocha o elemento similar se elimina el polvo que ha quedado adherido.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

- Fusión por haz de electrones (EBM)

La fusión por haz de electrones (Electron beam melting: EBM) es un tipo similar de tecnología de fabricación aditiva de piezas de metal (por ejemplo, aleaciones de titanio). El EBM fabrica piezas por fusión de polvo metálico capa por capa con un haz de electrones en un alto vacío. A diferencia de las técnicas de sinterización de metal que funcionan por debajo del punto de fusión, las piezas obtenidas mediante EBM son completamente densas, sin vacíos y muy fuertes.

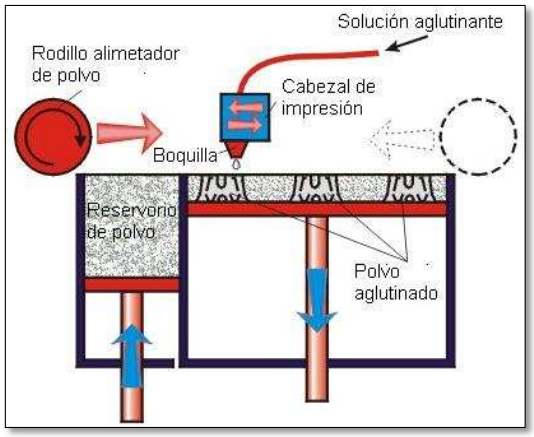
Un método de fabricación original que ha surgido a partir del EBM es por ejemplo el de la empresa CandyFab. Este sistema de impresión utiliza el aire caliente y azúcar granulado como medio para producir objetos de arte de grado alimenticio.



Impresora 3D Candyfab

- Inyección de tinta

Otro método consiste en un sistema de impresión 3D por inyección de tinta. La impresora crea el modelo de una capa a la vez mediante la difusión de una capa de polvo (yeso o resinas) y la impresión de un aglutinante en la sección transversal de la pieza, utilizando un proceso de inyección de tipo tinta. Esto se repite hasta que cada capa ha sido impresa. Esta tecnología permite la impresión de prototipos de varios colores, con salientes o voladizos y las piezas hechas de elastómeros. La fuerza de adhesión del polvo impreso se puede mejorar con impregnación de ceras o polímeros termoestables.



Inyección de tinta

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

- Sinterizado de láser directo (DMLS)

Es un proceso que actúa de la misma manera que la sinterización selectiva (SLS) pero el componente principal es polvo de metal. Permite la fabricación de insertos de molde con forma compleja.

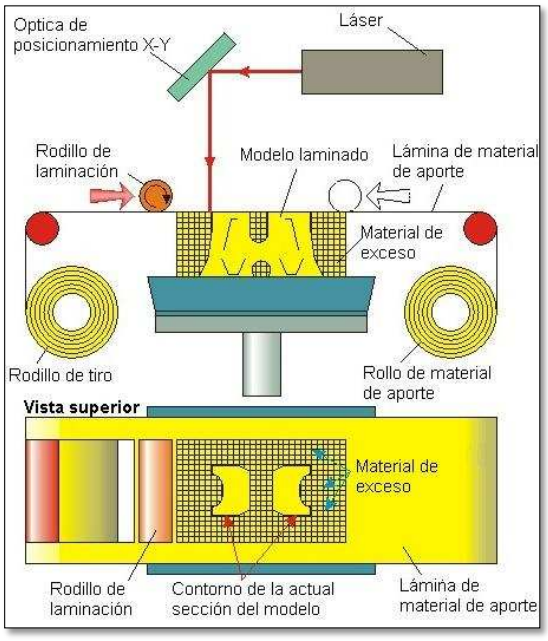
- Sinterización selectiva por calor (SHS)

En este método de fabricación el cabezal de la impresora aplica calor por capas sobre el material en polvo generando la pieza.

Laminado:

Manufactura de objeto por laminado (LOM)

La fabricación de objeto por laminado (laminated object manufacturing: LOM) es un sistema de creación rápida de prototipos desarrollado por Helisys Inc. En ella, las capas de papel, plástico o metal laminados recubierto con adhesivo son sucesivamente pegadas entre sí y cortadas en una forma determinada mediante una cuchilla o un cortador láser. Esta tecnología de fabricación aditiva presenta un bajo coste debido a la materia prima, fácilmente disponible. La precisión dimensional es ligeramente menor que la de la estereolitografía y sinterización selectiva por láser, pero no es necesario etapa de molienda. Se pueden hacer piezas relativamente grandes.



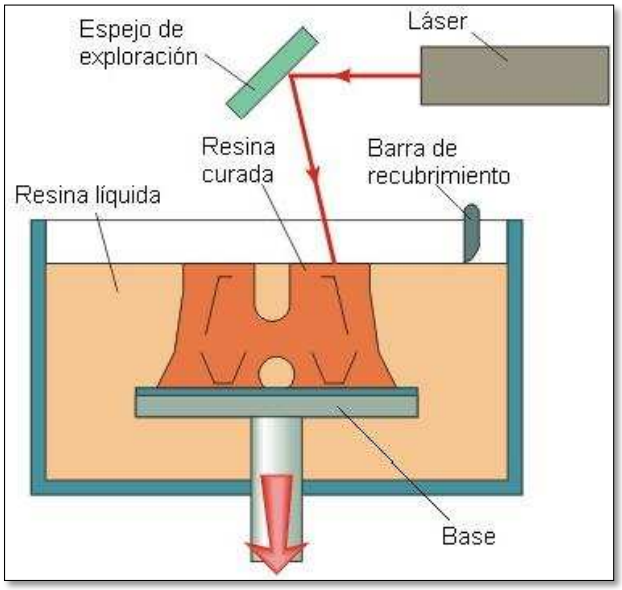
Tecnología LOM

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Fotopolimerizado:

-Estereolitografía

La estereolitografía o stereolitography (SLA) actúa básicamente a través de la fotopolimerización para producir una pieza sólida a partir de un líquido. El procedimiento, a grandes rasgos, es similar al de sinterización selectiva por láser explicado anteriormente, pero en lugar de colocar dentro del recipiente material en polvo, el material se encuentra en esta líquido.



Tecnología SLA

-Procesamiento digital de luz (DLP)

En el procesamiento digital de luz (DLP), una cuba de polímero líquido es expuesto a la luz de un proyector DLP. El polímero líquido expuesto endurece. La placa de construcción (base) luego se mueve hacia abajo en pequeños incrementos y el polímero líquido se expone de nuevo a la luz. El proceso se repite hasta que el modelo se ha construido. El polímero líquido se drena desde la cuba, dejando el modelo sólido. El Ultra Envisiontec es un ejemplo de un sistema de prototipado rápido DLP. En los sistemas de inyección de tinta, como el sistema Polyjet Objet, el fotopolímero se rocía sobre una bandeja de construcción en una capa muy delgada (entre 16 y 30 micras) hasta que la pieza está terminada. Cada capa de fotopolímero se cura con luz UV después de que se inyecta, produciendo modelos completamente curados que

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

pueden ser manipulados y utilizados inmediatamente, sin post-curado. El material de soporte de tipo gel, que está diseñado para soportar geometrías complicadas, se retira a mano y chorro de agua. También es adecuado para elastómeros. Características ultra-pequeñas se pueden lograr mediante técnicas de micro-fabricación 3D utilizado en foto-polimerización multifotónica (absorción de dos fotones). Este enfoque traza el objeto 3D deseado en un bloque de gel utilizando un láser enfocado. Debido a la naturaleza no lineal de la fotoexcitación, el gel se cura a un sólido sólo en los lugares donde se centra el láser y el gel restante se eliminan por lavado. Las características de tamaños de menos de 100 nm se producen fácilmente, así como estructuras complejas con partes móviles y con enclavamiento. Sin embargo, otro método utiliza una resina sintética que se solidifica utilizando LEDs.

5. VENTAJAS DE LOS MÉTODOS DE FABRICACIÓN ADITIVOS

Debido al reciente auge de la impresión 3D en los últimos años han surgido muchas publicaciones que tratan esta nueva tecnología, pero con la particularidad de estar destinadas al gran público, en lugar del perfil técnico que era habitual. En uno de estos libros de publicación reciente, escrito por los autores Hod Lipson y Melba Kurman, resumen lo que ellos llaman los diez principios de la impresión 3D, que sirven para hacernos una idea general de las ventajas de esta nueva tecnología frente a la fabricación tradicional:

1. La complejidad es gratis: En la fabricación tradicional, cuanto más complejo es un objeto más cara será su producción. Sin embargo, en la impresión 3D la complejidad del diseño no afecta a su coste de impresión, que dependerá únicamente del volumen de dicho objeto y por tanto de la cantidad de material utilizado. Esto juega a favor de los objetos complejos, ya que cuanto más complejo sea el objeto, mas ventaja supondrá usar la impresión 3D frente a la fabricación tradicional.
2. Las variaciones son gratis: Otra de las ventajas de la impresión 3D sobre la fabricación tradicional es la variación del objeto a fabricar: En la fabricación tradicional, modificar el diseño del objeto a producir supone en la mayoría

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

de los casos asumir enormes costes de producción, tales como reprogramar las máquinas que fabrican los objetos, paralizar la producción hasta adaptarla, modificación de moldes, y en resumen, los costes propios de volver a adaptar la línea de producción al nuevo diseño. Usando la impresión 3D como forma de producción, modificar el diseño del producto no supondrá más coste que el tiempo que dediquemos al nuevo diseño. Además, la variación del diseño suele requerir de adaptaciones cuando este se lleva a la producción, lo que puede dar lugar a desechar cientos o miles de unidades. Esto no ocurre con la impresión 3D.

3. No es necesario el ensamblaje de piezas: La fabricación tradicional se basa en la fabricación de todas las piezas que conforman un producto, de la forma más simple y barata posible, para luego ensamblar dichas piezas. Sin embargo, una de las ventajas de la impresión 3D es que las impresoras 3D actuales permiten crear objetos ya ensamblados, evitando el proceso de montaje posterior, que suele suponer un importante gasto de personal y de tiempo de fabricación, que a su vez afecta al tiempo de producción de los objetos. Esto disminuye o disminuirá considerablemente el tamaño y complejidad de las cadenas de montaje en su concepción actual, lo que nos lleva al siguiente principio.
4. No hace falta estocaje: Un producto puede ser impreso bajo demanda, sin necesidad de contar con estocaje. Esto es potenciado además por la simplicidad de la producción mencionada en el principio anterior: una menor complejidad del montaje supone menos tiempo de producción, entre otras cosas debido a que no hace falta ensamblar las piezas como en la fabricación tradicional. Además, no es necesario fabricar miles de unidades para recuperar la inversión que supone poner en carga la cadena de producción, así que otra de ventajas de la impresión 3d es que podemos fabricar los productos según son adquiridos por los clientes. Eso abre la puerta a todo tipo de micro-negocios, pues ya no es necesaria una gran inversión inicial.
5. Diseño, formas y texturas sin límite: La fabricación tradicional está limitada por los materiales que usa. Por ejemplo, los objetos fabricados con madera están limitados por la forma y grosor del tronco del que se extrae. Del mismo modo, la complejidad de los diseños están limitados por la capacidad de los

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

instrumentos y máquinas que se usan para obtenerlos. Muchas veces, un diseño inicial tiene que ser desechado por las limitaciones o costes de las máquinas que luego tienen que hacerlo realidad. Ésta es una de las mayores ventajas de la impresión 3d, ya que supone no ya competir en mejores condiciones, sino incluso poder actuar en campos vetados a la fabricación tradicional.

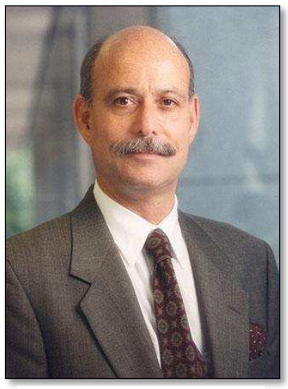
6. No son necesarias habilidades especiales: La fabricación tradicional y artesanal necesita de ciertas habilidades que en ocasiones requieren años de práctica, como por ejemplo en la artesanía. La impresión 3d borra de la ecuación esta limitación, permitiendo a cualquiera que sepa manejar un software de diseño acercarse a la producción de objetos en igualdad de condiciones, y por tanto, una vez más, abriendo la puerta a nuevos emprendedores. Por tanto, otra de las ventajas de la impresión 3d es que todos podemos fabricar cosas.
7. Fabricación compacta y portátil: En la fabricación tradicional, las máquinas usadas para fabricar objetos pesan cientos o miles de kilos, y producen objetos diminutos en comparación con el tamaño de dichas máquinas. Sin embargo, las impresoras 3d fabrican objetos casi tan grandes como ellas mismas, lo que implica menos necesidad de espacio para montar un taller de fabricación, y a su vez, permite una total movilidad de éste. Podemos decir por tanto que otra de las ventajas de la impresión 3d es la ratio de capacidad de producción por metro cuadrado, que se optimiza hasta niveles inalcanzables para la fabricación tradicional.
8. Menos material de desecho: La fabricación de objetos metálicos mediante sistemas tradicionales desperdicia, según los autores, hasta un 90% del material. Esta tasa de desperdicio es ínfima en las impresoras 3d que imprimen en metal. Esto es aplicable casi a todos los materiales. Esto afecta a los costes, y también al medioambiente.
9. Infinitos materiales de fabricación: La fabricación tradicional usa técnicas agresivas que cortan, comprimen, funden, estiran, perforan materiales, etc. Eso limita mucho la posibilidad de mezclar materiales. Sin embargo, una de las ventajas de la impresión 3D es la posibilidad de mezclar materiales en distintas proporciones, lo que implica poder imprimir en infinitas variaciones

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

de materiales mezclados entre sí. Poco a poco irán apareciendo nuevos materiales de impresión, y nuevas mezclas de materiales existentes, abriendo enormemente el abanico de materiales con los que producir objetos.

10. Capacidad de crear réplicas exactas: La tecnología de escaneado combinada con una impresora 3d nos permitirá, cada vez más, replicar a la perfección objetos existentes. Esta posibilidad no existe con la fabricación tradicional, pues replicar un objeto a la perfección está limitado por el propio proceso de fabricación y la maquinaria utilizada. (Lipson, 2013)

También existen otros autores que van algo más allá y comentan que la irrupción de las impresoras 3D ha contribuido al desarrollo de la tercera revolución industrial, como es el caso de Jeremy Rifkin en su libro "The Third Industrial Revolution", en el que defiende que en esta nueva era todo el mundo puede ser potencialmente su propio fabricante, así como su propia empresa sitio web y poder. Según Rifkin, el poder de la fabricación aditiva es que el proceso requiere de tan sólo el 10 por ciento de la materia prima consumida en la fabricación tradicional y utiliza menos energía que la producción de la fábrica convencional, lo que reduce considerablemente el coste.



Jeremy Rifkin

La energía que se ahorra en cada paso del proceso de fabricación digital, desde la reducción de los materiales utilizados, a la menor energía empleada en la elaboración del producto, si reflejáramos esos valores en la economía mundial, supondría un aumento cualitativo en la eficiencia energética mucho mayor de todo lo imaginable en la Primera y la Segunda revolución industrial.

La democratización en la manufacturación está siendo acompañada por la reducción en los costos de la comercialización. Debido a la naturaleza centralizada de las tecnologías de la comunicación de la Primera y Segunda revoluciones industriales (periódicos, revistas, radio y televisión), los costos de comercialización eran muy elevados y favorecían a la grandes empresas que eran las únicas que podían permitirse el lujo de dedicar fondos sustanciales para comercializar sus productos y servicios. Internet ha transformado la comercialización de suponer un gasto importante

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

a ser un costo insignificante, permitiendo que empresas de nueva creación junto con las medianas y pequeñas empresas puedan comercializar sus productos y servicios en sitios de Internet que se extienden en el espacio virtual, lo que les permite competir casi en igualdad de condiciones con las grandes multinacionales.

A medida que la nueva tecnología 3-D se generalizará, el costo de transporte de los productos se desplomará en las próximas décadas debido a la mayor parte de la producción se llevará a cabo localmente en plantas de micro-fabricación y será transportado regionalmente por camiones propulsados por electricidad verde y de hidrógeno generado en el sitio (Rifkin, 2013).

La visión de Rifkin ya está ganando terreno en la comunidad internacional. El Parlamento de la Unión Europea ha emitido una declaración formal pidiendo su puesta en práctica, y otros países de Asia, África y las Américas, se encuentran elaborando sus propias iniciativas para la transición hacia el nuevo paradigma económico.

6. EVOLUCIÓN DEL MERCADO DE IMPRESORAS 3D DE BAJO COSTE Y OPEN-SOURCE

Como ya se ha comentado en los apartados anteriores, las impresoras 3D eran en sus inicios herramientas empleadas en la industria y estaban en posesión de grandes compañías que eran las únicas que podían permitírselas debido a su elevado precio. Para llegar al punto en el que nos encontramos actualmente, en el que se pueden adquirir impresoras por menos de 200 euros, la aparición del proyecto RepRap en el año 2005 supuso el punto de inflexión que marcó el comienzo impresión 3D de bajo coste.

El proyecto RepRap, abreviatura de “Replicating rapid prototyper”, surge en la Universidad de Bath en Reino Unido y su creador es el Doctor Adrian Bowyer como ya se mencionó cuando se expuso la historia de la impresión 3D. La principal meta del proyecto RepRap es producir un aparato auténtico autorreplicable no para sí mismo, si no, para ponerlo en las manos de individuos en cualquier parte del planeta y con una mínima inversión de capital, un sistema de fábrica de escritorio que permitirá a cualquier persona la fabricación de objetos para su vida cotidiana.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

El proyecto emplea la técnica de fabricación por adición (FDM) que es la más económica, y está disponible bajo la GNU (General Public License), una licencia de software libre, que permite a otros investigadores trabajar en la misma idea y mejorarla. De esta manera ha pasado a formar parte del movimiento "Open Source", que es la expresión con la que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. La idea de este concepto es sencilla: "cuando los programadores (en Internet) pueden leer, modificar y redistribuir el código fuente de un programa, éste evoluciona, se desarrolla y mejora. Los usuarios lo adaptan a sus necesidades, corrigen sus errores a una velocidad impresionante, mayor a la aplicada en el desarrollo de software convencional o cerrado, dando como resultado la producción de un mejor software" (wikipedia).

Antes de la aparición de RepRap, no se podía conseguir un prototipador comercial de gama baja por menos de 16000 euros, sin incluir el coste de los materiales. Gracias al movimiento Open Source esta tecnología se ha puesto al alcance de todos los usuarios debido a la reducción del precio de las máquinas y a la disminución del precio de los materiales.

El proyecto ha tenido continuidad y han surgido muchas empresas nuevas que partieron de la filosofía de movimiento Open-Source como Ultimaker o MakerBot aunque posteriormente éstas hayan tomado un camino más comercial.

La comunidad "Maker"

Al comienzo del documento se hizo referencia a la comunidad Maker al hablar del Dr. Adrian Bowyer y el proyecto RepRap, pero esta expresión no está únicamente ligada a las impresoras 3D. De hecho, fue un término acuñado por Dale Dougherty, un editor del ámbito de la tecnología, en el año 2005 y tiene su origen en el mundo del "Hágalo usted mismo" (conocido por las siglas DIY, del inglés Do It Yourself) pero aplicados ahora a la era digital. Según el MIT Media Lab (Instituto de Tecnología de Massachusetts) "los Makers tratan los átomos como bits usando las TICs para revolucionar la forma en la que fabricamos objetos materiales".

Hay tres factores fundamentales que han influido en esta transformación de los conceptos de fabricación y reparación. La primera es la aparición de herramientas digitales para el diseño y la fabricación. La maquinaria industrial se ha automatizado en

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

las últimas décadas, y ahora ese equipamiento lo tenemos disponible en nuestros escritorios. Las herramientas de fabricación de escritorio incluyen impresoras 3D, cortadores láser, escáneres 3D y software tipo CAD. Todas estas herramientas industriales antes caras y complejas están ahora al alcance del maker, y con precios asequibles para él.

El segundo factor es el significado digital de colaboración. Como las herramientas de creación se convirtieron en digitales, también lo hicieron los diseños, que ahora son simples archivos que pueden ser fácilmente compartidos en línea. De tal modo que los Makers pueden tomar ventaja de la innovación colaborativa de la web, recurriendo a prácticas de código abierto y todas las otras fuerzas sociales que han surgido online en las últimas dos décadas. Alimentadas por los sitios de crowdfunding (financiación colectiva), como Kickstarter e Indiegogo, los Makers pueden incluso emplear su propia red de contactos para conseguir dinero.

El tercer elemento es el aumento de las fábricas disponibles para alquilar. Inventar algo nuevo no es suficiente. Tienes que llevarlo al mercado y si es posible, en cantidad. Esto significa producción en masa, lo que ha estado tradicionalmente reservado para personas que o tenían una fábrica o podían contratar los servicios de una. Eso solía requerir meses o incluso años de negociaciones, muchos vuelos China y extender cheques con grandes importes. Pero en la actualidad, las fábricas del mundo son cada vez más accesibles por internet, sus pedidos están abiertos a cualquier persona y tamaño de pedido. Gracias a la producción y el diseño digital, las fábricas en China son lo suficientemente flexibles para aceptar pedidos online, cobrando por medio de tarjetas de crédito y ajustando pedidos desde docenas a millones de unidades. Otras compañías, como Shapeways y Ponoko, ofrecen la fabricación digital como un servicio, y así cualquiera puede alquilar por un tiempo determinado impresoras 3D de alta calidad o fresadoras contraladas por ordenador. (Anderson, 2013)

7. DISTRIBUCIÓN DEL MERCADO DE IMPRESORAS 3D

Con el objetivo de hacernos una idea real de la velocidad a la que se mueve el mercado de las impresoras 3D y el crecimiento que está experimentando esta

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

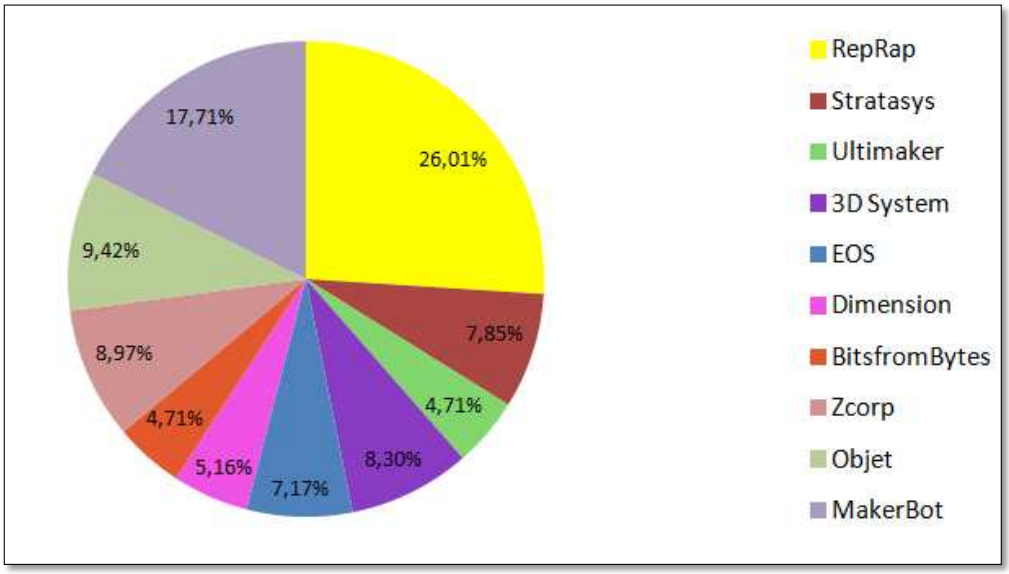
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

tecnología, a continuación vamos veremos unas gráficas que reflejan cómo se distribuye el porcentaje de ventas de estos dispositivos. Esta primera imagen corresponde a junio del año 2012, como se puede observar existe un gran número de empresas que se reparten el mercado, sin embargo RepRap y MakerBot son las dos compañías que se reparten la mayor parte de beneficios, eso nos da una referencia de la importancia del movimiento Open-Source que hemos comentado en varias ocasiones.

Por otro lado, el otro grupo de empresas que controlaban un sector importante del mercado son Objet, Zcorp, Stratasys y 3D System, siendo estas dos últimas las compañías más antiguas en el comercio de la impresión 3D y poseedoras de las principales patentes tecnológicas.



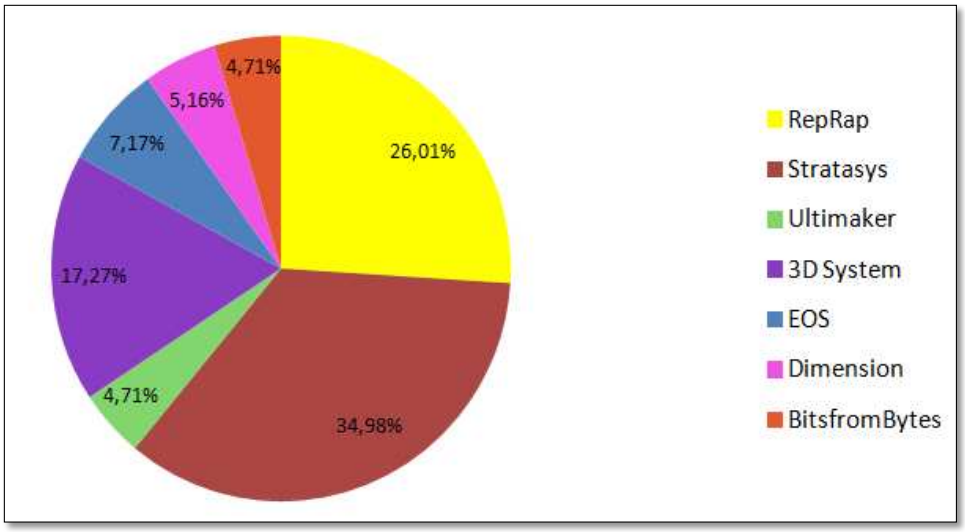
Fecha: Junio, 2012. Autor: Jarko Moilanen

De esta manera se distribuía el mercado hace dos años, sin embargo en este corto periodo de tiempo se han producido importantes movimientos de fusiones y absorciones de compañías que han alterado el panorama empresarial del sector. Por este motivo se ha elaborado una gráfica en la que se refleja cómo se distribuye el mercado actualmente.

El mayor crecimiento lo experimenta Stratasys que pasa a dominar el mercado tras fusionarse con la compañía Objet y adquirir posteriormente MakerBot. También 3D System movió ficha al adquirir ZCorp y por último vemos que la comunidad "Maker"

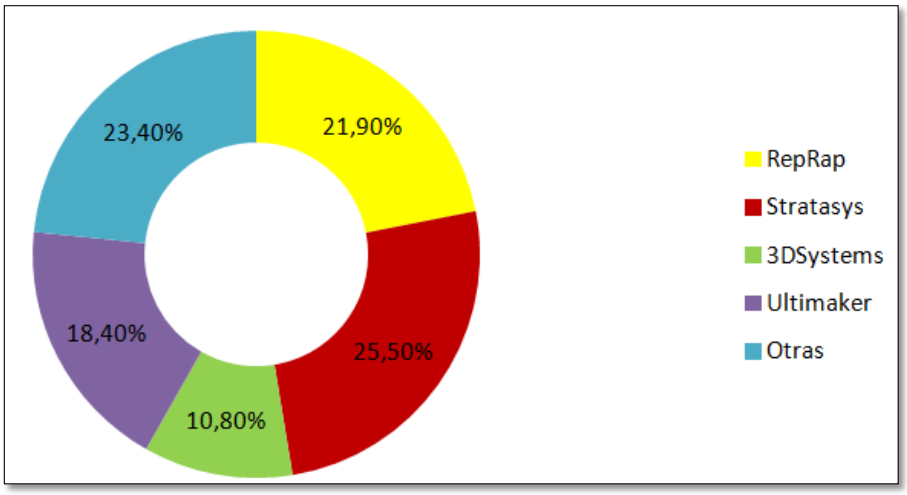
Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

sigue teniendo una importante parcela que se la reparten principalmente RepRap y Ultimaker.



Distribución del mercado actual de impresoras 3D

De esta manera estaría repartido actualmente el mercado global de impresión 3D. Por otro lado, hemos extraído los datos de abril de este mismo año del portal 3D Hubs, que es la mayor comunidad de impresoras 3D del mundo y elabora mensualmente una gráfica en función de las impresoras registradas en su base de datos. Estos datos nos sirven para hacernos una idea de cómo se distribuye el mercado semiprofesional.



Fecha: Abril 2014 Fuente: 3D Hubs

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

8. MODELOS DE IMPRESORAS 3D

En la actualidad, a causa del auge reciente de la impresión 3D han surgido una gran cantidad de empresas que unidas a las ya existentes hacen muy complicado hacer una clasificación de todos los modelos de impresoras 3D disponibles. En el apartado de anexos de este documento se adjunta un listado de 239 impresoras, extraído de la web http://www.3ders.org/ a fecha de 26 de mayo de 2014 y ordenadas por precios que oscilan desde los 147 € de la más económica hasta los 800.000.000 € de la más cara.

A continuación se hace un breve recorrido sobre las empresas más importantes actualmente en el mercado y sus impresoras más destacadas. Junto a la imagen de cada impresora se coloca una tabla en la que se mencionan las especificaciones técnicas de cada impresora: nombre del fabricante, la tecnología empleada, el tamaño máximo de impresión, empleado, el espesor de capa, los sistemas operativos compatibles para dicha impresora, el país de fabricación y, en último lugar, el precio orientativo de la misma.

La mayoría de las impresoras que vamos a comentar emplean la tecnología de modelado por deposición fundida (FDM), el motivo es que este proceso de fabricación es el que más posibilidades de uso tiene en el campo de la educación debido a sus menores costes, especialmente de material, respecto al resto de técnicas.

1. Rep Rap

Como ya se mencionó en el apartado sobre la historia de la impresión 3D, la comunidad RepRap surge en el año 2005 de la mano de Adrian Bowyer, profesor de la Universidad de Bath. Lo particular del proyecto RepRap es que fue el primero de código abierto que ofrecía la posibilidad de fabricar una impresora 3D de bajo coste y lo que es más importante, de autorreplicarse. Hoy en día, la comunidad cuenta con un gran número de usuarios por todo el mundo.

En estos momentos Rep Rap ofrece seis modelos de impresoras 3D para construir, más algunos que han quedado desactualizados pero se conservan en la web. Los usuarios pueden seleccionar su modelo en función de cual vaya a ser su objetivo final, pudiendo elegir entre modelos más sencillos de crear y ensamblar, a otros más completos que ofrezcan la posibilidad de evolucionar y permitan trabajar con diferentes materiales. Lo único que hay que hacer si queremos fabricar una RepRap es visitar su

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

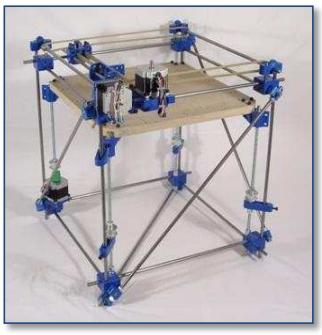
sitio web, http://reprap.org/wiki/RepRap/es, y dirigirnos al apartado de personas interesadas en adquirir una impresora 3D, ya sea por partes o montada. En él hay una lista de usuarios que venden sus modelos creados a partir de los diseños originales de RepRap. Si por el contrario, el usuario decide empezar desde cero, también se especifican lugares donde se pueden comprar elementos concretos como el motor o el filamento que sirve como material de impresión.

Recomendaciones:

RepRap es ideal para personas con inquietudes tecnológicas que quieren iniciarse en el mundo de la impresión 3D desde el punto de vista de construcción de las impresoras, porque te ofrece la posibilidad de probar y mejorar el dispositivo a tu gusto. Los resultados de las piezas fabricadas lógicamente no son los mejores del mercado pero si lo que buscas es conocer cómo se ensambla y cómo funciona una impresora 3D, RepRap es el lugar indicado porque cuenta con una gran comunidad de usuarios que te pueden asesorar y ayudarte a resolver las dudas que tengas durante el proceso.

A continuación mostramos las tres impresoras más famosas de RepRap, que fueron las primeras y a partir de las cuales han surgido todos los demás modelos:

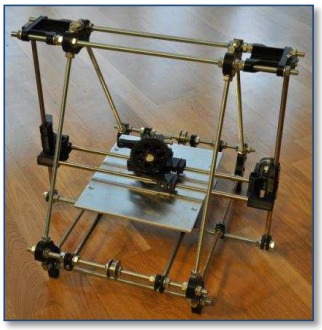
- Darwin Rep Rap



TECNOLOGÍA	FDM (Modelado por deposición fundida)
FABRICANTE	Rep Rap
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	200x200x140 mm
MATERIAL EMPLEADO	PLA, ABS
ESPESOR CAPA	-
FORMATO DE ENTREGA	DIY
SISTEMA OPERATIVO	-
PAÍS DE FABRICACIÓN	UK
PRECIO ORIENTATIVO	400 €

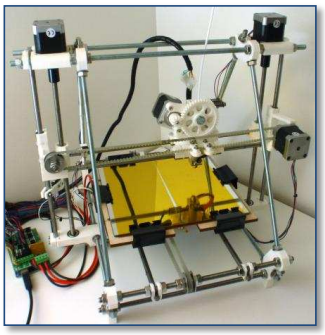
Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

-Mendel Rep Rap



TECNOLOGÍA	FDM (Modelado por deposición fundida)
FABRICANTE	Rep Rap
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	200x200x140 mm
MATERIAL EMPLEADO	PLA, ABS
ESPESOR CAPA	-
FORMATO DE ENTREGA	DIY
SISTEMA OPERATIVO	-
PAÍS DE FABRICACIÓN	UK
PRECIO ORIENTATIVO	400 €

-Prusa Rep Rap



TECNOLOGÍA	FDM (Modelado por deposición fundida)
FABRICANTE	Rep Rap
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	290x269x201 mm
MATERIAL EMPLEADO	PLA, ABS
ESPESOR CAPA	-
FORMATO DE ENTREGA	DIY
SISTEMA OPERATIVO	-
PAÍS DE FABRICACIÓN	UK
PRECIO ORIENTATIVO	755 €

2. 3D System

Esta empresa fundada por Charles Hull en 1986 con sede en Carolina del Sur (EEUU) fue la primera creada en torno a la impresión 3D. Como ya se mencionó, Hull desarrolló y patentó el método de la estereolitografía (SLA), pero además su compañía fabrica impresoras empleando otras técnicas como la sinterización selectiva por láser (SLS), la impresión de chorro de color (CJP), el modelado por deposición fundida (FDM) o el sinterizado directo de metal (DMS).

En el año 2007 la empresa inició un programa de adquisiciones con el objetivo de consolidarse como líder en el sector. Actualmente emplea a más de 1000 personas repartidas en 25 oficinas en Europa, Asia, Oceanía y América.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

A continuación se muestran algunos de los modelos más conocidos de la compañía, que van desde impresoras pensadas para el uso doméstico como la Cube hasta impresoras más profesionales como pueden ser las ProJet.

-Cube



TECNOLOGÍA	FDM (Modelado por deposición fundida)
FABRICANTE	3D System
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	140x140x140 mm
MATERIAL EMPLEADO	PLA, ABS
ESPESOR CAPA	-
FORMATO DE ENTREGA	Plug&Play
SISTEMA OPERATIVO	Mac, Windows
PAÍS DE FABRICACIÓN	Estados Unidos
PRECIO ORIENTATIVO	910 €

-CubeX



TECNOLOGÍA	FDM (Modelado por deposición fundida)
FABRICANTE	3D System
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	275x265x240 mm
MATERIAL EMPLEADO	PLA, ABS
ESPESOR CAPA	100 micras
FORMATO DE ENTREGA	Plug&Play
SISTEMA OPERATIVO	Mac, Windows
PAÍS DE FABRICACIÓN	Estados Unidos
PRECIO ORIENTATIVO	2.000 €

-Cube Pro



TECNOLOGÍA	FDM (Modelado por deposición fundida)
FABRICANTE	3D System
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	275x265x240 mm
MATERIAL EMPLEADO	PLA, ABS
ESPESOR CAPA	-
FORMATO DE ENTREGA	Plug&Play
SISTEMA OPERATIVO	Mac, Windows
PAÍS DE FABRICACIÓN	Estados Unidos
PRECIO ORIENTATIVO	3.700 €

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

-ProJet 260C



TECNOLOGÍA	DSPC Proyección aglutinante
FABRICANTE	3D System
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	236x185x127 mm
MATERIAL EMPLEADO	VisiJet PXL
ESPESOR CAPA	-
FORMATO DE ENTREGA	Plug&Play
SISTEMA OPERATIVO	Windows 7, Vista
PAÍS DE FABRICACIÓN	Estados Unidos
PRECIO ORIENTATIVO	25.000 €

-ProJet 5500



TECNOLOGÍA	Multi-Jet
FABRICANTE	3D System
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	533x381x300 mm
MATERIAL EMPLEADO	Fotopolímero
ESPESOR CAPA	29 micras
FORMATO DE ENTREGA	Plug&Play
SISTEMA OPERATIVO	Windows XP, Vista, 7
PAÍS DE FABRICACIÓN	Estados Unidos
PRECIO ORIENTATIVO	184.000 €

3. Stratasys

La empresa creada por Scott Crump tiene su sede en Minesota desde su fundación en 1989. Crump fue el inventor de la tecnología de modelado por deposición fundida (FDM). Lo más curioso es que idea le surgió cuando le hacía una rana de juguete a su hija usando una pistola cargada con mezcla de polietileno y cera de vela. Este proceso de producción capa por capa ha sido el más empleado hasta el momento en la tecnología de la impresión 3D, fundamentalmente por su simplicidad respecto a los otros procesos de fabricación.

Al igual que su rival 3D System, la compañía no ha dejado de crecer en los últimos años. En el año 2012 la empresa anuncia el acuerdo de fusión con la empresa Objet, de sede en Israel y que se especializaba en impresoras 3D para uso profesional y el mayor golpe de efecto se produjo el pasado año 2013 cuando Stratasys desembolsó 403.000.000 $ para comprar MakerBot Industries, que era una empresa surgida del

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

proyecto RepRap y se había convertido en la líder del mercado en impresoras de bajo coste, con su impresora más popular, la Replicator.

A pesar de la compra, MakerBot sigue manteniendo su marca distintiva porque era un producto muy consolidado en el mercado.

En las siguientes páginas se pueden ver algunas de las impresoras más importantes del grupo Stratasys, ordenadas de menor a mayor coste y con sus especificaciones técnicas.

-Replicator Mini



TECNOLOGÍA	FDM (Modelado por deposición fundida)
FABRICANTE	Stratasys (Makerbot)
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	100x100x125 mm
MATERIAL EMPLEADO	PLA, ABS
ESPESOR CAPA	200 micras
FORMATO DE ENTREGA	Plug&Play
SISTEMA OPERATIVO	Windows, Mac, Linux
PAÍS DE FABRICACIÓN	Estados Unidos
PRECIO ORIENTATIVO	1.010 €

-Replicator 2



TECNOLOGÍA	FDM
FABRICANTE	Stratasys (Makerbot)
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	285x153x155 mm
MATERIAL EMPLEADO	PLA, ABS
ESPESOR CAPA	100 micras
FORMATO DE ENTREGA	Plug&Play
SISTEMA OPERATIVO	Windows, Mac, Linux
PAÍS DE FABRICACIÓN	Estados Unidos
PRECIO ORIENTATIVO	1.670 €

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

-Mojo



TECNOLOGÍA	FDM
FABRICANTE	Stratasys
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	125x125x125 mm
MATERIAL EMPLEADO	ABS
ESPESOR CAPA	175 micras
FORMATO DE ENTREGA	Plug&Play
SISTEMA OPERATIVO	Windows XP, 7
PAÍS DE FABRICACIÓN	Estados Unidos
PRECIO ORIENTATIVO	7.700 €

-Objet24



TECNOLOGÍA	Fotopolimerización
FABRICANTE	Stratasys
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	240x200x150 mm
MATERIAL EMPLEADO	Fotopolímero
ESPESOR CAPA	28 micras
FORMATO DE ENTREGA	Plug&Play
SISTEMA OPERATIVO	Windows XP, 7
PAÍS DE FABRICACIÓN	Estados Unidos
PRECIO ORIENTATIVO	15.000 €

-Fortus900mc



TECNOLOGÍA	FDM
FABRICANTE	Stratasys
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	914x609x914 mm
MATERIAL EMPLEADO	ABS
ESPESOR CAPA	178-300 micras
FORMATO DE ENTREGA	Plug&Play
SISTEMA OPERATIVO	-
PAÍS DE FABRICACIÓN	Estados Unidos
PRECIO ORIENTATIVO	294.000 €

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

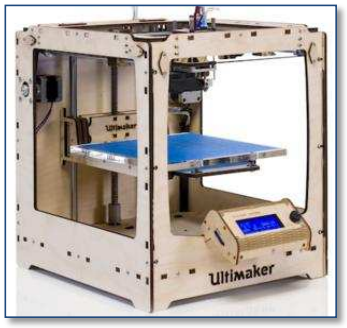
4. Ultimaker

Ultimaker es una empresa holandesa fundada en el año 2011 siguiendo el modelo RepRap de movimiento open-source. La diferencia respecto al proyecto no comercial de RepRap es que la compañía holandesa tiene como objetivo conseguir impresiones de alta calidad. La empresa ofrece sus productos tanto en la versión para ser montada por el usuario (DIY) o también existe la posibilidad de adquirirlos totalmente ensamblados y listos para imprimir. Los materiales disponibles para la impresión son el ABS y PLA aunque están trabajando para aumentar este número el futuro.

Recomendaciones:

Al igual que RepRap, Ultimaker es ideal para personas que se inician en esta tecnología y buscan construir su propia impresora. Si lo que interesa es el producto final es mejor adquirir una impresora de algunas de las empresas más potentes como Stratasys o 3D System.

-Ultimaker



TECNOLOGÍA	FDM (Modelado por deposición fundida)
FABRICANTE	Ultimaker
TAMAÑO MÁXIMO DE IMPRESIÓN	210x210x220 mm
MATERIAL EMPLEADO	PLA, ABS
ESPESOR CAPA	20 micras
FORMATO DE ENTREGA	-
SISTEMA OPERATIVO	Windows, Mac, Linux
PAÍS DE FABRICACIÓN	Países Bajos
PRECIO ORIENTATIVO	1.200 €

9. EMPRESAS DE SERVICIOS DE IMPRESIÓN 3D

Paralelamente han surgido gran cantidad de empresas que ofrecen servicios empleando la tecnología de impresión 3D. En Canarias están apareciendo algunas

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

compañías de este tipo que mencionaremos posteriormente, lo cual ofrece una nueva posibilidad para los usuarios o, en el caso de nuestro trabajo, para los centros educativos, que como veremos a continuación no deben contar necesariamente con una impresora 3D si quieren trabajar con esta tecnología, existen otras alternativas.

Ante la posibilidad de imprimir por cuenta propia o acudir a los servicios de impresión externos se deben tener en cuenta varios factores:

Cuando se quiere comprar o fabricar una impresora, la persona se enfrenta normalmente a una inversión inicial más o menos considerable, que puede rondar los 400 o 2.000 euros, sin tener en cuenta los materiales de impresión, recambios y mantenimiento. Por ese precio sólo se pueden obtener las impresoras 3D más sencillas y asequibles, si bien es cierto que en la mayoría de los casos satisfacen las necesidades de los usuarios, pero pueden limitar a la hora de fabricar objetos de geometría muy compleja y existen menos materiales disponibles con respecto a otras impresoras más avanzadas.

Con las impresoras a nivel de usuario normalmente se emplean termoplásticos como el PLA, ABS o Nailon, aunque cada vez aparecen materiales con propiedades más diversas, flexibles, que brillan en la oscuridad, cambian de color con la temperatura, conductivos, etc… Las impresoras de consumo suelen emplear la mayoría la tecnología FDM (Modelado por deposición fundida), pues son la opción más económica.

Si por el contrario se acude a servicios de impresión 3D externos, el coste es mucho menor a corto plazo, sólo se tiene que pagar por las piezas deseadas, y la variedad de materiales, calidades y colores es mayor de lo que una impresora 3D de "bajo coste" nos puede ofrecer. También es cierto que, tras varias decenas de piezas, puede que tener nuestra propia impresora nos hubiera salido más barato y su fabricación hubiera sido más rápida y flexible, con la posibilidad incluso de poder establecer nosotros mismos un servicio de impresión, aunque seguramente más modesto que los establecidos internacionalmente en Internet, ya que éstos cuentan con decenas de impresoras con tecnologías de coste prohibitivo para un usuario autónomo, una pequeña empresa o un centro educativo.

A continuación se van a mencionar algunas empresas que ofrecen este tipo de servicios en la red:

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

NOMBRE	PAÍS	AÑO CREACIÓN
Shapeways	**Holanda/EEUU**	**2007**
i.materialise	**Bélgica**	**1990**
Sculpteo	**Francia**	**2007**
Ponoko	**EEUU**	**2009**

1. Shapeways

Shapeways es uno de los primeros servicios de impresión 3D que apareció en Internet. Fundada en 2007 en Holanda, ahora su sede está en Nueva York, con oficinas en Holanda y Seattle. Su crecimiento en Estados Unidos cada vez es mayor, disponiendo de gran cantidad de impresoras 3D industriales. Tiene una galería virtual con decenas de miles de objetos diseñados por usuarios y su variedad de materiales es muy grande, yendo desde termoplásticos, hasta algunos metales, incluyendo plata, y pasando por materiales cerámicos y PP multicolor. Su precio es uno de los más baratos de Internet.



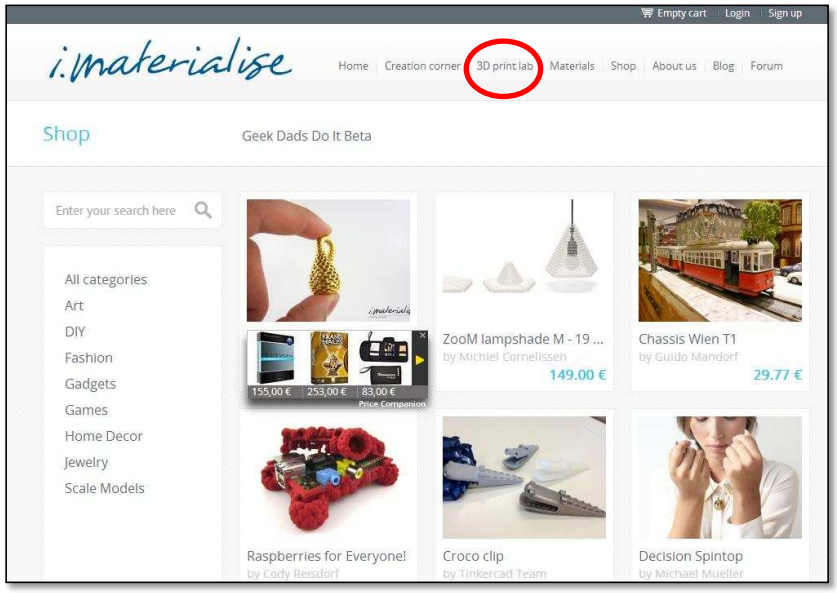
Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Como vemos en las imágenes, un florero, una cabeza de cebra o un abridor de botellas personalizado son algunos de los objetos que se pueden adquirir directamente desde la tienda virtual de la web de shapeways.

2. i.materialise

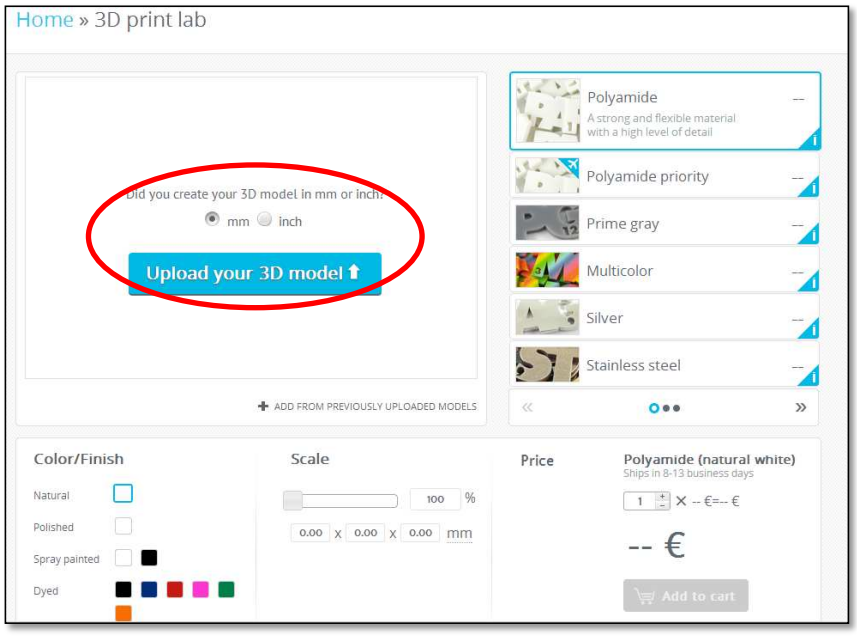
Esta compañía con sede en Bélgica ofrece servicios de prototipado o impresión 3D para todo usuario que tenga un diseño en mente y desee transformarlo en un objeto tridimensional real. También cuenta con una galería virtual, pero con una cantidad de objetos disponibles menor a Shapeways. Cuentan con más de veinte años de experiencia en el sector.

Para ver lo sencillo que es mandar a imprimir a alguno de estos servicios de impresión, vamos a tomar como ejemplo la página web de i.materialise. En la imagen inferior hemos capturado lo que vemos al acceder por primera vez a http://i.materialise.com/. Una vez dentro debemos hacer click en la pestaña 3D print lab.



Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

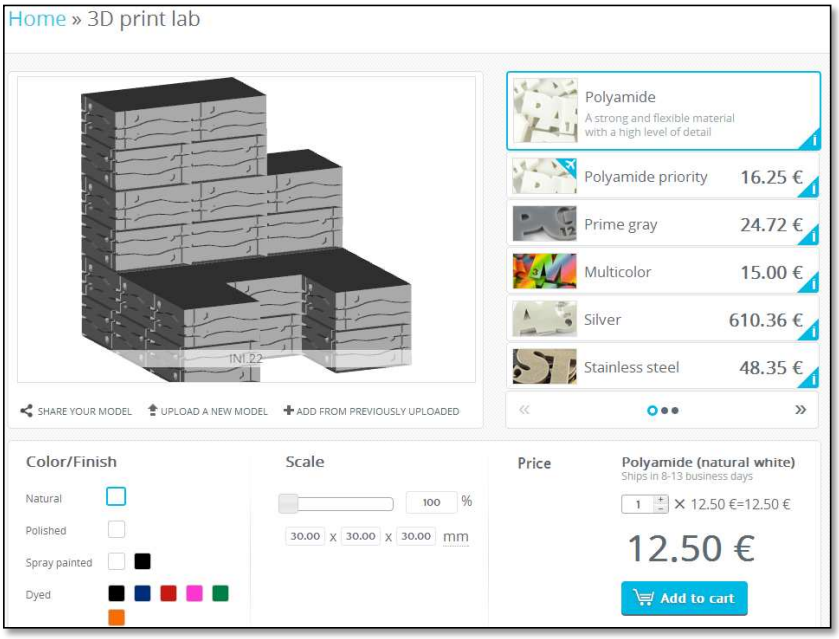
Una vez nos encontramos dentro del laboratorio de impresión, el siguiente paso es cargar el modelo que queremos fabricar. Para ello, el servidor nos pregunta en primer lugar si las medidas de nuestro objeto las tenemos en milímetros (mm) o pulgadas (inch), una vez seleccionado pulsaremos sobre la pestaña azul y se abrirá una carpeta para buscar el archivo de nuestro modelo. Es importante recordar que el archivo debe estar en un formato .stl u .obj para que sea reconocido.



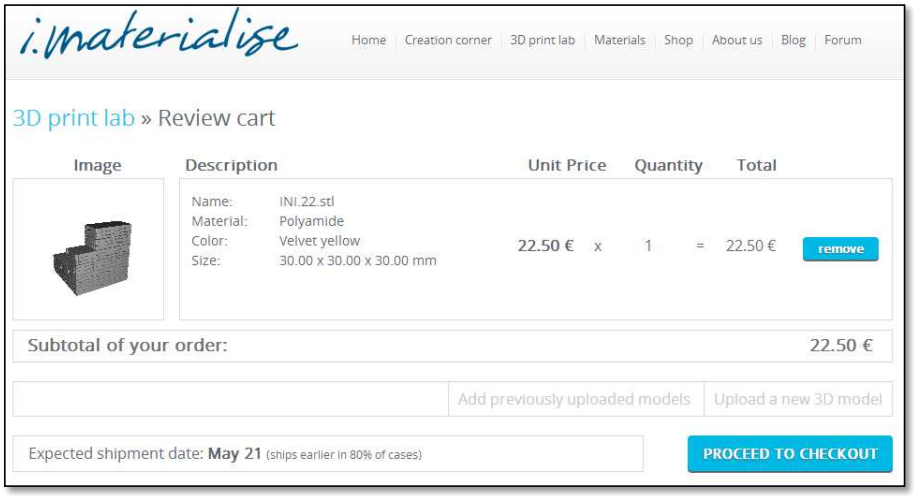
Con el objeto ya cargado, se puede ver en la esquina inferior derecha que i.materialise nos da un primer presupuesto de lo que nos costaría fabricar ese objeto según las características de diseño que le habíamos dado previamente. Sin embargo, el portal nos ofrece la posibilidad de modificar las características físicas de nuestra pieza sobre la marcha y nos actualiza el precio final automáticamente. Uno de los cambios que podemos realizar es el material en el que queremos fabricar, pudiendo elegir entre plástico (Poliamida), plata, acero inoxidable, material multicolor, titanio, latón, cerámica, caucho, varios tipos de resina, bronce o incluso oro. Lógicamente, el precio se incrementará en función del material que escojamos. Otro de los cambios posibles es el del color, pudiendo elegir además entre distintos tipos de acabado en función del material seleccionado. También podemos aumentar el tamaño que habíamos definido

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

para la pieza previamente, y por último podemos seleccionar el número de unidades que queremos fabricar diciéndonos siempre la duración estimada de nuestro pedido.



Una vez seleccionadas las características, añadimos el producto a nuestro carro de compra y procedemos a rellenar los datos para el envío.



Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

3. Sculpteo

Sculpteo es otra de las alternativas que se pueden emplear como servicio de impresión. Es una empresa francesa fundada en 2009 y que ofrece una rapidez de envío superior a shapeways por ejemplo, pero con unos precios menos económicos.

4. Ponoko



Fundada en E.E.U.U. en 2007, creció su reconocimiento en 2011 cuando estableció una alianza con Autodesk, que tras el lanzamiento de la suite de programas 123D, quería ofrecer a los usuarios un lugar donde poder imprimir sus diseños.

- **Agrupaciones de impresoras 3D**

3D Hubs

Si bien el resto de empresas de las que se ha hablado ofrecían un servicio propio de impresión, 3D Hubs ofrece algo totalmente distinto ya que se trata de una red global que conecta todas las impresoras del mundo registradas en su web.

3D Hubs ofrece un servicio para dos tipos de usuarios, por un lado se dan de alta las personas que tienen una impresora 3D y quieren sacar un beneficio económico, y por otro lado estarán los usuarios que necesitan hacer uso de la misma para imprimir algún modelo pero no disponen de ella. Los propietarios de las impresoras establecen sus tarifas de impresión en función de la resolución y material empleado y para el segundo grupo de usuarios, el portal ofrece las ubicaciones más cercanas de impresoras 3D para que te pongas en contacto con sus dueños y se queda con un 15% del coste total de la transacción.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

10. IMPRESIÓN 3D EN TENERIFE

En el resto de epígrafes se ha hecho un recorrido sobre esta nueva tecnología y los servicios que ofrece de una manera global, pero llegados a este punto vamos a analizar qué es lo que está sucediendo en nuestra isla en lo relativo a la impresión 3D. La mayoría de la gente está comenzando a ver noticias en los telediarios o leer artículos sobre impresoras 3D, pero generalmente de procedencia extranjera y esto genera una sensación de lejanía respecto a este nuevo proceso de fabricación. Sin embargo, lo cierto es que sólo en Tenerife existen varias organizaciones que llevan tiempo trabajando en torno al mundo de la impresión 3D. Todo lo que hemos visto acerca de servicios de impresión, comunidad "Maker", 3D Hubs,… lo tenemos a nuestro alcance en nuestra isla.

Servicio de impresión:

Manzanas y 3D

Esta empresa ubicada en la C/ Robayna en Santa Cruz de Tenerife ofrece desde finales del año 2013 un servicio de impresión para empresas y público en general. Cuentan con varias impresoras entre ellas algunas de bajo coste como la Replicator y otras de gama más alta como la Objet para poder ofrecer a sus clientes variedad de precios. Para solicitar presupuesto, simplemente hay que enviar la solicitud a manzanasy3d@icloud.com, adjuntando el archivo 3D en formato .STL (en mm para un correcto ajuste de tamaño), indicando el nivel de calidad, los detalles de la terminación, el material de impresión y la empresa te responderá cuál es el presupuesto final. Además, en su página web http://manzanasy3d.net/ cuentan con una galería de imágenes donde muestran algunos de sus trabajos y ofrecen unas tarifas orientativas.

Agrupaciones de impresoras:

La comunidad Maker también está bastante activa en la isla y existen bastantes agrupaciones con las que contactar si estás interesado de introducirte en este mundo:

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Plotabot

Plotabot es una comunidad creada por cuatro estudiantes de la ULL y cuyo objetivo es convertirse en el 3D Hubs canario. Su página web http://plotabot.com/ se encuentra todavía en desarrollo pero en ella se pueden consultar localizaciones de propietarios de impresoras 3D en la isla que ofrecen sus dispositivos a otros usuarios, y también cuenta con un blog en el publican continuamente noticias sobre impresión 3D.

Comunidades Maker

Además, existen también varias comunidades "Maker" que están realizando proyectos muy interesantes relacionados con las impresoras 3D:

NOMBRE	PÁGINA WEB
Canarnova	http://canarnova.blogspot.com.es/
FabLab Tenerife	https://www.facebook.com/FabLabTenerife
Orotava Hacker Space	http://www.orohack.com/
Tenerife Maker Space	http://tenerifemakerspace.wordpress.com/

Proyecto MoveFab

Hemos dejado para el final el proyecto MoveFab, un programa piloto desarrollado por la Universidad de La Laguna y gestionado por su Fundación General, que pretende fomentar la creatividad y el talento través de la fabricación digital. La importancia de este proyecto es que se está llevando a cabo en los centros educativos de la isla, con el objetivo de capacitar al alumnado de primaria y secundaria en competencias personales, profesionales, innovadoras y emprendedoras relacionadas con la fabricación digital. La actividad se centrará en una muestra itinerante expositiva y el desarrollo de sesiones a modo de talleres prácticos dirigidas por expertos y docentes de la Universidad de La Laguna.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

11. EXPERIENCIAS EDUCATIVAS CON IMPRESORAS 3D

La tecnología de impresión 3D se introdujo en el ámbito educativo a través de la Universidad en el año 2000. Debido a sus elevados costes (15.000 - 37.000€), las máquinas de prototipado rápido (Rapid Prototyping) como se las conocía entonces, estaban al alcance de muy pocos centros. Con la aparición de RepRap y la llegada de las impresoras de bajo coste la tecnología comenzó a ser más accesible.

Se muestran a continuación algunas experiencias educativas llevadas a cabo en centros universitarios:

2002 – University of Illinois

En la Universidad de Illinois emplearon la tecnología de prototipado rápido para realizar un estudio experimental sobre la mejora de las capacidades espaciales de los estudiantes (Jason T. Czapka, 2002).

2009 - Atlantic State University

Esta Universidad del Estado de Georgia introdujo dentro de su titulación en ingeniería gráfica un módulo sobre la tecnología de prototipado rápido (Wayne M. Johnson, 2009). Las razones sobre las que se apoyaban eran:

1) Dar a conocer entre sus estudiantes una tecnología en crecimiento y que podía ser muy útil para la visualización de diseños.
2) Mejorar las capacidades espaciales de los alumnos.
3) Aportar a los alumnos experiencias prácticas a través de la creación de modelos 3D.
4) Exponer a los estudiantes al proceso de fabricación de una máquina de prototipado rápido y que fabriquen sus propios modelos.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

2012 – University of Alabama/ University of Nevada

En algunas universidades estadounidenses se está incorporando la impresión 3D como un servicio más dentro de las bibliotecas. Con el objetivo de traer nuevos usuarios ponen a disposición de los estudiantes, profesores y resto de personal de la universidad varios espacios de trabajo equipados con ordenadores, escáner 3D e impresoras 3D. Al comienzo se ofrecen talleres de iniciación para aprender a utilizar las herramientas básicas y posteriormente se permite trabajar a los usuarios de manera autónoma. (Colegrove, 2012) (Vincent F. Scalfani, 2012)

2012/2013 – Universidad de La Laguna

En el curso 2012/2013 un grupo de profesores de la ULL llevaron a cabo un Proyecto de Innovación Docente denominado "**Transformación de diseños virtuales 3D en maquetas reales mediante el uso de impresoras 3d de bajo coste**". (Jose Luis Saorín Pérez, 2013)

1. Objetivo

El propósito principal de este proyecto de innovación era ofrecer a los alumnos la posibilidad de trabajar con impresoras 3D de bajo coste para fabricar diseños creados previamente usando programas de diseño asistido 3D y valorar el impacto que el uso de las impresoras 3D tenía en el proceso de aprendizaje.

2. Participantes

En el proyecto participaron un total de 270 alumnos, estudiantes de ingeniería agrícola, informática y electrónica.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

3. Recursos utilizados

Los recursos empleados en este proyecto:

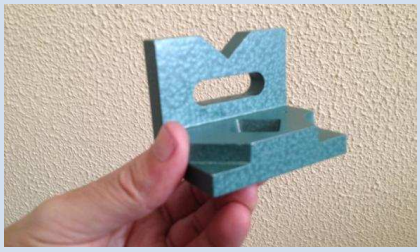
Entorno Web www.anfore3D.com:

Se ha utilizado este recurso como propuesta de un taller de modelado 3D. Los alumnos tienen que crear alguno de los modelos y dichos modelos se intentarán imprimir en 3D



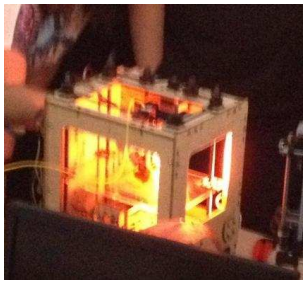
Piezas metálicas (Maditeg)

Se ha utilizado este recurso como propuesta para que los alumnos dibujen los planos de una pieza, hagan los modelos 3D y puedan finalmente imprimir una copia de la misma



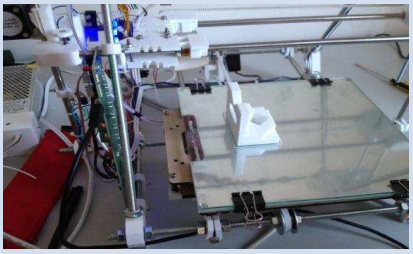
Impresora 3D 1 (MarkerBot):

Para imprimir las piezas se han utilizado dos imrpresoras 3D. La primera una markerBot de primera generación.



Impresora 3D 2 (Prusa Mendel):

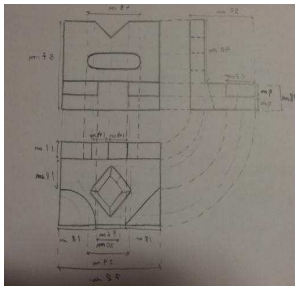
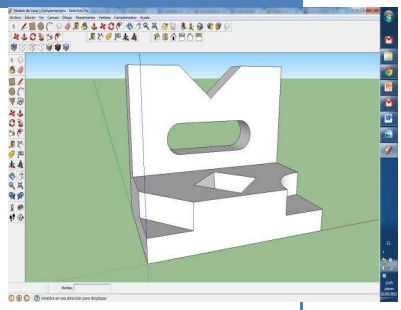
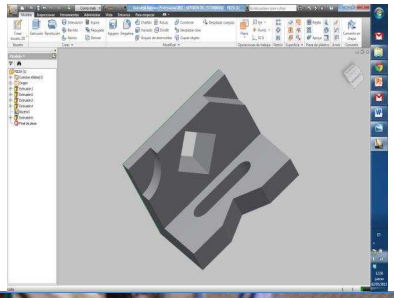
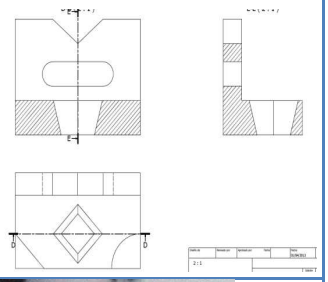
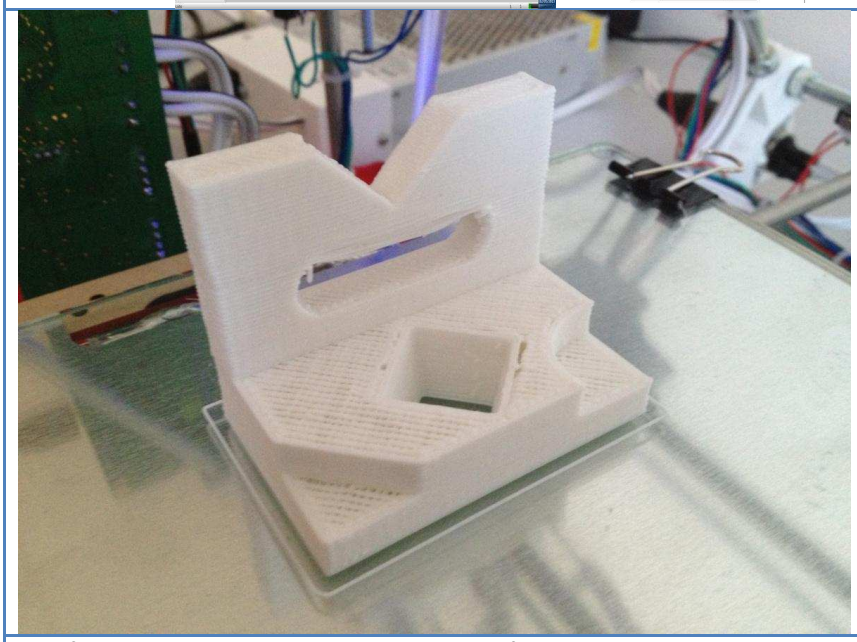
La segunda impresora utilizada ha sido una Prusa Mendel.



Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

4. Actividad realizada

Ejercicio realizado en clase partiendo de una pieza metálica. Los alumnos lo modelan, elaboran los planos y finalmente se imprime en la impresora 3D.

En la foto se puede ver todo el proceso de impresión de una segunda pieza realizada por los alumnos

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA*
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
Fecha 2014/06/08 12:07:49

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ
2014/06/09 12:06:43

5. Valoración de los alumnos

Al terminar la actividad los alumnos contestaron a un cuestionario para valorar la influencia de las impresoras 3D en su proceso de aprendizaje. Los resultados que obtuvieron fueron los siguientes:

	Valoración de 1 a 5
La posibilidad de imprimir en 3D las piezas diseñadas me permite mejorar mi aprendizaje de Expresión Gráfica ya que puedo descubrir errores de diseño	**4,07**
La posibilidad de imprimir en 3D las piezas diseñadas aumentan la motivación del grupo para realizar el trabajo	**4,29**
Dentro de 5 años las impresoras 3D serán de uso generalizado en muchos aspectos de la ingeniería de diseño	**4,64**
El modelo digital del Teide impreso en 3D me ayuda a interpretar el relieve	**4,73**
Creo que el uso de impresoras 3D facilita la comprensión de contenidos relacionados con la topografía: relieve, desmontes, terraplenes…	**4,19**

Hemos visto algunas experiencias educativas con impresoras 3D en el contexto de enseñanza universitaria, que es la manera a través de la cual se introdujo la tecnología del prototipado rápido o impresión 3D en la educación. No obstante, a causa del descenso en el precio de los dispositivos marcado especialmente por la aparición de las comunidades Maker y las impresoras de bajo coste, las impresoras 3D son en estos momentos accesibles para otros niveles de enseñanza.

Se van mencionar en las próximas páginas prácticas llevadas a cabo en institutos de Bachillerato, Educación Secundaria y Primaria.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

2007 - Ontario High School

En la asignatura de diseño asistido de este instituto de Ohio, los alumnos llevaron a cabo un proyecto empleando la impresora 3D Spectrum Z 510 de la empresa Z Corp.



IMPRESORA SPECTRUM Z 510

El objetivo de la actividad era que los alumnos tuvieran la oportunidad de cerrar el proceso que comenzaron desde que generaron su idea, crearon un boceto y elaboraron su modelo 3D en el ordenador.

Según su profesor, usar esta nueva tecnología y especialmente ver el resultado de sus proyectos físicamente supone una motivación extra para los alumnos y los prepara para el ejercicio profesional. (Corporation, 2007)





MODELOS CREADOS POR LOS ALUMNOS

2007 – Staten Island High School

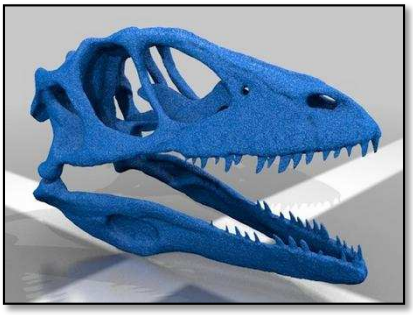
Este instituto especializado en preparar a sus alumnos para estudio de ingeniería convirtió su clase en el departamento de ingeniería de una empresa, usando la impresora 3D Zprinter para crear sus propios prototipos. Según su profesor, la impresión 3D proporciona a los estudiantes una mejor comprensión de sus diseños y los alumnos están en contacto con la tecnología que utilizarán en el futuro. (Zcorporation, 2007)

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

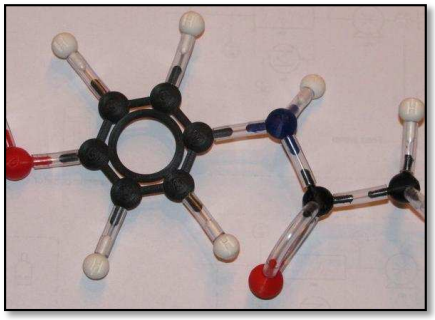
2008 – Thingiverse

Thingiverse es un portal web creado por industrias MakerBot en el año 2008 que está dedicado a la distribución de archivos web creados por los usuarios. Proporciona un hardware de código abierto y los usuarios pueden elegir el tipo de licencia que desean dar a los diseños que comparten.

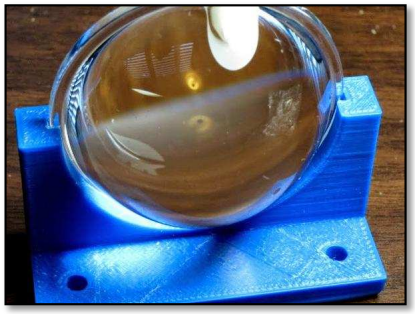
El motivo de que Thingiverse se encuentre en este capítulo de experiencias educativas es que en su base de datos tienen un espacio reservado para la educación, en el que ponen a disposición de los centros escolares materiales didácticos que van desde formas geómetricas para la asignatura de Matemáticas hasta réplicas de fósiles para Historia o Geología.



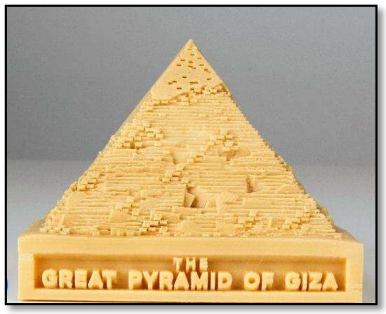
CRÁNEO DE DINOSAURIO



MODELO MOLECULAR ESTABLE PARA LA CLASE DE QUÍMICA



SOPORTE DE LENTE PARA REALIZAR EXPERIMENTOS ÓPTICOS EN



PIRÁMIDE EGIPCIA PARA LA CLASE DE HISTORIA

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

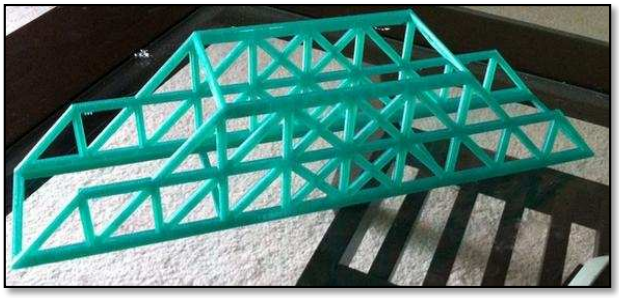
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ



FUNCIÓN REPRESENTADA PARA CLASES DE MATEMÁTICAS



MAPA GEOGRÁFICO DE ÁFRICA



ENTRAMADO DE VIGAS PARA TECNOLOGÍA

En cuanto a las enseñanzas primarias, no existen muchas experiencias educativas que empleen la tecnología de la impresión 3D. A continuación se van a comentar algunos proyectos que emplean impresoras 3D y están orientados a niños:

2009 - KIDE

KIDE fue iniciado por Dejan Mitrovic en Londres en el año 2009 como un proyecto de diseño educativo para los niños de las escuelas primarias y desde entonces ha llevado a cabo su actividad en varios países de todo el mundo.

KIDE es un programa educativo que combina juegos creativos y talleres para desarrollar habilidades constructivas y de ingeniería de diseño en los niños a través del juego. Permite a los niños diseñar y fabricar sus propios juguetes 3D en las escuelas. Se trata de un sistema completo, que incluye impresoras 3D con software sencillo y

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

muchos juegos con tareas creativas. En el Reino Unido, el programa cubre diferentes temas y se integra en diversos elementos del plan de estudios nacional.



Kideville en la 3D PrintShow 2013 de Londres

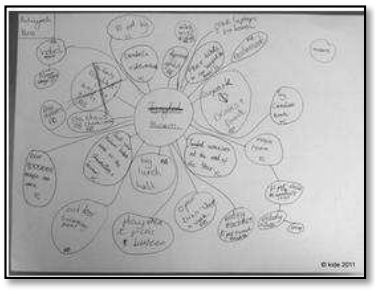
En el mundo actual donde el juego de los niños, la comunicación e incluso el aprendizaje tienen un alto componente virtual, todavía existe la necesidad de un vínculo con el mundo real. El objetivo de KIDE es conseguir que los niños usen y perciban los ordenadores como una herramienta creativa y al mismo tiempo educarlos acerca de los materiales, el consumismo y la economía circular.

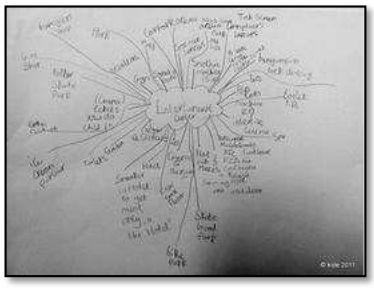
Kideville

Este proyecto desarrollado por KIDE enseña a los niños a través del diseño colaborativo, ya que su objetivo es la creación, a través de un proyecto conjunto, de una ciudad, donde cada niño es el encargado de diseñar un elemento (oficina, escuela, hospital, museo) en su parcela de tierra, y contribuir de esta manera a levantar la ciudad Kideville.

El proceso cuenta con varias fases:

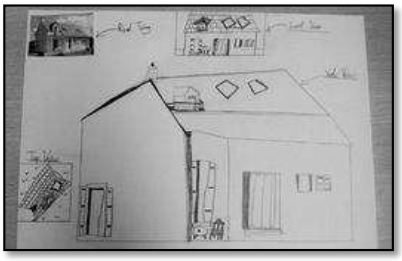
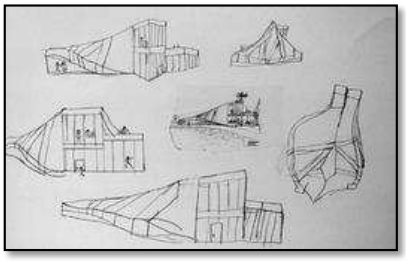
1. **Lluvia de ideas y bocetos**





Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

2. Desarrollo de la idea y dibujo detallado

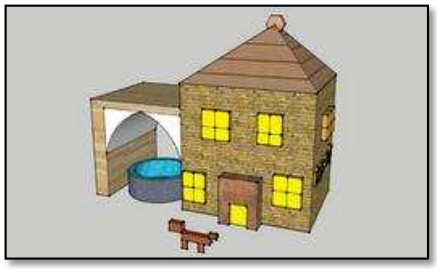
3. Prototipo en plastilina





4. Diseño del modelo en un programa de modelado 3D

Los chicos crean sus modelos usando el programa Sketchup de modelado 3D, que tiene un manejo bastante sencillo. De esta manera se introducen en los programas de diseño asistidos por ordenador.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

5. Impresión 3D de los diseños





2013 - Printcraft

Esta organización fue creada por grupo de jóvenes del Reino Unido a partir del videojuego Minecraft. Dada la popularidad del juego, decidieron crear un servidor propio del videojuego que ofrece la posibilidad de generar modelos 3D para imprimir.

El grupo Printcraft, aprovechando que muchos chicos sabían usar la plataforma Minecraft, ofrecieron sus servicios por las escuelas del Reino Unido como actividad extraescolar.

Para llevar a cabo la actividad necesitaban disponer de un aula informática con conexión a internet para poder acceder al servidor. Una vez dentro, los alumnos tenían la posibilidad de trabajar de manera autónoma en sus modelos. Posteriormente, Printcraft les daba la opción de generar el archivo .stl para poder imprimirlo en el caso de disponer de impresora 3D, o en caso contrario te ofrecen la posibilidad de utilizar algunos de los servicios de impresión comentados anteriormente como Shapeways o i.materialise.

Durante la realización de este Trabajo de Fin de Máster se ha llevado a cabo una experiencia educativa en un centro escolar empleando la tecnología de impresión 3D con alumnos de Primaria y Secundaria.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

12. PRÁCTICA EDUCATIVA CON IMPRESORA 3D

Introducción y objetivos

El principal objetivo de esta experiencia era realizar una actividad en el aula empleando la impresora 3D para comprobar la posibilidad de implementar esta tecnología en contextos educativos de enseñanza básica.

La actividad fue planificada y organizada de manera que se llevó a cabo durante un solo día, el 22 de abril, en tres sesiones distintas con grupos de Educación Primaria (3º y 5º) y un grupo de 4º ESO.

Contexto educativo

El centro educativo donde se realizó esta actividad es el Colegio Nuryana de San Cristóbal de La Laguna. Se trata de un centro concertado cuya oferta educativa va desde educación infantil hasta 2º de Bachillerato. Con los alumnos de 4º ESO la sesión se llevó a cabo en la asignatura de Educación Plástica y Visual con la colaboración de Luis Ortiz De Lejarazu San José, profesor de la asignatura, mientras que en los grupos de primaria la actividad se realizó en coordinación con las profesoras Esther Rizo García y Gema Ferrera Delgado.

Participantes

En la actividad participaron un total de 70 alumnos repartidos en tres niveles de edad. El primer grupo de 4º de ESO, 15-16 años, la segunda clase de 3º de Primaria, 8-9 años y por último, 5º de Primaria, 10-11 años.

GRUPO	Nº DE ALUMNOS
4º ESO	**16**
5º de Primaria	**26**
3º de Primaria	**28**

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Antes de comenzar la actividad, se realizó una breve encuesta a los alumnos para determinar el grado de contacto que tenían con dispositivos digitales durante su vida cotidiana. Las cuatro preguntas realizadas fueron:

1. Nº de alumnos que tienen alguna clase de tableta digital en su casa.
2. Nº de estudiantes que habían usado el videojuego Minecraft, muy similar a la aplicación Blokify empleada en la actividad.
3. Nº de alumnos que tenían ordenador portátil en su hogar.
4. Nº de alumnos que tienen un ordenador de mesa

Caracterización de los participantes			
CURSO	**4º ESO**	**5º Primaria**	**3º Primaria**
Total de alumnos	**16**	**26**	**28**
Nº de alumnos que tiene tabletas digitales en su hogar	**9/16**	**24/26**	**26/28**
Nº de alumnos que habían jugado al videojuego Minecraft	**4/16**	**11/26**	**18/28**
Nº estudiantes con ordenador portátil en casa	**15/16**	**25/26**	**26/28**
Nº de alumnos con ordenador de mesa	**16/16**	**25/26**	**28/28**

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Medios empleados

Equipo empleado	
1 Impresora 3D MakerBot Replicator 2	
8 Tabletas digitales	
1 adaptador VGA	
Enunciados en papel para realizar la actividad	
Cuestionarios para evaluar la actividad	

El equipo empleado para realizar la actividad fue aportado íntegramente por la Universidad de La Laguna, poniendo a disposición de los alumnos ocho tabletas digitales, la impresora 3D con la que trabajamos habitualmente, una MakerBot Replicator 2 y las fotocopias impresas con los enunciados/cuestionarios para realizar y evaluar el ejercicio. Como vemos, la logística no era muy cuantiosa y entre dos personas fuimos capaces de montar y desmontar todo el dispositivo para realizar las sesiones en tres aulas diferentes.

El colegio Nuryana cuenta con pizarras electrónicas y dispositivos Apple TV en todas las aulas, además de conexión Wifi en todo el centro. Sin embargo, nosotros no quisimos utilizar esas facilidades para comprobar que esta actividad sería también

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

posible llevarla a cabo en cualquier otro centro educativo que no dispusiera de estos recursos mencionados.

Descripción de la actividad

El título que le hemos dado a la actividad ha sido **"Juego como introducción al modelado 3D"** y en ella participan tres elementos fundamentales que son: el Taller Anfore del que hemos extraído los enunciados del ejercicio, la aplicación para tabletas digitales "*Blokify"* y la impresora 3D "MakerBot Replicator 2"

TALLER ANFORE + BLOKIFY + IMPRESORA 3D

A continuación vamos a comentar cómo de desarrolló la actividad durante las tres sesiones realizadas el 22 de abril. Fueron sesiones de 50 minutos, que es la duración que tienen las clases habitualmente en el colegio, aunque realmente el tiempo efectivo fueron unos 40 minutos aproximadamente descontando el tiempo de entrada a clase de los alumnos hasta que se comenzó a trabajar. Los chicos trabajaron en grupos de 2 o 3 miembros entre los que distribuimos las tabletas.

FASE 1

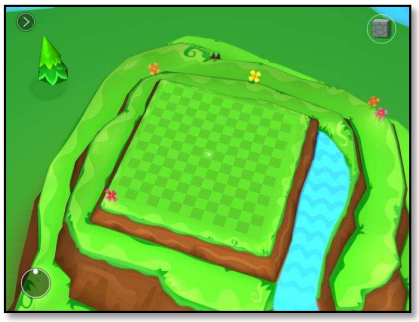
Introducción a la aplicación para dispositivos móviles "Blokify", una herramienta al estilo del videojuego "Minecraft" que permite a sus usuarios crear sus propios objetos en 3D sobre un tablero, pero con la posibilidad de hacerlos reales usando una impresora 3D.



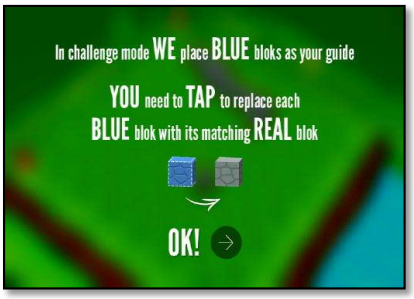
La manera de usar Blokify es muy intuitiva, una vez descargada la aplicación se accede al menú principal y accedemos al campo de trabajo que tiene una apariencia muy similar a la de un tablero de ajedrez. Las construcciones en Blokify se realizan mediante la colocación de bloques de una misma dimensión, si bien es cierto que hay varios modelos de bloques que se pueden utilizar y su número se puede ampliar a medida que se avanza en el juego.

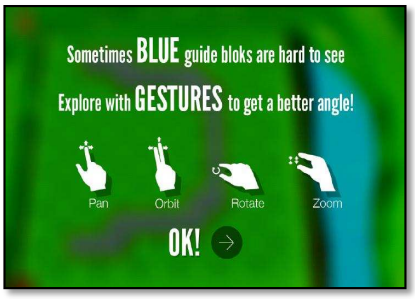
Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ





Para moverse en el entorno de la aplicación y saber cómo comenzar a construir, las imágenes que aparecen a continuación muestran de manera muy clara los pasos a seguir. La primera vez que entramos en la aplicación nos aparecen unas indicaciones básicas de cómo desplazarnos en la aplicación y de los diferentes modelos de juego disponibles.





FASE 2

En esta parte de la actividad comenzamos a introducir el aspecto educativo de la misma. Para ello recurriremos al Taller Anfore 3D, ubicado en http://www.anfore3d.com/ una página web con fines educativos elaborada por un grupo de profesores de la ULL que pretende acercar y aportar a los jóvenes herramientas para facilitar el desarrollo de sus capacidades de percepción visual.

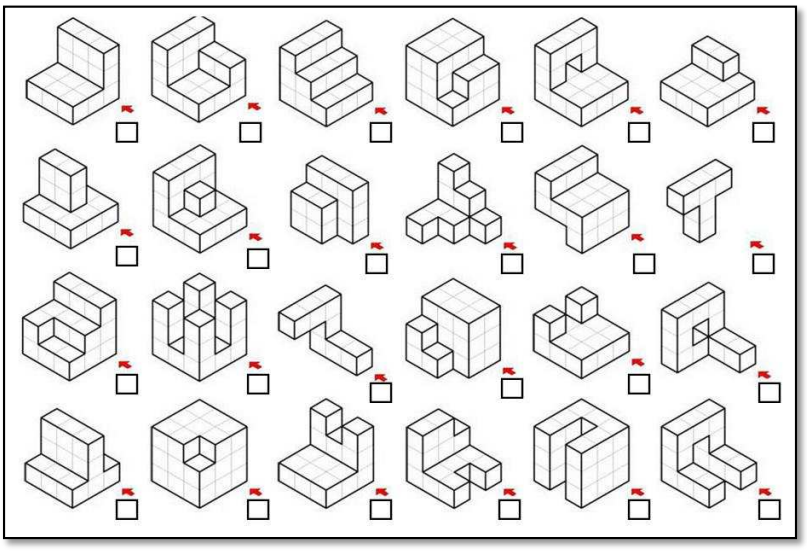
Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

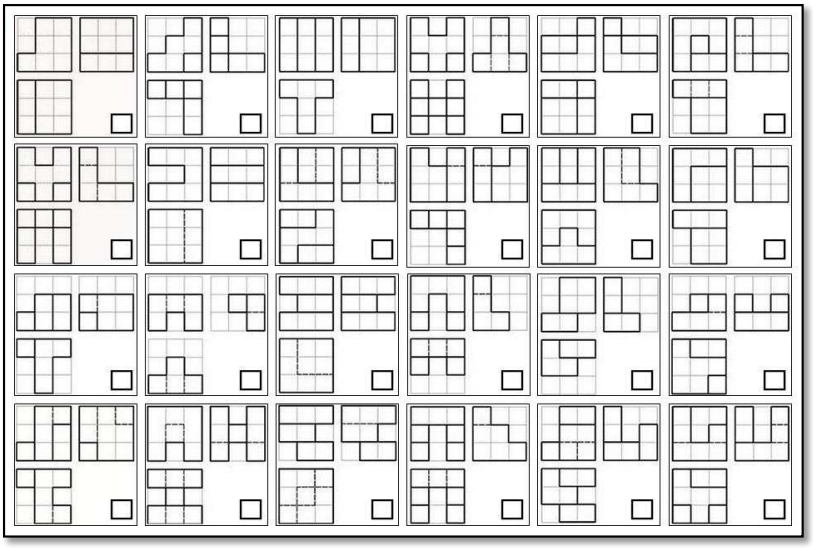
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

El taller contiene multitud de ejercicios pero para nuestra actividad nos vamos a centrar en los referentes a la perspectiva isométrica. Tenemos la opción de elegir entre varios niveles de dificultad, pero nosotros nos vamos a centrar en primer lugar en los ejercicios de iniciación, concretamente en la "Práctica 1.2: Nivel A" y posteriormente, dentro de los ejercicios de perfeccionamiento, en la "Práctica 2.1: Nivel A".



PRÁCTICA 1.2: NIVEL A



PRÁCTICA 2.1: NIVEL A

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

FASE 3 (duración 20 minutos)

A cada grupo de alumnos se le entregó una tableta y una hoja con todas las imágenes de los ejercicios de iniciación y perfeccionamiento del grupo A que comentamos anteriormente, ya que son los únicos que se pueden construir en Blokify al estar formados por cubos exclusivamente y no contienen rampas o elementos circulares.

EJERCICIO

La tarea que se les propondrá a los alumnos es que, empleando la aplicación Blokify, construyan en primer lugar diez piezas correspondientes al Nivel 1.2 de Iniciación. Podían elegir las piezas que desearan de las 24 disponibles, sin seguir ningún tipo de orden, simplemente debían marcar la casilla situada junto a la pieza una vez habíamos dado nuestro visto bueno comprobando que la pieza era correcta.

A medida los alumnos iban obteniendo piezas, una de las posibilidades que les comentamos al comienzo que ofrecía esta aplicación es la de generar el archivo ".stl" directamente para poder imprimir nuestro modelo. Esto nos daba la oportunidad de imprimir algunos de los modelos que los chicos crearon en el aula, es decir, convertir en un objeto tangible algo que había sido fabricado segundos antes a través de una realidad virtual.

Una vez los grupos conseguían fabricar las 10 piezas del nivel de iniciación conseguían pasar al siguiente nivel, en el cual se aumentaba el grado de dificultad pues los alumnos debían construir las piezas teniendo como datos tres vistas de la figura (Alzado, Planta y Perfil Izquierdo), como se puede ver en la imagen de la página anterior.

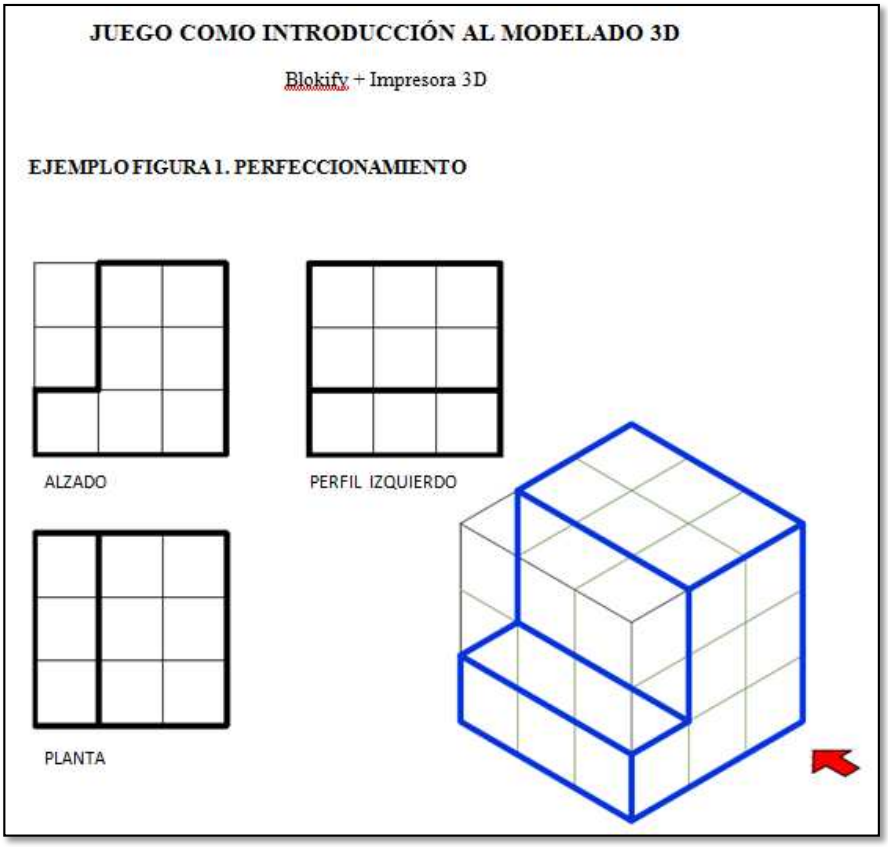
Este segundo ejercicio era el más arriesgado y experimental, no para los alumnos de 4º ESO que ya estaban familiarizados con la representación de vistas y se les presupone cierto grado de visión espacial, pero si para los grupos de Primaria porque era un campo inexplorado para ellos y un vocabulario también desconocido. Nuestra manera de afrontar este problema fue bastante sencilla, a medida que los grupos conseguían las diez piezas se les daba la hoja del Nivel Perfeccionamiento que ya hemos visto, acompañada de una figura resuelta a modo de ejemplo. Además, a cada grupo se le le daba una explicación que no superaba los 2 minutos para explicarles básicamente el significado de los términos planta, alzado y perfil izquierdo.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ



EJEMPLO PARA LA REALIZACIÓN DEL 2º EJERCICIO

El modo de corrección de este segundo nivel de dificultad fue el mismo que el anterior, a medida que los grupos conseguían sus piezas nosotros comprobábamos que era correcta y podían anotarla como conseguida.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Ejemplo de realización de la tarea

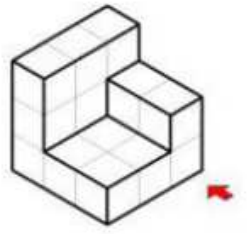
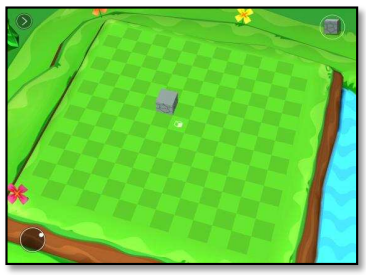


FIGURA SELECCIONADA

Para colocar los bloques solamente hay que pulsar sobre la casilla donde queremos situarlo. En la esquina superior derecha podemos seleccionar otros modelos de bloques disponibles, cuyo número puede ir aumentando a medida que avanzamos en el juego.

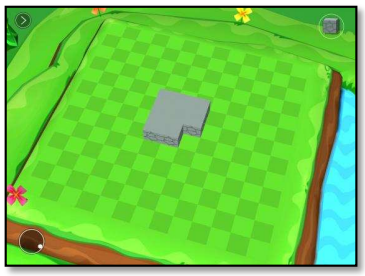
1



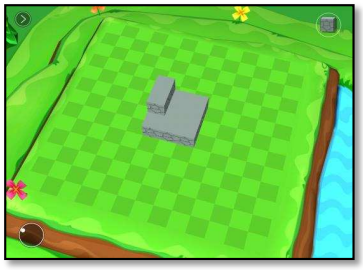
2



3



4



5



Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA*
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
Fecha 2014/06/08 12:07:49

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ
2014/06/09 12:06:43

FASE 4

Transcurridos los minutos que habíamos estipulado para realizar el ejercicio, el resto del tiempo hasta el final de la sesión se dedicó a que los alumnos se movieran por la clase con total libertad, vieran la impresora 3D y cómo funciona esta tecnología de primera mano, nos preguntaran lo que quisieran y se llevaran de recuerdo alguna pieza para sus casas. Como el tiempo de fabricación de las piezas en la impresora no es muy rápido, habíamos previsto este tema y llevamos un amplio muestrario con todas las piezas del Taller Anfore para que cada alumno eligiera alguna para llevarse como recuerdo.



IMPRESORA 3D FABRICANDO EN LA CLASE DE LUIS



DOS ALUMNAS JUGANDO CON BLOKIFY

Evaluación de la actividad

Un aspecto fundamental que queríamos valorar tras esta actividad era la opinión de los participantes. Por ello, en los últimos minutos de cada sesión se pasó un breve cuestionario de diez preguntas a los alumnos para medir la utilidad del ejercicio y su opinión respecto a la eficacia del mismo. Las preguntas de la encuesta fueron las mismas para ambos grupos, si bien es cierto que para los grupos de Primaria se modificó el vocabulario de alguna pregunta para facilitar la comprensión por parte de los alumnos.

A continuación vemos el cuestionario que contestaron los alumnos de 4º ESO:

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

1	Blokify es una aplicación sencilla de utilizar.		Nada de acuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo
2	¿Piensas que es más sencillo realizar las figuras en Blokify que en el papel?		Nada de acuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo
3	La actividad contribuye a mejorar la visión espacial.		Nada de acuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo
4	¿Crees que es acertada la orientación educativa de la aplicación Blokify?		Nada de acuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo
5	La incorporación de tabletas al aula es estimulante para los alumnos.		Nada de acuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo
6	Me gustaría que se incorporaran más actividades de este estilo al temario de la asignatura.		Nada de acuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo
7	Ha sido sencillo realizar la actividad siguiendo las instrucciones recibidas.		Nada de acuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo
8	Prefiero trabajar con tabletas que hacerlo usando reglas, lápiz y papel.		Nada de acuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo
9	El uso de impresoras 3D en el aula, incrementa la motivación de los alumnos debido a la posibilidad de ver su proyecto terminado.		Nada de acuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo
10	Usar una impresora 3D es fácil y viable en un aula.		Nada de acuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Análisis de resultados

Con el objetivo de obtener resultados que nos permitieran extraer conclusiones y valorar el impacto de la actividad sobre los alumnos, se ha realizado un análisis de los ejercicios realizados por los participantes, así como de los cuestionarios de satisfacción que respondieron los estudiantes al finalizar la sesión.

Resultados de la actividad por grupo:

Los chicos de 4º ESO, que trabajaron por parejas, fueron capaces de completar el nivel de iniciación y la mayoría de los grupos consiguió resolver más de cinco piezas del nivel de perfeccionamiento. Este grupo de alumnos lleva dos años en la asignatura de Dibujo Técnico.

		Nº PIEZAS INICIACIÓN	Nº PIEZAS PERFECCIONAMIENTO
4º ESO	GRUPO 1	10	15
	GRUPO 2	10	5
	GRUPO 3	10	2
	GRUPO 4	10	0
	GRUPO 5	10	8
	GRUPO 6	10	10
	GRUPO 7	10	9
	GRUPO 8	10	7

En 5º de Primaria los alumnos trabajaron en grupos de 3 a 4 individuos y desconocían el Dibujo Técnico y conceptos como la visión espacial. Por otro lado, la mayoría estaban familiarizados con el videojuego Minecraft y se manejaban con bastante soltura con la tableta y la aplicación Blokify. Más del 60% de los grupos completó el nivel de iniciación, y el 80% de los grupos que lo hicieron fueron capaces de realizar al menos dos piezas del siguiente nivel.

		Nº PIEZAS INICIACIÓN	Nº PIEZAS PERFECCIONAMIENTO
5º Primaria	GRUPO 1	10	2
	GRUPO 2	7	0
	GRUPO 3	10	2
	GRUPO 4	10	2
	GRUPO 5	7	0
	GRUPO 6	8	0
	GRUPO 7	10	0
	GRUPO 8	10	3

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

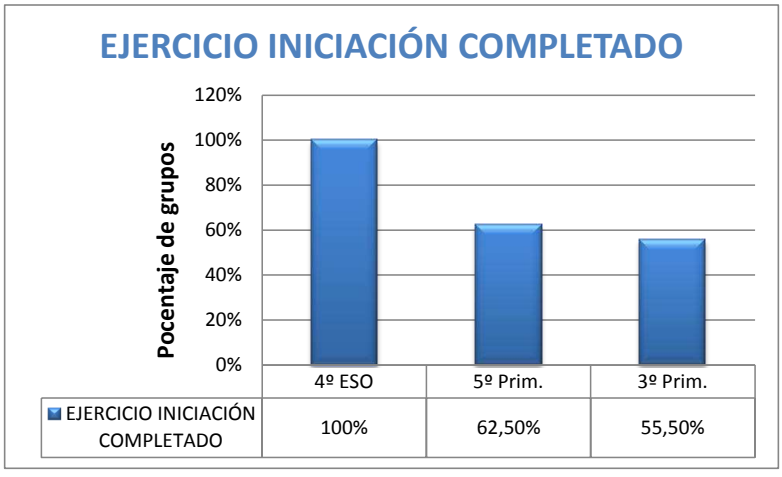
Finalmente, los chicos de 3º de Primaria obtuvieron resultados poco inferiores respecto del grupo anterior. Del total de nueve grupos, cinco consiguieron alcanzar el nivel de perfeccionamiento y tres lograron realizar al menos una pieza.

		Nº PIEZAS INICIACIÓN	Nº PIEZAS PERFECCIONAMIENTO
3º Primaria	GRUPO 1	10	1
	GRUPO 2	10	0
	GRUPO 3	10	2
	GRUPO 4	10	1
	GRUPO 5	7	0
	GRUPO 6	10	0
	GRUPO 7	9	0
	GRUPO 8	8	0
	GRUPO 9	9	0

Cabe recordar que los grupos de Primaria desconocían el modo de afrontar el nivel de perfeccionamiento, así como el vocabulario empleado en el ejemplo. La metodología para resolver el ejercicio se les explicó de manera muy breve en el momento de entrega del enunciado.

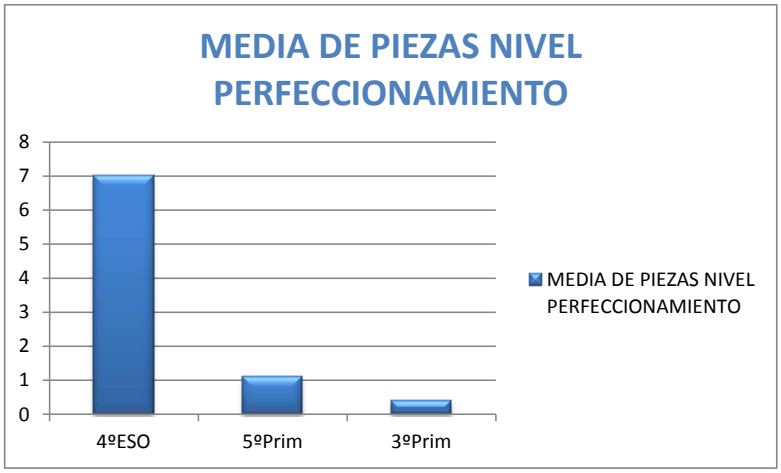
Comparativa por cursos:

Si analizamos los resultados globalmente podemos ver que el porcentaje de grupos que completaron el nivel iniciación decrece a medida que bajamos el nivel educativo. También podemos observar que mientras las diferencias entre 4º ESO y 5º son notables, no hay mucha distancia entre los dos grupos de Primaria.

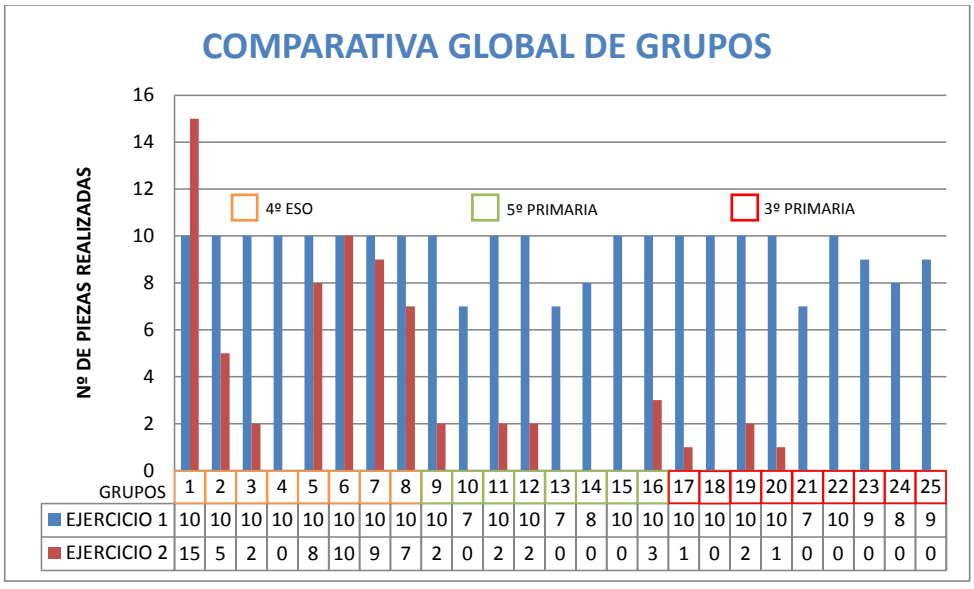


Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

En cuanto a los grupos que lograron alcanzar el nivel de perfeccionamiento, la siguiente gráfica muestra la media de piezas completadas en este nivel. El grupo de 4º ESO, que conocía las herramientas y la metodología para realizar ejercicio de este tipo, obtuvo los mejores resultados. En las otras dos sesiones, en la que se explicó la manera de hacer el ejercicio sobre la marcha, los alumnos consiguieron fabricar menos piezas.



La última gráfica que realizamos representa el número de piezas realizadas por cada uno de los 25 grupos que participaron en la actividad. En color azul el número de piezas alcanzadas en el nivel iniciación con un tope máximo de diez piezas.



GRUPOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
EJERCICIO 1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	10	10	7	8	10	10	10	10	10	10	7	10	9	8	9
EJERCICIO 2	15	5	2	0	8	10	9	7	2	0	2	2	0	0	0	3	1	0	2	1	0	0	0	0	0

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Valoración de los alumnos

Para medir la utilidad de la actividad, se realizó una encuesta de satisfacción entre los participantes utilizando la escala Likert del 1 al 5.

N	Pregunta (Escala Likert 1 a 5)	4º ESO	5º Prim.	3º Prim.	Total
1	Blokify es una aplicación sencilla de utilizar.	4.25	4.57	4.85	4.56
2	¿Piensas que es más sencillo realizar las figuras en Blokify que en el papel?	4.75	4.34	4.32	4.47
3	La actividad contribuye a mejorar la visión espacial.	4.25	4.26	3.67	4.06
4	¿Crees que es acertada la orientación educativa de la aplicación Blokify?	4.18	4.26	4.32	4.25
5	La incorporación de tabletas al aula es estimulante para los alumnos.	4.62	4.38	4.10	4.37
6	Me gustaría que se incorporaran más actividades de este estilo al temario de la asignatura.	4.93	4.80	4.64	4.79
7	Ha sido sencillo realizar la actividad siguiendo las instrucciones recibidas.	4.81	4.46	4.64	4.64
8	Prefiero trabajar con tabletas que hacerlo usando reglas, lápiz y papel.	4.62	4.26	4.82	4.57
9	El uso de impresoras 3D en el aula, incrementa la motivación de los alumnos debido a la posibilidad de ver su proyecto terminado.	4.18	4.15	4.85	4.39
10	Usar una impresora 3D es fácil y viable en un aula.	3.5	3.84	4.28	3.87

Los resultados de los cuestionarios muestran que el 90% de las preguntas tuvieron una puntuación superior al 4,00 sobre 5,00. Se puede desechar la cuestión número 3 sobre la mejora de la visión espacial en los grupos de Primaria, ya que es un concepto que la mayoría desconocía.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

13. PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁTICA

A raíz de la actividad llevada a cabo en el Colegio Nuryana se ha elaborado una propuesta de unidad didáctica con el objetivo de generar un material educativo más amplio que pudiera ser incluido en el currículo de alguna asignatura.

Título: " Juego como introducción al modelado 3D"
Área/ Materia: Tecnología / Dibujo, Diseño y Artes Plásticas.
Nivel: Primaria, Eso y Bachiller.

1. Para Comenzar

"Blokify" es una herramienta al estilo "Minecraft" o "Lego" que permite a sus usuarios crear sus propios objetos en 3D sobre un tablero, pero con la posibilidad de hacerlos reales usando una impresora 3D. Las construcciones en Blokify se realizan mediante la colocación de bloques de una misma dimensión. Es una aplicación gratuita disponible para iPad y iPhone.

En el siguiente vídeo promocional podrás descubrir cómo funciona:



Video promocional de Blokify para iPad y iPhone
http://www.youtube.com/watch?v=KqjDa55IkeE

2. Objetivos Didácticos

Los Objetivos Didácticos de esta actividad relacionados con la materia son:

- Comprender y representar formas y modelos 3D.
- Mejorar las habilidades espaciales mediante herramientas digitales a base de juegos.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

- Expresarse con creatividad, mediante el uso de las herramientas del lenguaje plástico y visual actual y saber relacionarlas con otros ámbitos de
- conocimiento.
- Utilizar, reconocer e interpretar las diversas técnicas plásticas y visuales y las tecnologías de la información y la comunicación para aplicarlas en
- las propias creaciones.
- Representar cuerpos y espacios simples mediante el uso de la perspectiva, las proporciones y la representación de las cualidades de las superficies y el detalle de manera que sean eficaces para la comunicación.
- Planificar de forma individual y cooperativa el proceso de realización de un objeto partiendo de unos objetivos prefijados, reflexionar sobre él y revisar y valorar, al final de cada fase, el estado de su consecución.

3. Competencias Básicas

Con la tarea planteada se pretende el desarrollo de las siguientes Competencias Básicas:

C. Competencia en el conocimiento y en la interacción con el mundo físico.

- Realizar observaciones directas con conciencia del marco teórico.
- Interpretar la información recibida para predecir y tomar decisiones.
- Planificar y manejar soluciones técnicas.

D. Tratamiento de la información y competencia digital

- Hacer uso habitual de los recursos tecnológicos disponibles.

F. Competencia cultural y artística

- Emplear algunos recursos para realizar creaciones propias.
- Cultivar la propia capacidad estética y creadora.
- Poner en funcionamiento la iniciativa, la imaginación y la creatividad para expresarse mediante códigos artísticos.

G. Competencia para aprender a aprender

- Saber transformar la información en conocimiento propio.
- Aplicar los nuevos conocimientos y capacidades en situaciones parecidas y contextos diversos.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

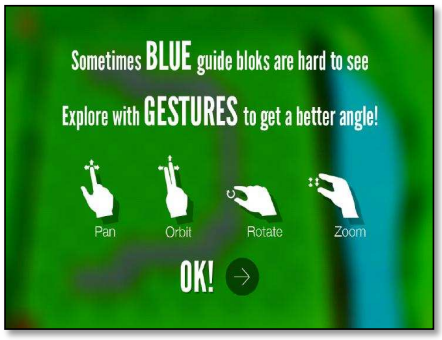
4. Taller de Actividades

Taller de Actividades – A1

Actividad 1

La actividad pretende acercar y aportar a los jóvenes herramientas para facilitar el desarrollo de sus capacidades de percepción visual. La actividad consiste en trabajar las vistas normalizadas.

Estas son las indicaciones básicas de cómo desplazarnos en la aplicación y de los diferentes modelos de juego disponibles.



Para colocar un bloque solo toca la pantalla en el sitio que deseas ponerlo. Para mejorar la visión mueve el entorno 3D:

Pan: mover a la izquierda o derecha, acercar o alejar el tablero.

Orbit: Mover el tablero en los 3 ejes

Rotate: Girar el tablero.

Zoom: Acercar o alejar.

Se entregan los pdf impresos con todas las imágenes de los ejercicios de iniciación y perfeccionamiento. Son figuras que se pueden construir en Blokify al estar formados por cubos exclusivamente y no contienen rampas o elementos circulares.

- Pdf: pdf anfore iniciación
  https://www.dropbox.com/s/3o8nljm8grtkvaq/P1.2_NIVEL%20A.pdf

- Pdf: anfore pdf perfeccionamiento
  https://www.dropbox.com/s/fspxdaq6i2xb01h/P2.1_NIVEL%20A.pdf

La tarea que se les propondrá a los alumnos es que, empleando la aplicación Blokify, realicen el mayor número de piezas posibles en el tiempo que resta hasta finalizar la sesión.

Realizando primero una figura de los ejercicios de iniciación y después una de perfeccionamiento. Y así sucesivamente.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA*
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
Fecha 2014/06/08 12:07:49

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ
2014/06/09 12:06:43




Empezamos con un espacio tipo tablero de ajedrez. Podemos elegir diferentes tipos de bloques al pulsar en el icono arriba a la derecha.





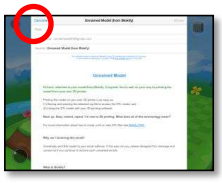
Construimos las figuras a base de añadir bloques. Para eliminar los bloques, mantenemos uno de ellos pulsado y se borra.





Giramos y rotamos el espacio para visualizar las zonas donde queremos colocar más bloques.



Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

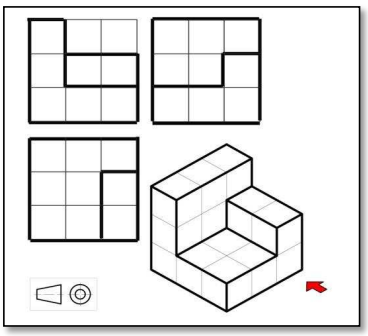
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

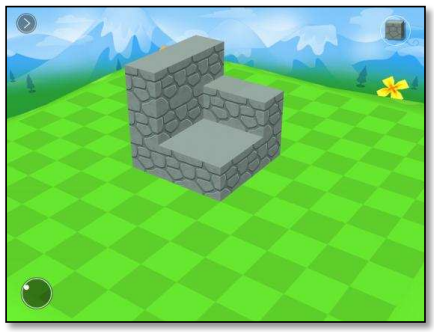
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

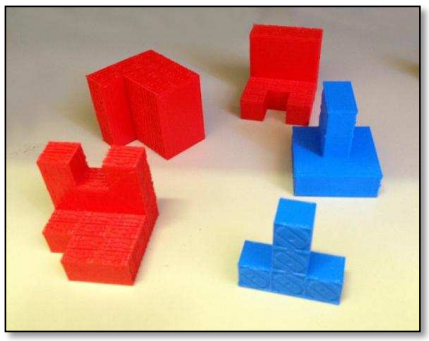
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

A medida que van obteniendo las piezas, una de las posibilidades que comentamos al comienzo que ofrece la aplicación es la de generar el archivo ".stl" directamente para poder imprimir nuestro modelo en una impresora 3D.

Pulsamos en la flecha que aparece a la derecha, luego elegimos la opción 3D Print y ahí "email to me", enviándonos el archivo por email.
Ejemplo del ejercicio:







Taller de Actividades – A2

Actividad 2

Esta actividad sirve para estimular y promover la propia capacidad estética y creadora y poner en funcionamiento la iniciativa, la imaginación y la creatividad para expresarse mediante códigos artísticos.

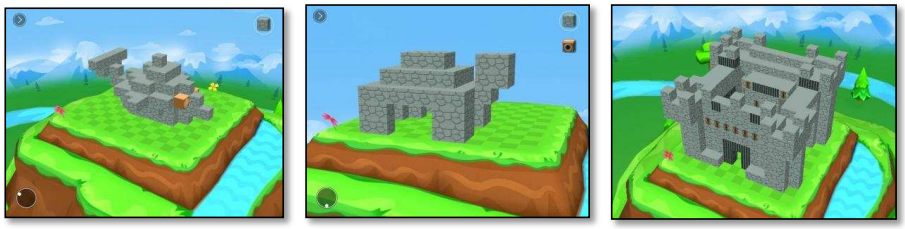
Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Se deja a los niños libertad para construir un castillo, barco, coche, escultura, etc., lo más grande y detallado que permite la aplicación.



14. CONCLUSIONES

Al iniciar este Trabajo de Fin de Máster los objetivos planteados eran realizar un recorrido por todo lo referente a impresoras 3D en el mundo, y posteriormente introducirnos en el entorno educativo, ver qué proyectos se habían desarrollado en este sentido y llevar a cabo una experiencia educativa propia. De esta manera, el capítulo de conclusiones se va a desarrollar de acuerdo a ese orden.

1. Impresión 3D

- La llegada de las impresoras de bajo coste y el descenso en los precios de los dispositivos hace que sea posible su incorporación a los centros educativos de enseñanzas medias.
- Para que la presencia permanente de las impresoras 3D llegue a tener sentido deben mejorar aspectos como la velocidad de impresión.
    - Grandes compañías de la industria electrónica como Epson o HP se van a introducir en el mercado de impresión 3D en el año 2015 y se han propuesto como objetivos principales reducir los tiempos de impresión y los elevados costes de material.
- La aparición de nuevos materiales y tecnologías de impresión aumentan las posibilidades que pueden ofrecer las impresoras 3D en el futuro.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

- Los servicios de impresión permiten que no sea necesario disponer de una impresora 3D para poder fabricar tus diseños. Esto puede ser de utilidad en centros educativos con pocos recursos.

2. Impresoras 3D en educación

- El uso de impresoras 3D en el aula, incrementa la motivación de los alumnos debido a la posibilidad de ver su proyecto terminado (4,39 sobre 5 en la experiencia llevada a cabo en el colegio Nuryana).
- La impresión 3D proporciona a los estudiantes una mejor comprensión de sus diseños, lo que conlleva a una mejora del resultado final.
- Las impresoras 3D pueden tener sentido no sólo como elemento permanente en algunas asignaturas, también pueden ser útiles para dotar de material educativo a otras materias como se pudo ver con el portal Thingiverse.
- Hay muchas empresas interesadas en introducir la impresión 3D en los colegios, por ejemplo la empresa MakerBot se ha propuesto que en un plazo de dos años haya una impresora 3D en cada escuela pública de los Estados Unidos.

3. Experiencia educativa en el Colegio Nuryana

- Los alumnos prefieren realizar ejercicios de expresión gráfica mediante modelado 3D en tableta digital antes que hacerlos sobre el soporte de papel tradicional (4,57 sobre 5)
- El 87,4 % de los participantes cree que la utilización de tabletas digitales en el aula aumenta su motivación.
- A un 95,8% de los alumnos les gustaría tener actividades de este estilo dentro de alguna asignatura.
- La mayoría de los alumnos, especialmente los de menor edad, estaban habituados a manejar tabletas digitales y no tuvieron ninguna dificultad en trabajar con la aplicación Blokify a pesar de ser la primera vez que la usaban.
- El hecho de que varios grupos de Educación Primaria lograran llegar al nivel de perfeccionamiento y resolver algunas figuras sin tener conocimientos previos,

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

puede hacernos reflexionar sobre si empleando nuevas tecnologías se pueden acelerar los procesos de aprendizaje.

Como consecuencia de la realización de este Trabajo de Fin de Máster he participado en otros dos proyectos vinculados a la impresión 3D y la educación:

- Se ha enviado un artículo a la revista TESI (Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información) de la Universidad de Salamanca titulado "Juegos en tabletas digitales como introducción al modelado 3D y la impresión 3D".
- He participado como ponente en el curso sobre "**Modelado 3D e impresoras 3D de bajo coste para la tercera revolución industrial**" impartido desde el 07/04/2014 hasta el 11/04/2014 en la Fundación General de la Universidad de La Laguna.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

15. BIBLIOGRAFÍA

- Kang, Suk-Joong L. (2005), "History of Sintering".
- "The History of Litography", n. The History of Litography.
- Anderson, C. (2013). The Maker Movement: Tangible Goods Emerge From Ones and Zeros.
- Chua, C. L. (2003). Rapid Prototyping Principles and Applications.
- Colegrove, P. T. (2012). Beyond the Trend: 3D Printers Transforming Learning and Knowledge Creation.
- Corporation, Z. (2007). 'La impresión' 3D completa el ciclo de diseño de los estudiantes de un instituto de Ohio.
- Grasso, S. Y. (2009). Electric current activated/ assisted sinterization.
- Jason T. Czapka, M. H. (2002). Application of Rapid Prototyping Technology to Improve spatial skills.
- Jose Luis Saorín Pérez, J. d. (2013). Transformación de diseños virtuales 3D en maquetas reales mediante el uso de impresoras 3D de bajo coste Proyecto de Innovaciòn Educativa Curso 2012-13 Universidad de La Laguna.
- LEITAT, T. C. (s.f.). Introducción a la fabricación aditiva.
- Lipson, H. &. (2013). Fabricaed: The New World of 3D Printing.
- Rifkin, J. (2013). The Third Industrial Revolution.
- Vincent F. Scalfani, J. S. (2012). A Model for Managing 3D Printing Services in Academic Libraries.
- Wayne M. Johnson, C. W. (2009). Employing Rapid Prototyping in a First-Year.
- Zcorporation. (2007). Un instituto convierte la clase en una simulación de una empresa con impresión 3D.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

PÁGINAS WEB CONSULTADAS
http://www.ecointeligencia.com/
http://www.aniwaa.com/
http://www.imprimalia3d.com/
http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto_RepRap
http://www.shapeways.com/
http://www.i.materialise.com
http://www.sculpteo.com
http://www.thingiverse.com/
http://plotabot.com/
http://www.playkide.com/
http://www.thingiverse.com/
http://www.fg.ull.es/

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion
Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g
Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

ANEXOS

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

LISTADO DE IMPRESORAS 3D EN EL MERCADO

Este listado fue extraído a fecha del 26 de Mayo de 2014.

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Price compare - 3D printers

General | Details

Shop	Country	Manufacturer	Model	Assembled	Build envelope (W x D x H mm)	Image	Technology	Price (US$)	Lead time
QU-BD	USA	QU-BD	QU-BD One Up	DIY kit	100x100x125		FFF	$ 199.00	Pre Order
Makible	Hong Kong	Makible	A6 LT no heat bed	DIY kit	150x110x90		FFF	$ 200.00	Unknown
QU-BD	USA	QU-BD	QU-BD Two-Up	DIY kit	175x175x125		FFF	$ 279.00	Pre Order
Printrbot	USA	Printrbot	Printrbot Simple	DIY kit	102x102x102		FFF	$ 299.00	-
Makible	Hong Kong	Makible	A6 HT Acrylic with heat bed	DIY kit	150x110x90		FFF	$ 300.00	Unknown
Heacent	China	Heacent	Prusa Mendel 3DP01	DIY kit	200x200x100		FFF	$ 388.00	in stock
Heacent	China	Heacent	Prusa Mendel 3DP01	Yes	200x200x100		FFF	$ 393.00	in stock

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Boots Industries	Canada	Boots Industries	Rostock 3D Printer BI - DIY Kit	DIY kit	170x170x155		FFF	$ 449.00	sold out
Printrbot	USA	Printrbot	Printrbot Simple Assembled	Yes	102x102x102		FFF	$ 449.00	2-3 weeks
Mixshop	Canada	Mixshop	Prusa Mendel Full Kit (Excluding Printed Plastic Parts)	DIY kit	200x200x140		FFF	$ 479.00	1-2 weeks
Jelwek	Poland	Jelwek	Mark34	DIY kit	140x155x105			$ 493.00	out of stock
Portabee	Singapore	Portabee	Portabee 3D printer kit (unassembled)	DIY kit	120x120x120		FFF	$ 495.00	1 week
Romscraj	Singapore	Romscraj	Portabee 3D Printer Kit	DIY kit	135x135x120		FFF	$ 499.00	in stock
Invent Apart	USA	Invent Apart	RigidBot 10x10x10 kit	DIY kit	254x254x254		FFF	$ 499.00	-
Plastic Scribbler	USA	Plastic Scribbler	Asterid Model 1000S	Yes	204x204x204		FFF	$ 499.00	pre order

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

GADGETS3D	Poland	GADGETS3D	RepRap G3D	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 499.00	2 weeks
Mixshop	Canada	Mixshop	Mix G1 - 3D Printer kit	DIY kit	160x160x160		FFF	$ 499.00	1-2 weeks
RDMCU	China	RDMCU	Pangu	DIY kit	-		FFF	$ 500.00	in stock
Makerfarm	USA	Makerfarm	Prusa 6 "i3	DIY kit	152x152x152		FFF	$ 520.00	in stock
Eventorbot	USA	Eventorbot	Eventorbot 3D printer	DIY kit	203x254x152		FFF	$ 580.00	-
Makerfarm	USA	Makerfarm	Prusa 8 "i3 Kit	DIY kit	203x203x203		FFF	$ 590.00	in stock
Romscraj	Singapore	Romscraj	Portabee Go	Yes	120x178x131		FFF	$ 595.00	Pre-Order
Solidoodle	USA	Solidoodle	Solidoodle 2, Pro	Yes	152x152x152		FFF	$ 599.00	In stock

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Robo 3D	USA	Robo 3D	RoBo 3D "PLA Model" Fully Assembled	Yes	254x254x203		FFF	$ 599.00	4 weeks
mUVe 3D LLC	USA	mUVe 3D LLC	mUVe 1 Kit	DIY kit	145x145x185		SLA	$ 599.00	2-3 weeks
Printrbot	USA	Printrbot	Printrbot Jr (v2) kit	DIY kit	150x150x150		FFF	$ 599.00	2-3 weeks
GADGETS3D	Poland	GADGETS3D	RepRap Mendel Max 1.5 DIY KIT	DIY kit	-		FFF	$ 599.00	in stock
Portabee	Singapore	Romscraj	Durbie Prusa Mendel Reprap Complete Kit	DIY kit	200x200x140		FFF	$ 599.00	In stock
RepRapPro	UK	RepRapPro	Complete RepRapPro Huxley Kit	DIY kit	140x140x110		FFF	$ 637.00	-
Sedgwick	USA	Sedgwick	3D DLP-printer KIT	DIY kit	75x75x120		DLP	$ 649.00	2-3 weeks
Makemendel	India	Makemendel	RapidBot 1.0 Kit	DIY kit	220x220x165		FFF	$ 649.00	In stock

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Makemendel	India	Makemendel	RapidBot 2.0 Kit	DIY kit	220x220x165		FFF	$ 649.00	In stock
Blue Eagle Labs	USA	Blue Eagle Labs	Kossel Clear PLA Kit	DIY kit	279x279x279		FFF	$ 650.00	Dec 2013
Mbot-3D	China	Mbot-3D	Mbot Cube Single Head kit	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 669.00	in stock
Pirate 3D	Singapore	Pirate 3D	Buccaneer 3D printer	Yes	150x100x120		FFF	$ 681.00	Pre-order
Boots Industries	Canada	Boots Industries	Rostock 3D Printer BI	Yes	170x170x155		FFF	$ 699.00	sold out
Stellamove	South Korea	Stellamove	Rappy 3D Printer	Yes	170x170x150		FFF	$ 699.00	Pre-order
Weistek	China	Weistek	IdeaWerk Kit	DIY kit	150x150x140		FFF	$ 699.00	-
Printrbot	USA	Printrbot	Printrbot Jr. (v2)	Yes	150x150x150		FFF	$ 699.00	2-3 weeks

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Robo 3D	USA	RoBo 3D	RoBo 3D "ABS+PLA Model" Fully Assembled	Yes	254x229x203		FFF	$ 699.00	4 weeks
Makemendel	India	Makemendel	RapidBot 3.0 Kit	DIY kit	220x220x165		FFF	$ 699.00	In stock
3DD Plas	China	3DD Plas	Botreper	Yes	96x108x115		FFF	$ 726.00	in stock
Mbot-3D	China	Mbot 3D	Mbot Cube Dual Head kit	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 729.00	in stock
SeeMeCNC	USA	SeeMeCNC	Rostock MAX BYOE KIT	DIY kit	-		FFF	$ 749.00	3 days
Eckertech	Canada	Eckertech	ecksbot DIY kit	DIY kit	200x200x140		FFF	$ 749.95	in stock
Blue Eagle Labs	USA	Blue Eagle Labs	Kossel Clear ABS Kit	DIY kit	200x200x279		FFF	$ 750.00	Dec 2013
Store Open Electronics	Italy	Store Open Electronics	3Drag 3D printer	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 767.00	In stock

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Store Open Electronics	Italy	Store Open Electronics	3Drag-3D-printer-kit	DIY kit	-		FFF	$ 772.00	in stock
3D Stuffmaker	Australia	3D Stuffmaker	EVOLUTION DIY kit	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 795.00	-
NW RepRap	USA	NW RepRap	Prusa Mendel Iteration 2 Complete Kit	DIY kit	-		FFF	$ 799.00	-
Deezmaker	USA	Deezmaker	Bukito Portable Mini Printer Kit	DIY kit	140x150x124		FFF	$ 799.00	In stock
Solidoodle	USA	Solidoodle	Solidoodle 3D Printer, 3nd Generation	Yes	203x203x203		FFF	$ 799.00	In stock
Pirx	Poland	Pirx	Pirx	Yes	160x250x150		FFF	$ 799.00	pre order
WillyBot Cafe	Korea	Backho (White Tiger) company	Willybot 1.3	DIY kit	-		FFF	$ 800.00	7 days
RepRapPro	UK	RepRapPro	RepRapPro Mono Mendel	DIY kit	210x190x140		FFF	$ 802.00	-

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

SeeMeCNC	USA	SeeMeCNC	Rostock MAX BYOL KIT	DIY kit	279(d)x349		FFF	$ 825.00	3 days
Mojreprap	Poland	Mojreprap	Profabb GATE LE DIY Kit	DIY kit	190x220x230		FFF	$ 855.00	in stock
3D Stuffmaker	Australia	3D Stuffmaker	CREATOR	Yes	120x120x120		FFF	$ 895.00	-
eMotion Tech	France	eMotion Tech	Prusa Mendel I3	DIY kit	-		FFF	$ 895.00	-
PP3DP	China	PP3DP	UP! mini	Yes	120x120x120		FFF	$ 899.00	7 days
Invent Apart	USA	Invent Apart	RigidBot Big 3D printer	Yes	300x400x254		FFF	$ 899.00	-
Active 3D	UK	Active 3D	ARA - X	DIY kit	270x220x220		FFF	$ 899.00	in stock
Tantillus	USA	Tantillus	Tantillus 3D printer	DIY kit	100x100x100		FFF	$ 925.00	2-4 weeks

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

3DD Plas	China	3DD plas	Maplicator Replicator	Yes	225x145x150		FFF	$ 935.00	in stock
3D3.PL	Poland	3FX.eu	GolemD	Yes	140x150x140		FFF	$ 944.00	in stock
Conrad	Netherlands	Conrad	Velleman K8200	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 955.00	28 Nov 2013
Portabee	Singapore	Portabee	Panther 3D Printer	Yes	202x162x157		FFF	$ 960.00	4 weeks
Romscraj	Singapore	Romscraj	MOB 3D-printer	Yes	202x162x180		FFF	$ 960.00	in stock
3D Stuffmaker	Australia	3D Stuffmaker	Mega Prusa – Reprap 3D Printer DIY kit	DIY kit	290x270x200		FFF	$ 995.00	-
Mbot-3D	China	Mbot-3D	Mbot Cube Single head	Yes	260x230x200		FFF	$ 999.00	1 week
Tinkerine Studio	Canada	Tinkerine Studio	Litto 3D printer	DIY kit	135x120x175		FFF	$ 999.00	4-6 weeks

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

QU-BD	USA	QU-BD	Revolution 3D Printer	Yes	152x140x140		FFF	$ 999.00	6-8 weeks
QSOM Corporation	China	QSOM Corporation	Uncia 3D Printer	Yes	102x77x180		DLP	$ 999.00	Pre-order
Printrbot	USA	Printrbot	Assembled Printrbot PLUS	Yes	200x185x150		FFF	$ 999.00	2-3 weeks
Eckertech	Canada	Eckertech	ecksbot	Yes	200x200x140		FFF	$ 999.95	in stock
WASP Project	Italy	CSP	POWERWASP	Yes	260x200x210		FFF	$ 1,000.00	4 weeks Italy / 6 weeks elsewhere
3D Systems	USA	3D Systems	Cube 3	Yes	152x152x152		Plastic Jet Printing	$ 1,000.00	-
SeeMeCNC	USA	SeeMeCNC	Rostock MAX Complete 3D Printer Kit	DIY kit	279x279x349		FFF	$ 1,000.00	3 days
PEARL	Germany	PEARL	FreeSculpt 3D-Drucker EX1-Basic	Yes	225x145x150		FFF	$ 1,092.00	14 days

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

German RepRap GmbH	Germany	German RepRap GMBH	V2.0 3D-Drucker	DIY kit	-		FFF	$ 1,093.00	4 weeks
Mbot-3D	China	Mbot-3D	Mbot Cube double head	Yes	260x230x200		FFF	$ 1,099.00	1 week
Flashforge	China	Flashforge	Creator 2	Yes	225X145X150		FFF	$ 1,099.00	3 Months
Weistek	China	Weistek	IdeaWerk Assembled	Yes	150x150x140		FFF	$ 1,099.00	-
Felix Printers	Netherlands	Felix Printers	Felix 1.0 Complete Kit	DIY kit	260x200x200		FFF	$ 1,115.00	2-4 weeks
Reprapsource	Germany	Reprapsource	Prusa i3 Kit updated version	DIY kit	-		FFF	$ 1,143.00	In Stock
BatBot	South Korea	BatBot	BatBot 3D printer	DIY kit	180x180x210		FFF	$ 1,166.00	-
Dreammaker	China	Dreammaker	dreammaker	Yes	200x200x200		FFF	$ 1,167.00	in stock

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

York 3D Printers	UK	York 3D Printers	Buildabot 'Revolution' 3d Printer Kit	DIY kit	210x210x160		FFF	$ 1,180.00	3-5 weeks
RepRapPro	UK	RepRapPro	RepRapPro Tricolour Mendel	DIY kit	210x190x140		FFF	$ 1,189.00	-
Intelligent Machine Inc.	Taiwan	Intelligent Machine Inc.	Metalbot Metal RepRap compatible 3D printer	Yes	195x195x160		FFF	$ 1,190.00	-
3D Stuffmaker	Australia	3D Stuffmaker	EVOLUTION	Yes	200x200x200		FFF	$ 1,195.00	-
Flashforge	China	Flashforge	Creator	Yes	225X145X150		FFF	$ 1,199.00	2-4 weeks
Active 3D	UK	Active 3D	ARA - X	Yes	270x220x220		FFF	$ 1,199.00	in stock
3D Botic	USA	3D Botic	MendelBot MM151 DIY Kit	DIY kit	-		FFF	$ 1,199.00	in stock
Mendel Parts	Netherlands	Mendel Parts	Orca v0.43 Unassembled	DIY kit	250x220x190		FFF	$ 1,220.00	4-6 weeks

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Terawatt Industries	USA	Terawatt Industries	MendelMax 1.5	DIY kit	-		FFF	$ 1,225.00	in stock
PEARL	Germany	PEARL	FreeSculpt 3D-Drucker EX1-Plus	Yes	225x145x150		FFF	$ 1,229.00	14 days
Reprapsource	Germany	Reprapsource	Prusa i3 Kit Single Frame Version	DIY kit	-		FFF	$ 1,229.00	sold out
Sharebot	Italy	Sharebot	Mounting Kit Pro	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 1,231.00	30 days
Tinkerine Studio	Canada	Tinkerine Studio	Ditto Plus 3D printer	DIY kit	210x185x230		FFF	$ 1,249.00	3-5 weeks
Makemendel	India	Makemendel	RapidBot Mega	DIY kit	750x250x200		FFF	$ 1,250.00	3-4 Weeks
Sumpod	UK	Sumpod	Sumpod Aluminium	Yes	240x240x150		FFF	$ 1,286.00	sold out
Airwolf 3D	USA	Airwolf 3D	AW3D V.5	DIY kit	200x200x150		FFF	$ 1,295.00	5 days

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Pryntech	USA	Pryntech	OpenSL v1.0	DIY kit	305x305x203		SLA	$ 1,295.00	out of stock
QU-BD	USA	QU-BD	Revolution XL 3D printer	Yes	228x216x228		FFF	$ 1,299.00	6-8 Weeks
Tinkerine Studio	Canada	Tinkerine Studio	Litto 3D printer Assembled	Yes	135x120x175		FFF	$ 1,299.00	4-6 weeks
Deezmaker	USA	Deezmaker	Bukobot 8 Vanilla 3D Printer kit	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 1,299.00	In stock
Mixshop	Canada	Mixshop	Mix 2 - 3D-printer	Yes	220x210x210		FFF	$ 1,299.00	sold out
MindKits	New Zealand	MindKits	DiamondMind 3D Printer V2	DIY kit	260x250x170		FFF	$ 1,304.00	in stock
Boots Industries	Canada	Boots Industries	Felix 2.0 - DIY KIT	DIY kit	255x205x235		FFF	$ 1,349.00	in stock
IRapid	Germany	iRapid	IRAPID BLACK 3D-PRINTER	Yes	100x100x100		FFF	$ 1,366.00	In Stock

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Makerbot	USA	Makerbot	Replicator Mini	Yes	100x100x125		FFF	$ 1,375.00	Pre-order
Mojreprap	Poland	Mojreprap	Profabb GATE LE	Yes	190x220x230		FFF	$ 1,382.00	in stock
Mbot-3D	China	Mbot-3D	Mbot Cube II Single Head	Yes	260x230x200		FFF	$ 1,399.00	1-2 weeks
Kentstrapper	Italy	Kentstrapper	KENTSTRAPPER VOLTA BETA	Yes	260x280x190		FFF	$ 1,440.00	-
Makergear	USA	Makergear	M2 3D Printer- Kit	DIY kit	203x254x203		FFF	$ 1,475.00	2-4 weeks
Sedgwick	USA	Sedgwick	3D DLP-printer	Yes	75x75x120		DLP	$ 1,495.00	3-5 weeks
3D Stuffmaker	Australia	3D Stuffmaker	Mega Prusa – Reprap 3D Printer	Yes	290x270x200		FFF	$ 1,495.00	-
PP3DP	China	PP3DP	UP! Plus	Yes	140x140x135		FFF	$ 1,499.00	3-5 days

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Deezmaker	USA	Deezmaker	Bukobot 8 v2 Duo Kit (Dual Extruders)	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 1,499.00	In stock
ORD solutions inc	Canada	ORD solutions inc	BTO1001 R2 - 3D Printer Fully assembled	Yes	282x271x165		FFF	$ 1,499.00	out of stock
SeeMeCNC	USA	SeeMeCNC	ORION Delta 3D-printer	Yes	152(d)x203		FFF	$ 1,499.00	-
Tantillus	USA	Tantillus	Tantillus 3D printer	Yes	100x100x100		FFF	$ 1,500.00	2-4 weeks
Tinkerine Studio	Canada	Tinkerine Studio	Ditto Plus 3D printer Assembled	Yes	210x185x230		FFF	$ 1,549.00	3-5 weeks
3D Systems	USA	Cubify	Cube 3D printer	Yes	140x140x140		Plastic Jet Printing (PJP)	$ 1,569.00	-
Spiderbot	FRANCE	Spiderbot	SpiderBot Eco Kit v1.2	DIY kit	180x180x180		FFF	$ 1,574.00	2 weeks
Maker's Tool Works	USA	MendelMax	MendelMax 2.0 Beta Kit	DIY kit	245x315x225		FFF	$ 1,595.00	10 days

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Afinia	USA	Afinia	Afinia H-Series	Yes	140x140x135		FFF	$ 1,599.00	-
3D Botic	USA	3D Botic	MM151 Complete	Yes	-		FFF	$ 1,599.00	in stock
Mbot-3D	China	Mbot-3D	MBot Cube II Dual Head	Yes	260x230x200		FFF	$ 1,599.00	1-2 weeks
IT IS 3D	UK	IT IS 3D	Maxit	DIY kit	210x160x100			$ 1,610.00	-
BatBot	South Korea	BatBot	BatBot 3D printer	Yes	180x180x210		FFF	$ 1,632.00	-
Hot Proceed, Inc	Japan	Hot Proceed	Blade-1	Yes	100x100x100		FFF	$ 1,642.00	-
Terawatt Industries	USA	Terawatt Industries	PrismX	Yes	215x209x203		FFF	$ 1,645.00	3 weeks
Ultimaker	Netherlands	Ultimaker Shop	Ultimaker Original	DIY kit	210x210x205		FFF	$ 1,663.00	in stock

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Leapfrog	Netherlands	Leapfrog	Creatr	Yes	300x250x260		FFF	$ 1,669.00	3-4 weeks
Extru3D	France	Multistation	Extru3D V2	DIY kit	275x205x210		FFF	$ 1,684.00	-
Builder	Netherlands	Code-p	Builder	Yes	220x220X175		FFF	$ 1,694.00	3-5 days
Airwolf 3D	USA	Airwolf 3D	AW3D V.5 Assembled	Yes	200x200x150		FFF	$ 1,695.00	24 hours
Type A Machines	USA	Type A Machines	Series 1	Yes	230x230x230		FFF	$ 1,695.00	sold out
Mbot-3D	China	Mbot-3D	mbot3D GRID II Single Head	Yes	260x230x200		FFF	$ 1,698.00	Available
Lulzbot	USA	Lulzbot	AO-101 3D Printer	Yes	200x190x100		FFF	$ 1,725.00	In stock
Makergear	USA	Makergear	M2 3DPrinter-Assembled	Yes	203x254x203		FFF	$ 1,775.00	2-4 weeks

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Spiderbot	FRANCE	Spiderbot	SpiderBot Full Kit v1.2	DIY kit	180x180x180		FFF	$ 1,781.00	2 weeks
Sharebot	Italy	Sharebot	Sharebot Pro	Yes	200x200x200		FFF	$ 1,781.00	-
ORD solutions inc	Canada	ORD solutions inc	MH3000 - 3D Printer Fully assembled	Yes	282x270x165		FFF	$ 1,799.00	Nov 2013
Actuity Design	USA	Actuity Design	Acuity MendelMax 3D-printer	Yes	200x140x200		FFF	$ 1,800.00	out of stock
Fabbster	Germany	Fabbster	Fabbster kit	DIY kit	230x230x210		SDM	$ 1,800.00	N/A
ATOM 3dp	Taiwan	ATOM 3dp	Atom 3D-printer	Yes	-		FFF	$ 1,865.00	in stock
Metamáquina	Brazil	Metamáquina	Metamáquina 2	DIY kit	200x200x150		FFF	$ 1,876.00	-
Airwolf 3D	USA	Airwolf 3D	AW3D XL	DIY kit	300x200x178		FFF	$ 1,895.00	10 days

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Boots Industries	Canada	Boots Industries	Felix 2.0	Yes	255x205x235		FFF	$ 1,899.00	in stock
Zortrax	Poland	Zortax	Zortrax M200 3D-printer	Yes	205x205x190		FFF	$ 1,899.00	Okt 2013
Sharebot	Italy	Sharebot	NG Next Generation	Yes	200x200x200		FFF	$ 1,917.00	Okt 2013
OpenCube	Japan	OpenCube	SCOOVO C170	Yes	175x150x150		FFF	$ 1,943.00	in stock
3D Stuffmaker	Australia	3D Stuffmaker	ALLSTAR	Yes	200x200x120		FFF	$ 1,950.00	-
Omni3d	Poland	Omni3d	RapCraft 1.3 Kit	DIY kit	210x210x240		FFF	$ 1,976.00	in stock
Shark	Lebanon	Shark	Shark	Yes	220x220x165		FFF	$ 1,980.00	7-15 days
Hyrel 3D	USA	Hyrel 3D	Tinkerer E1	Yes	200x200x200		FFF	$ 1,995.00	-

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

QU-BD	USA	QU-BD	RPM Rapid Prototyping Mill	Yes	320x333x275		FFF	$ 1,999.00	pre order
MiniFactory	Finland	miniFactory	miniFactory 3D printer	Yes	140x150x140		FFF	$ 2,026.00	3~5 days
ZMorph	Poland	ZMorph	ZMorph3d	Yes	235x230x165		FFF	$ 2,122.00	31 days
Hyrel 3D	USA	Hyrel 3D	Hobbyist E2	Yes	200x200x200		FFF	$ 2,145.00	-
Lulzbot	USA	Lulzbot	TAZ 3D-printer	Yes	298x275x250		FFF	$ 2,195.00	in stock
TrinityLabs	USA	TrinityLabs	Aluminatus TrinityOne 3d Printer	Yes	300x300x300		FFF	$ 2,199.00	4-5 weeks
Makerbot	USA	Makerbot	MakerBot Replicator 2	Yes	285x153x155		FFF	$ 2,199.00	-
Isis3D	USA	Isis3D	Isis One	Yes	300x300x225		FFF	$ 2,199.00	pre order

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

York 3D Printers	UK	York 3D Printers	Buildabot 'Revolution' 3d Printer - Fully Built	Yes	210x210x160		FFF	$ 2,275.00	In stock
Airwolf 3D	USA	Airwolf 3D	AW3D XL Assembled	Yes	300x200x178		FFF	$ 2,295.00	In stock
MiiCraft	Taiwan	Rays Opitcs	MiiCraft 3D printer	Yes	43x27x180		SLA	$ 2,299.00	4-8 weeks
Omni3d	Poland	Omni3d	RapCraft 1.3	Yes	210x210x240		FFF	$ 2,302.00	in stock
Ultimaker	Netherlands	Ultimaker Shop	Ultimaker Original	Yes	210x210x205		FFF	$ 2,325.00	in stock
CB-Printer	Poland	CB-Printer	3D Printer CB-printer KIT	DIY kit	200x200x180		FFF	$ 2,375.00	-
Dreammaker	China	Dreammaker	dreammaker max	Yes	200x200x200		FFF	$ 2,449.00	in stock
Hyrel 3D	USA	Hyrel 3D	Apprentice E3	Yes	200x200x200		FFF	$ 2,495.00	-

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Kentstrapper	Italy	Kentstrapper	MENDEL MAX	Yes	400x400x300		FFF	$ 2,500.00	-
3D Kits	Spain	3D Kits	Status 3D printer	Yes	205x205x205		FFF	$ 2,503.00	-
Kikai labs	Argentina	Kikai labs	T125	Yes	200x200x195		FFF	$ 2,537.00	3 weeks
Ultimaker	Netherlands	Ultimaker Shop	The Ultimaker 2	Yes	230x225x205		FFF	$ 2,596.00	in stock
3D Systems	USA	Cubify	CubeX 3D printer	Yes	275x265x240		FFF	$ 2,615.00	-
CB-Printer	Poland	CB-Printer	3D Printer CB-printer.com	Yes	200x200x180		FFF	$ 2,647.00	-
Something3D	Israel	Something 3D	Something3D1D	Yes	300x270x270		FFF	$ 2,689.00	-
Hyrel 3D	USA	Hyrel 3D	Journeyman E4	Yes	200x200x200		FFF	$ 2,695.00	-

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Plastic Webshop(Reseller)	Netherlands	PP3DP	UP! Plus	Yes	140x140x135		FFF	$ 2,701.00	-
Marcha technology	Spain	Marcha technology	Witbox Prusa	Yes	200x200x200		FFF	$ 2,715.00	in stock
Conrad	Netherlands	Conrad	3D Systems 3D-printer CUBE 381000	Yes	140x140x140		FFF	$ 2,732.00	in stock
Marcha technology	Spain	Marcha technology	Witbox Helios	Yes	200x200x200		FFF	$ 2,783.00	in stock
MaukCC	Netherlands	MaukCC	Cartesio M V0.9	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 2,788.00	3-6 weeks
Makerbot	USA	Makerbot	MakerBot Replicator 2X	Yes	250x169x150		FFF	$ 2,799.00	-
Extru3D	France	Multistation	Extru3D V2 Assembled	Yes	275x205x210		FFF	$ 2,882.05	-
Makerbot	USA	Makerbot	Replicator	Yes	203x254x152		FFF	$ 2,899.00	-
B9Creations	USA	B9Creations	B9Creator 3D printer KIT	DIY kit	77x102x203		DLP	$ 2,990.00	-

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Beeverycreative	Portugal	Beeverycreative	BEETHEFIRST	Yes	190x135x125		FFF	$ 3,058.00	1 week
German RepRap GmbH	Germany	German RepRap Gmbh	PRotos X400	DIY kit	400x400x350		FFF	$ 3,090.00	-
Hyrel 3D	USA	Hyrel 3D	Professional E5	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 3,095.00	-
Formlabs	USA	Formlabs	The Form 1 3D printer	Yes	125x125x165		SLA	$ 3,299.00	January 2014
InDimension3	USA	inDimension3	Glacier Steel - Dual Head Printer	Yes	300x300x400		FFF	$ 3,300.00	Sold out
MaukCC	Netherlands	MaukCC	CartesioW V0.9	DIY kit	200x400x200		FFF	$ 3,444.00	3-6 weeks
Fablicator	USA	Fablicator	Fablicator	Yes	178x178x178		FFF	$ 3,495.00	-
botobjects	USA	botobjects	ProDesk 3D	Yes	275x275x300		FFF	$ 3,784.00	in stock

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Essential Dynamics	USA	Essential Dynamics	Imagine 3D Printer	Yes	229x229		FFF	$ 3,795.00	-
Omni3d	Poland	Omni3d	Factory 1.0	Yes	310x310x310		FFF	$ 3,920.00	in stock
re.3d.org	USA	re.3d.org	Gigabot	DIY kit	600x600x600		FFF	$ 3,950.00	Jan 2014
Robot Factory	Italy	Robot Factory	3D-One	Yes	245x245x245		FFF	$ 3,957.00	-
EZ 3D printers	Taiwan	EZ 3D printers	EZ 3D Printer-200	Yes	200x150x100		FFF	$ 3,985.00	-
Choc Edge	UK	Choc Edge	Chocolate Choc Creator V1	Yes	175x175x70		FFF	$ 3,987.00	in stock
Hyrel 3D	USA	Hyrel 3D	System 30	Yes	225x200x200		FFF	$ 3,995.00	8 weeks
InDimension3	USA	inDimension3	Glacier Peak - Dual Head Printer	Yes	160x160x120		FFF	$ 4,150.00	Sold out

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA*
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
Fecha 2014/06/08 12:07:49

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ
2014/06/09 12:06:43

Open Source Romote Control	Cyrus	Open Source Romote Control	Ilios HD SLA 3D Printer Kit	DIY kit	300x300x200		SLA	$ 4,183.00	-
EZ 3D printers	Taiwan	EZ 3D printers	EZ 3D Printer-200H	Yes	200x150x150		FFF	$ 4,495.00	-
Zbot	China	Zbot.cc	Zbot	Yes	250x250x200		FFF	$ 4,500.00	-
3ntr	Italy	3ntr	A4 printer	Yes	305x205x210		FFF	$ 4,508.00	in stock
Sumpod	UK	Sumpod	Sumpod Mega	Yes	600x600x600		FFF	$ 4,871.00	4 weeks
Delta Tower	Switzerland	Delta Tower	Delta Tower	Yes	175x175x580		FFF	$ 4,891.00	-
Old World Laboratories	USA	Old World Laboratories	OWL Nano	Yes	150x150x200		SLA	$ 4,900.00	Pre-order
B9Creations	USA	B9Creations	B9Creator 3D printer	Yes	77x102x203		DLP	$ 4,995.00	-

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA*
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO
Fecha 2014/06/08 12:07:49

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ
2014/06/09 12:06:43

MarkForged	USA	MarkForged	Mark One	Yes	305x160x160		FFF / CFF	$ 4,999.00	Pre-order
DWS Lab	Italy	DWS Lab	XFab 3D Laser Printer	Yes	Ø180×180		Laser Stereolithography	$ 5,000.00	-
3D Systems	USA	3D Systems	CubePro	Yes	275x265x240		Plastic Jet Printing	$ 5,000.00	-
Kühling&Kühling	Germany	Kühling&Kühling	RepRap Industrial 3D printer	DIY kit	200x200x200		FFF	$ 5,412.00	October 2013
re.3d.org	USA	re.3d.org	Gigabot	Yes	600x600x600		FFF	$ 5,450.00	Jan 2014
German RepRap GmbH	Germany	German RepRap	X400CE	DIY kit	400x400x350		FFF	$ 5,698.00	-
InDimension3	USA	inDimension3	Glacier Summit - Dual Head Printer	Yes	400x400x500		FFF	$ 5,999.00	In Stock
Omni3d	Poland	Omni3d	Architect	Yes	310x410x310		FFF	$ 6,225.00	in stock
Makerbot	USA	Makerbot	Replicator Z18	Yes	305x305x457		FFF	$ 6,499.00	Pre-order

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Asiga	USA	Asiga	Freeform Pico	Yes	40x30x75		Sliding separation	$ 6,990.00	6-8 weeks
Actuity Design	USA	Actuity Design	Helix – 3D Printer	Yes	300x300x300		FFF	$ 7,200.00	Pre Order
Leapfrog	Netherlands	Leapfrog	Xeed	Yes	370x340x290		FFF	$ 7,411.00	-
InDimension3	USA	InDimension3	Glacier Summit Plus	Yes	406x406x457		FFF	$ 7,495.00	2 weeks
Robot Factory	Italy	Robot Factory	3DLPrinter	Yes	102x78x160		DLP	$ 7,833.00	-
Asiga	USA	Asiga	Freeform Pico Plus27	Yes	35x21.8x75		Sliding separation	$ 8,990.00	6-8 weeks
Asiga	USA	Asiga	Freeform Pico Plus33	Yes	42.5x26.5x75		Sliding separation	$ 8,990.00	6-8 weeks
Asiga	USA	Asiga	Freeform Pico Plus39	Yes	50x31.2x75		Sliding separation	$ 8,990.00	6-8 weeks
SolidModel USA	USA	Solido	Solido SD300 Pro 3D Printer	Yes	160x210x135			$ 9,995.00	-

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ

Stratasys	USA	Stratasys	uPrint SE	Yes	203x152x152		FDM	$ 15,900.00	-
EnvisionTEC	Germany	envisionTEC	Perfactory Micro	Yes	40x30x100		DLP	$ 16,520.00	-
Stratasys	USA	Stratasys	uPrint SE Plus	Yes	203x203x152		FDM	$ 18,769.00	-
Solidscape	USA	Solidscape	3Z Studio	Yes	152x152x51		Smooth Curvature Printing	$ 24,650.00	-
Mcor Technologies	UK	Mcor Technologies	Matrix 300+	Yes	256x169x150mm		SDL	$ 36,900.00	1 month
Mcor Technologies	UK	Mcor Technologies	Mcor IRIS	Yes	256x169x150mm		SDL	$ 47,900.00	1 month
Objet	Israel	Objet	Objet500 Connex3	Yes	490x390x200		Triple-jetting	$ 330,000.00	-
Objet	Israel	Objet	Objet500 Connex3	Yes	490x390x200		Triple-jetting	$ 330,000.00	-
Matsuura Machinery	Japan	Matsuura Machinery	LUMEX Avance-25	Yes	250x250x180		SLS	$ 846,000.00	-

Este recibo incorpora firma electrónica de acuerdo a la Ley 59/2003
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: https://sede.ull.es/validacion

Identificador del documento: 248149 Código de verificación: iyE6e+0g

Firmado por: *UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA* Fecha 2014/06/08 12:07:49
En nombre de DAVID RIVERO TRUJILLO

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA 2014/06/09 12:06:43
En nombre de JOSE LUIS SAORIN PEREZ