

IMPRESIÓN 3D

Francisco A. Cordova Moreno¹, Guilbaldo Chávez Cisneros¹, and Oscar Samyel Villazana¹

¹Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente

November 25, 2018

RESUMEN

La Impresión 3D, es uno de tantos avances más destacados, tanto en arquitectura, diseño industrial y en cuestiones Médicas. La Impresión 3D se remota desde 1976, cuando se inventó la impresora de inyección de tinta. Desde entonces, la tecnología ha evolucionado para pasar de la impresión con tinta a la impresión con materiales, y la impresión 3D ha sufrido cambios durante décadas en diferentes ramas de la industria.

Por otro lado, es un avance que ha favorecido en muchos aspectos, es decir, gracias a este gran avance, podemos construir con facilidad y rapidez piezas que se utilicen, ya sea en la rama de la industria o en otros casos Médicas, facilitando algunos aspectos o rasgos de piezas en muy poco tiempo, ya que si fueran fabricadas en Maquinas – Herramientas como tornos, fresadora manuales o CNC sería muy laborioso, además de que sería mucho tiempo desperdiciado en la elaboración de cualquier tiempo, al contrario de las impresoras 3D.

Su funcionamiento es sencillo, por ello son muy utilizadas, ya que por medio de, algún programa, para realizar objetos físicos 3D, tales como BOBCAD-CAM, ZWCAD, entre otros tantos más, se pueden realizar figuras 3D, tales que cuando deseamos, que Máquina – Herramienta 3D realice la figura en físico, solo tendremos que cargarle la base de datos del dibujo 3D hecho, para que de esta manera realice su trabajo y podremos obtener el objeto en físico, tales como prótesis Médicas, figuras geométricas, engranajes ,etc.

INTRODUCCIÓN

En este presente documento se conocerá el tema de la impresión 3D, desde su origen; el cual su inicio se remonta desde 1976, cuando se inventó la impresora de inyección de tinta. Desde entonces, la tecnología ha evolucionado para pasar de la impresión con tinta a la impresión con materiales, y la impresión 3D ha sufrido cambios durante décadas en diferentes ramas de la industria causando una evolución muy avanzada.

En los próximos años, las tecnologías de impresión 3D serán en la mayoría de los casos, una alternativa a los procesos de fabricación actuales. ¿Estamos ante una nueva revolución industrial? Independientemente de la respuesta, será una verdadera revolución en la forma en que los productos son creados y entregados.

Tenemos que entender que la Impresión 3D, es un grupo de tecnologías de fabricación que, partiendo de un modelo digital, permiten manipular de manera automática distintos materiales y agregarlos capa a capa de forma muy precisa para construir un objeto en tres dimensiones.

Los tipos de impresión disponibles actualmente son de compactación, con una masa de polvo que se compacta por estratos, y de adición, o de inyección de polímeros, en las que el propio material se añade por capas ([leadership from AtoS](#)); dependiendo del método de compactación utilizado se puede clasificar en, Impresoras 3D de tinta, la cual utilizan una tinta aglomerante para compactar el polvo. El uso de una tinta permite la impresión en diferentes colores, o por otro lado, la Impresoras 3D láser que como su nombre lo dice, usa un láser transfiere energía al polvo haciendo que se polimerice. Después se sumerge en un líquido que hace que las zonas polimerizadas se solidifiquen.

¿QUÉ ES LA IMPRESIÓN 3D?

La impresión 3D, o manufactura aditiva, es un grupo de tecnologías de fabricación que, partiendo de un modelo digital, permiten manipular de manera automática distintos materiales y agregarlos capa a capa de forma muy precisa para construir un objeto en tres dimensiones.

HOW 3D PRINTING WORKS

3D printers work like inkjet printers. Instead of ink, 3D printers deposit the desired material in successive layers to create a physical object from a digital file.

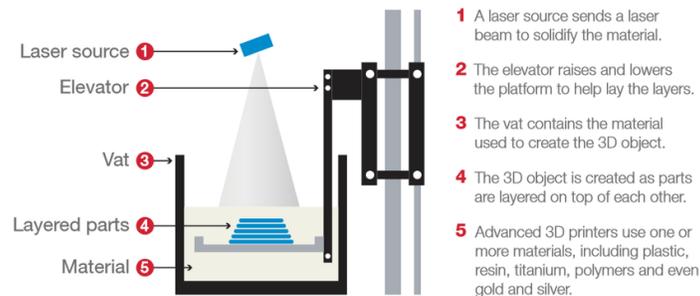


Figure 1: Sistema de impresión 3D. Fuente: T. Rowe Price

Los tipos de impresión disponibles actualmente son de compactación, con una masa de polvo que se compacta por estratos, y de adición, o de inyección de polímeros, en las que el propio material se añade por capas (Kearney, 2015); dependiendo del método de compactación utilizado se puede clasificar en:

- Impresoras 3D de tinta: utilizan una tinta aglomerante para compactar el polvo. El uso de una tinta permite la impresión en diferentes colores.

- Impresoras 3D láser: un láser transfiere energía al polvo haciendo que se polimerice. Después se sumerge en un líquido que hace que las zonas polimerizadas se solidifiquen.

HISTORIA DE LA IMPRESIÓN 3D

El inicio de la impresión 3D se remonta a 1976, cuando se inventó la impresora de inyección de tinta. En 1984, algunas adaptaciones y avances sobre el concepto de la inyección de tinta transformaron la tecnología de impresión con tinta a impresión con materiales. A lo largo de las últimas décadas, ha habido una gran variedad de aplicaciones de la tecnología de impresión 3D que se han desarrollado a través de varias industrias.

Charles Hull, más tarde, el co-fundador de 3D Systems, inventa la estereolitografía, un proceso de impresión que permite que un Objeto en 3D se cree a partir de datos digitales (García, 2018). Se utiliza la tecnología para crear un modelo 3D a partir de una imagen y permite que los usuarios prueben un diseño antes de que este invierta en la fabricación del modelo definitivo.

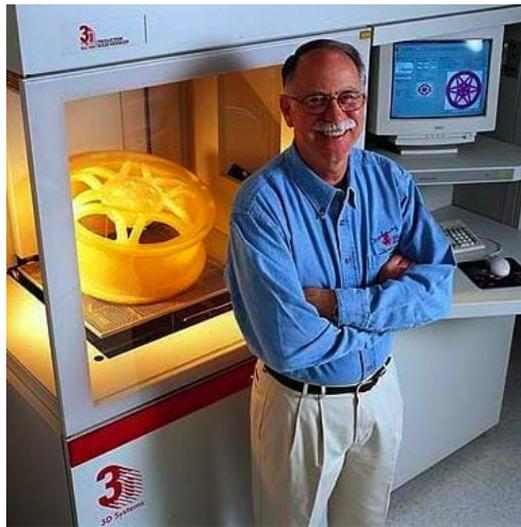


Figure 2: Charles Hull

1992 – FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS CAPA POR CAPA

La primera máquina de impresión 3D del tipo SLA (estereolitográfico) en el mercado, fue desarrollada por la empresa 3D Systems. El funcionamiento básico de esta máquina consiste en que un láser UV va solidificando un fotopolímero, un líquido con la viscosidad y color parecido al de la miel(Altzibar, 2013), el cual va fabricando partes tridimensionales capa por capa. A pesar de la imperfección, de sobra se demuestra que piezas altamente complejas podían ser fabricadas por la noche.

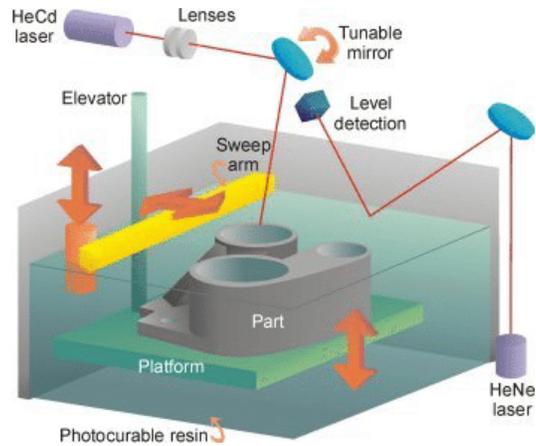


Figure 3: PROTOTIPOS CAPA POR CAPA

1999 – ÓRGANOS DE INGENIERÍA TRAEN NUEVOS AVANCES EN MEDICINA

El primer órgano criado en laboratorio que se implementó en humanos fue un aumento de la vejiga urinaria utilizando recubrimiento sintético con sus propias células(Pedro, 2015).

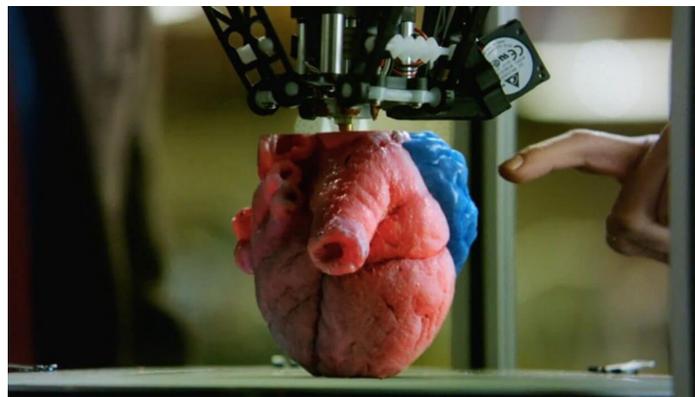


Figure 4: ÓRGANOS DE INGENIERÍA TRAEN NUEVOS AVANCES EN MEDICINA

2002 – UN RIÑÓN 3D EN FUNCIONAMIENTO

Los científicos diseñan un riñón en miniatura completamente funcional y con la capacidad de filtrar sangre y producir orina diluida en un animal.

El desarrollo llevó a la investigación en el Instituto de Wake Forest de Medicina Regenerativa el objetivo de imprimir los órganos y tejidos con tecnología de impresión 3D(Carbajal, 2012a).

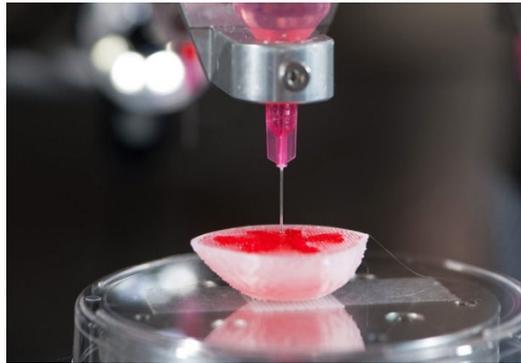


Figure 5: UN RIÑÓN 3D EN FUNCIONAMIENTO

2005 – OPEN-SOURCE COLABORA CON LA IMPRESIÓN 3D

EL Dr. Adrian Bowyer funda [RepRap](#), en la Universidad de Bath, una iniciativa de código abierto para construir una impresora 3D que puede imprimir la mayoría de sus propios componentes. La visión de este proyecto es el de democratizar la fabricación de unidades de distribución de bajo coste RepRap a las personas de todo el mundo(Marcos, 2013), lo que les permite crear productos a diario por su cuenta.

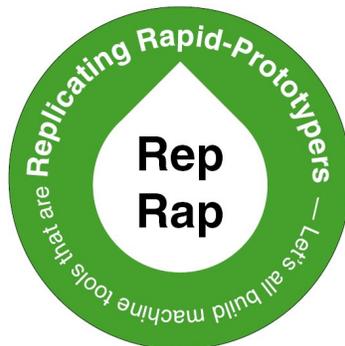


Figure 6: OPEN-SOURCE

2006 – EL SLS Y LA PERSONALIZACIÓN EN LA FABRICACIÓN EN MASA

Este año se construye la primera máquina del tipo SLS (Sintetización de laser selectivo) viable.

Básicamente, este tipo de máquina utiliza un láser para fundir materiales en el proceso de impresión 3D. Este descubrimiento abre las puertas a la personalización masiva y a la demanda de fabricación de piezas industriales, y más tarde, prótesis (Carbajal, 2012b).

Ese mismo año, Object, un proveedor de materiales e impresoras 3D, crea una máquina con la capacidad de imprimir en múltiples materiales, incluyendo polímeros y elastómeros. La máquina permite que una parte sea fabricada con una gran variedad de densidades y propiedades de material.



Figure 7: EL SLS Y LA PERSONALIZACIÓN EN LA FABRICACIÓN EN MASA

2008-LANZAN SERVICIOS DE CO-CREACIÓN.

Shapeways lanza una página web beta privada para ofrecer un nuevo servicio de co-creación entre la comunidad permitiendo que artistas, arquitectos y diseñadores presenten sus diseños en 3D como objetos físicos baratos (y Mariana González Lago, 2015).



Figure 8: CO-CREACIÓN

2008 – GRAN AVANCE EN LA PRÓTESIS.

La primera persona que camina sobre una pierna de prótesis impresa en 3D, con todas las partes, rodilla, pie, etc, impresa en una misma compleja estructura sin ningún tipo de montaje(Nación, 2014). Este tipo de avances permiten que los fabricantes de prótesis realicen desarrollos a medida en el sector de las prótesis.



Figure 9: PRÓTESIS

2009 – DE CELULAS A VASOS SANGUÍNEOS.

Llega la bio-impresión, con la tecnología del Dr. Gabor Forgacs, que utiliza una bio-impresora 3D para imprimir el primer vaso sanguíneo(SALUD, 2009).



Figure 10: BIO-IMPRESIÓN DE CELULA

2011 – PRIMER AVIÓN IMPRESO EN 3D.

Los ingenieros de la Universidad de Southampton diseñaron y planearon el primer avión impreso en 3D. Este avión no tripulado se construye en siete días, con un presupuesto de 7.000. La impresión 3D permite que sus alas tengan forma elíptica, una característica normalmente cara que ayuda a mejorar la eficiencia aerodinámica y reduce al mínimo la resistencia inducida(Varonas, 2011).



Figure 11: PRIMER AVIÓN IMPRESO EN 3D.

2011 – IMPRESIÓN 3D EN ORO Y PLATA.

La empresa [materialise](#) ha sido la primera empresa en ofrecer un servicio de impresión 3D de oro de 14 Kilates y plata de ley. Esta opción va a permitir abrir un nuevo mercado a los joyeros con diseños más económicos utilizando este material(Carbajal, 2013).



Figure 12: IMPRESIÓN 3D EN ORO Y PLATA.

FUNCIONAMIENTO DE LA IMPRESIÓN 3D

En el proceso que va desde la fase de preparación del modelo hasta la de fabricación del prototipo, bastante largo y complejo, participan muchas partes diferentes que deben interactuar y trabajar juntas fluidamente:

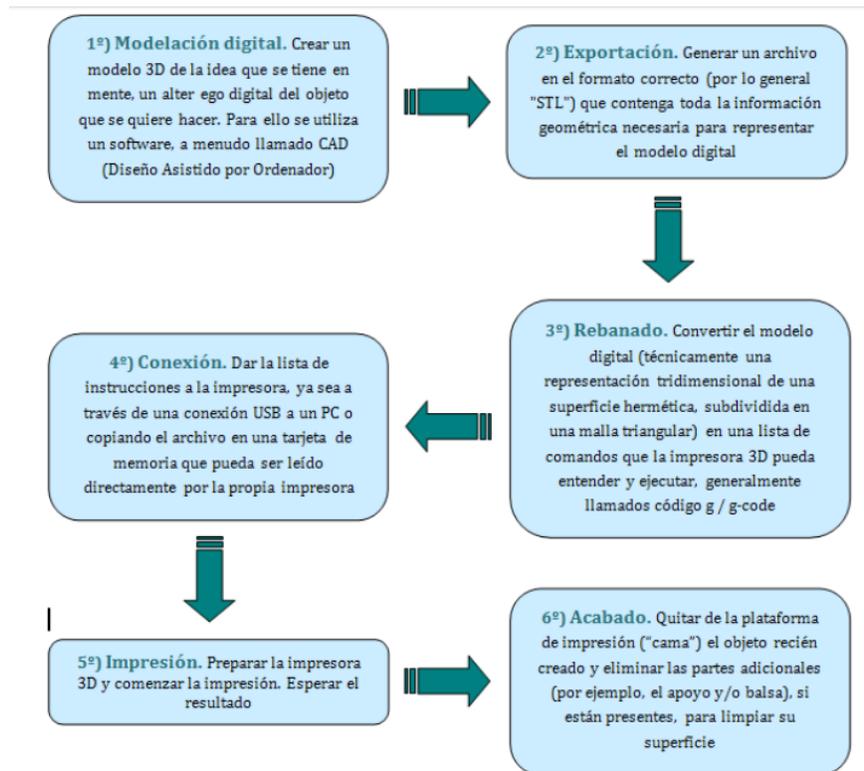


Figure 13: FUNCIONAMIENTO DE LA IMPRESORA 3D

Los dos primeros pasos pueden realizarse a través de un acceso directo: simplemente descargando un modelo digital de Internet. Si el modelo no ha sido diseñado cuidadosamente, puede salir con algunos defectos, por lo que hay que tratar de corregirlos con software (corrección de malla).

Con el fin de obtener resultados exitosos, es necesario destacar otros aspectos como la elección de la impresora 3D, su calibración adecuada y configuración, el tipo y calidad del material y el tipo de superficie que cubre la plataforma de impresión(Soto, 2014).

TECNOLOGÍAS DE LA IMPRESIÓN 3D

Existe una gran diversidad de métodos disponibles para la impresión 3D. Sus principales diferencias se encuentran en la forma en la que se usan las diferentes capas para crear piezas. Algunos métodos como el modelado por deposición fundida (FDM) o el sinterizado selectivo por láser (SLS) utilizan fundido o ablandamiento del material para producir las capas, mientras que otros depositan materiales líquidos que son tratados con diferentes tecnologías (Sebastián, 2015). En la actualidad, los tres procesos de fabricación aditiva más comunes son los que se describen a continuación:

Modelado por deposición fundida (FDM)

Consiste en depositar polímero fundido sobre una base plana, capa a capa. El material, que inicialmente se encuentra en estado sólido almacenado en rollos, se funde y es expulsado por una boquilla en minúsculos hilos que se van solidificando conforme van tomando la forma de cada capa.

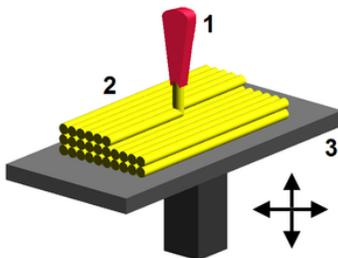


Figure 14: Proceso de Modelado por deposición fundida (FDM).

Sinterizado selectivo por láser (SLS)

Consiste en la colocación de una fina capa de material en polvo en un recipiente a una temperatura ligeramente inferior a la de fusión del material. Un láser sinteriza las áreas seleccionadas causando que las partículas se fusionen y solidifiquen. Se van añadiendo y sintetizando sucesivas capas de material hasta obtener el prototipo deseado. El polvo no solidificado actúa de material de soporte y puede ser reciclado para posteriores trabajos.

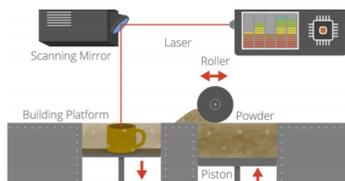


Figure 15: Proceso de Sinterizado selectivo por láser (SLS)

Estereolitografía (SLA)

Consiste en la aplicación de un haz de luz ultravioleta a una resina líquida (contenida en un cubo) sensible a la luz. La luz ultravioleta va solidificando la resina capa por capa. La base que soporta la estructura se desplaza hacia abajo para que la luz vuelva a ejercer su acción sobre el nuevo baño, así hasta que el objeto alcance la forma deseada.

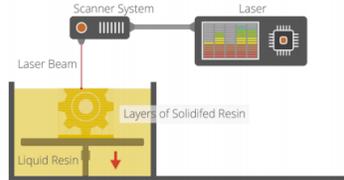


Figure 16: Proceso de Estereolitografía (SLA).

PROS Y CONTRAS DE LA IMPRESIÓN 3D

Además de sus innumerables ventajas, la impresión 3D cuenta también con una serie de inconvenientes. Antes de utilizar esta tecnología, es necesario conocer algunos de los pros y los contras de la misma ([Javier, 2017](#)):

PROS	CONTRAS
Accesibilidad	Disminución de puestos de trabajo
Opciones variadas de manufactura	Uso limitado de materiales
Prototipado y fabricación rápidos	Vulneración de los derechos de autor
Reducción de costes	Creación de productos peligrosos
Reducción de la necesidad de almacenamiento	Aumento de productos inútiles
Aumento de oportunidades de empleo	Tamaño limitado de los productos
Mejora de la calidad de vida	Coste de las impresoras
Respeto por el medio ambiente	

Figure 17: Pros y contras de la impresión 3D

APLICACIONES DE LA IMPRESIÓN 3D

La impresión 3D ha recorrido un largo camino desde su invención, y con el progreso tecnológico esta industria está creciendo de manera rápida(Blank, 2015). Estos son algunos de los sectores en los que la impresión 3D ya está en fase de producción:

Automoción

La impresión 3D permite fabricar piezas de vehículos e incluso coches enteros (Strati). Empresas como Bentley ya han demostrado la viabilidad de utilizar la impresión 3D de piezas pequeñas y complejas. La empresa británica 3TRPD2 ha impreso una caja de cambios para coches de carreras con un interior muy perfeccionado que permite cambios de marcha más rápidos y es un 30% más ligera que las convencionales.

Alimentación

Cualquier cosa que pueda existir en forma líquida o en polvo puede ser impresa en 3D. Esto incluye azúcar, queso, salsas, etc. Natural Machines3, una start-up catalana, ha creado Foodini, la primera impresora 3D de alimentos preparada para imprimir todo tipo de ingredientes frescos y nutritivos reales, salados o dulces, pero no sólidos

Medicina

Hay soluciones médicas más personalizadas para cada paciente. Cualquier órgano de tejido blando, como una oreja, dedo o riñón, puede ser producido en 3D. Además, ya se han fabricado implantes metálicos, implantes de cadera, de cráneo, plantillas ortopédicas, aparatos ortopédicos corporales y trasplantes de mandíbula. Materialise4, una empresa belga de aparatos médicos, hace implantes, por ejemplo, más ligeros que los mecanizados, sin pérdida de dureza y diseñados para adaptarse de forma precisa al paciente

Defensa

La gran parte de la maquinaria militar es compleja y se produce en volúmenes relativamente bajos. Muchas son piezas de encargo y necesitan recambios constantemente, por lo que podría darse una producción masiva de piezas de este tipo a través de la impresión 3D. Defense Distributed5 diseñó “The Liberator”, el primer arma de fuego impresa en 3D.

Aeroespacial

La impresión 3D es empleada para producir componentes que forman parte de la fabricación de aeronaves. Esta tecnología también puede ayudar a acelerar la construcción de piezas para la Estación Espacial Internacional. La asociación de Made In Space6, una empresa formada por un grupo de veteranos del espacio y entusiastas de la impresión 3D, con el Centro Marshall de Vuelos Espaciales de la NASA, permitió lanzar la primera impresora 3D en el espacio. Fabrica piezas en gravedad cero, y la esperanza es hacer misiones espaciales más autosuficientes.

Educación

MakerBot anunció MakerBot Academy⁷, un plan crowdfunded para conseguir una impresora 3D en todas las escuelas de América. “Se puede cambiar todo el paradigma de cómo nuestros hijos verán la innovación y la fabricación en Estados Unidos”, dijo Bre Pettis, por aquel entonces director ejecutivo de MakerBot. La compañía también anunció un plan para convertir los colegios y universidades en Centros de Innovación MakerBot. Comenzando por la Universidad Estatal de Nueva York, en New Paltz, los centros están equipados con 30 impresoras 3D junto con varios escáneres 3D para la formación de ingenieros, arquitectos y artistas, y aumentar la motivación para el crecimiento de la industria.

Arte

Las impresoras 3D se utilizan para crear nuevos tipos de arte moderno, al igual que este tocado 3D⁸ creado y presentado por el artista Joshua Harper en el 3D Printshow de Nueva York. Las impresoras también pueden recrear piezas que no son accesibles a todas las personas en todo el mundo, lo que ayuda a los museos. Un ejemplo es el proyecto desarrollado entre el Museo Van Gogh y Fujifilm para recrear réplicas en 3D de varias obras maestras del pintor.

Arquitectura

Para los arquitectos la impresión 3D ha facilitado y acelerado el desarrollo de las maquetas de sus diseños, pero esta tecnología pretende ir más allá. Con esa idea, la empresa holandesa DUS Architects⁹ comenzó a fabricar en 2014 la primera casa en 3D en un canal de Ámsterdam. Para ello utilizó una versión gigante de impresora 3D (KamerMaker) que puede producir un material 10 veces más grueso de lo habitual.

CONTROVERSIAS

Las autoridades de muchas partes del mundo están preocupadas por el uso de las impresoras 3D para imprimir armas de fuego. Como ya se ha indicado, el primer caso registrado fue el del arma “The Liberator”, el liberador es un “physible”, neologismo acuñado por The Pirate Bay para hacer alusión a archivos o planos para impresoras 3D. Es una pistola de mano de un solo tiro, cuyo primer diseño podía ser obtenido online. La firma de código libre Defense Distributed diseñó el arma y lanzó los planos a Internet el 6 de mayo de 2013 (Castromil, 2002). Los planos fueron descargados más de 100.000 veces en dos días hasta que el Departamento de Estado de los Estados Unidos exigió a Defense Distributed retirar los planos.



Figure 18: Pistola “The Liberator”

Los planos del arma permanecen alojados en Internet y están disponibles en sitios web de intercambio de archivos como The Pirate Bay¹⁰. La policía de Yokohama (sur de Tokio) informó de la detención de un hombre por posesión de varias pistolas creadas con impresoras 3D e idénticas a armas reales¹¹. El hombre fue detenido con dos armas de apariencia real y después de haber sido probadas se determinó que eran letales. La policía comenzó a investigar al sospechoso tras hallar un vídeo suyo en Internet, en el que muestra las pistolas y afirma haberlas creado con tecnología 3D.

Países como Estados Unidos o Reino Unido ya han alertado sobre el fácil acceso a estos dispositivos y sobre la disponibilidad en la web de diseños para imprimir las armas, que al estar elaboradas con resina pueden pasar inadvertidas por detectores de metales. Como con cualquier nueva tecnología, es fácil dejarse arrastrar por los beneficios de la impresión 3D (y IAN URBINA, 2018). Se abre un mundo de nuevas posibilidades para todas las industrias y propone la disminución de los costes de transporte, el impacto ambiental, los residuos, etc. Pero las impresoras 3D son todavía máquinas derrochadoras, potencialmente peligrosas, y sus impactos sociales, políticos, económicos y ambientales aún no se han estudiado ampliamente.

CONCLUSIÓN

Hemos concluido que la impresión 3D, es una de las herramientas más innovadoras que ha creado el ser humano, existe desde hace más de 30 años y encontró aplicación inmediata en el prototipado rápido. Después espeso a elaborarse objetos físicos de fundición, es decir, la fabricación de herramientas y la obtención de piezas de producción.

Además se concluye que en la actualidad se encuentra en un punto de maduración que podría representar su extensión masiva en el sistema productivo, tenemos que tener en cuenta que la Impresión 3D, ha sido una de las creaciones más destacadas, ya que, gracias a ella, tenemos grandes avances en la industria y los avances médicos, Es decir prótesis, engranajes muy pequeños, órganos, Alimentos, Aviones, Herramientas e incluso armas.

Tenemos que dejar en claro que la impresión 3D, aunque es muy buena, tiene sus desventajas, como, por ejemplo; el desempleo, vulneración de derechos del autor, tamaño limitado de producto, precio de la impresora 3D muy caro y la más destacada creación de objetos peligrosos, la cual tendría la causa en la delincuencia, ya que sea reportado los primeros casos de creaciones de armas de fuego.

Por otro lado, nos pareció un gran tema, tiene una gran intensidad de información que, cuando poco a poco se desglosa, se miran avances que, en un pasado muy cercano, eran imposibles.

References

- Altzibar. *Capa por capa se producen prototipos en Impresoras 3D -... en Taringa!* TARINGA, 2013. URL https://www.taringa.net/+info/capa-por-capa-se-producen-prototipos-en-impresoras-3d_i9ccz. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Steve Blank. *6 aplicaciones de las impresoras 3D*. UniMOOC, 2015. URL <https://unimooc.com/6-aplicaciones-de-las-impresoras-3d/>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Sergi Carbajal. *2002 - UN RIÑÓN 3D EN FUNCIONAMIENTO*. Blog, 2012a. URL <https://www.tumismo3d.com/blog/5-2002-un-rinon-3d-en-funcionamiento>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Sergi Carbajal. *2006 - EL SLS Y LA PERSONALIZACIÓN EN LA FABRICACIÓN EN MASA*. Blog, 2012b. URL <https://tumismo3d.com/blog/7-2006-el-sls-y-la-personalizacion-en-la-fabricacion-en-masa>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Sergi Carbajal. *Conoce la Newton 3D: una impresora 3D de metal* < Hacedores.com — Maker Community. Hacedores, 2013. URL <https://hacedores.com/conoce-la-newton-3d-una-impresora-3d-de-metal/>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Juan Castromil. *Liberator, las claves de pistola de impresión 3D*. Clipset, 2002. URL <https://clipset.20minutos.es/liberator-las-claves-de-pistola-de-impresion-3d/>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Borja García. *Conoce al padre de la tecnología de impresión en 3D, Charles W. Hull*. Blogthinkbig, 2018. URL <https://blogthinkbig.com/charles-hull-impresora-3d>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Javier. *Las ventajas y desventajas de la impresión 3d*. Imprime 3D Barato, 2017. URL <https://imprime3dbarato.com/las-ventajas-y-desventajas-de-la-impresion-3d/>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- A. T. Kearney. *3D Printing. A Manufacturing Revolution*, 2015. URL <https://www.atkearney.com/documents/10192/5992684/3D+Printing+A+Manufacturing+Revolution.pdf/bf8f5c00-69c4-4909-858a-423e3b94bba3>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Ascent/ Thought leadership from AtoS. *3D printing*. Accessed on Sun, November 25, 2018. URL <https://atos.net/content/dam/global/ascent-whitepapers/ascent-whitepaper-3d-printing.pdf>.
- Alberto Marcos. *La historia del futuro industrial: cómo surgió la impresión 3D*. Telecotowalk, 2013. URL <https://telecotowalk.wordpress.com/2013/11/01/la-historia-del-futuro-industrial-como-surgio-la-impresion-3d/>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- EFE / La Nación. *Organos en 3D y prótesis a medida, los grandes avances en terapia celular*. esteticamedica, 2014. URL <http://www.esteticamedica.info/noticias/val/399-42/organos-en-3d-y-protesis-a-medida-los-grandes-avances-en-terapia-celular.html>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Pedro. *IMPRESIONES EN 3D*. Blogspot, 2015. URL <http://pedropai1998.blogspot.com/>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- BIOMEDICINA Y SALUD. *Las células madre inducidas estimulan la regeneración de vasos sanguíneos*. SINC, 2009. URL <http://www.agenciasinc.es/Noticias/Las-celulas-madre-inducidas-estimulan-la-regeneracion-de-vasos-sanguineos>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Tejado Sebastián. *Escaneado en 3D y prototipado de piezas arqueológicas : las nuevas tecnologías en el registro, conservación y difusión del Patrimonio Arqueológico — Tejado Sebastián — Iberia. Revista de la Antigüedad*. IBERIA, 2015. URL <https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/iberia/article/view/303>. Accessed on Sun, November 25, 2018.

- Francisco Soto. *Cómo funciona una impresora 3D*. Infobae, 2014. URL <https://www.infobae.com/2014/07/13/1580265-como-funciona-una-impresora-3d/>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Nico Varonas. *Primer avión impreso en 3D remonta vuelo (vídeo)*. NEOTEO, 2011. URL <http://www.neoteo.com/primer-avion-impreso-en-3d-remonta-vuelo/>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- DAVE MONTGOMERY y IAN URBINA. *El hombre detrás de las armas 3D, una de 'las personas más peligrosas' del mundo*. The New York Times, 2018. URL <https://www.nytimes.com/es/2018/08/02/armas-3d-cody-wilson/>. Accessed on Sun, November 25, 2018.
- Cristina Zurbriggen y Mariana González Lago. *Co-creando valor público. Desafíos pendientes para América Latina*. Redalyc, 2015. URL <http://www.redalyc.org/html/924/92441742006/>. Accessed on Sun, November 25, 2018.