

Impresiones 3D

Todo lo que podamos imaginar, al alcance de nuestras manos

Jorge Dominguez

Universidad Católica
"Nuestra Señora de la Asunción"
Ingeniería Informática
Asunción - Paraguay
georgiodom08@gmail.com
<http://www.uca.edu.py>

Resumen Se proponen presentar conceptos básicos sobre la impresión 3D, métodos, aplicaciones, y las proyecciones que el futuro de esta tecnología pueda presentar.

Key words: Estereolitografía, FDM, CAD, AMM, EBM, STL, AutoCAD, ABS, PLA, Rapid Prototyping, Copyright

1. Introducción

A casi 20 años de su invención, y luego de solo verlo en las películas (*The fifth element* con Bruce Willis, por ejemplo), la impresión 3D se ha convertido en uno de los nichos tecnológicos con mayores avances en los últimos tiempos. Con una gran cantidad de aplicaciones, tanto en la industria como en el hogar, sus alcances al parecer no encuentran límites.

Con su pasar por las industrias para la fabricación de prototipos para las pruebas y posterior producción en masa; pasando por el campo de la medicina, en donde se están realizando impresiones con células vivas; llegando hasta las oficinas y hogares, pudiendo fabricar pequeños objetos para el ocio o el trabajo, las impresoras 3D o el proceso de manufactura aditiva se han ganado un gran lugar y mucho respeto en los campos donde se utilizan.

En el presente resumen, se pretende explicar y ver a qué altura de la gran montaña se encuentra este escalante nicho dentro del mundo tecnológico. Se presentaran las distintas aplicaciones y campos en donde se utiliza con mayor frecuencia, las dificultades y controversias que tiene que enfrentar, y por último las proyecciones hacia el futuro que se esperan de este proceso de manufactura.

2. Qué es impresión 3D?

La manufactura aditiva, o mejor conocido como impresión 3D, es el proceso de fabricar objetos sólidos tridimensionales de cualquier forma, desde un

modelo digital. La impresión 3D es alcanzada utilizando un *proceso aditivo*, en donde capas sucesivas de material son colocadas una encima de la otra en repetitivas iteraciones de la maquina. El proceso de impresión 3D es considerado distinta de las técnicas de máquinas tradicionales, con las cuales se depende más del removido de material tales como los procesos de cortado o tallado (*proceso sustractivo*).[1]

La primera impresora 3D comercial estaba basada en una técnica llamada estereolitografía. Esta impresora fue inventada por Charles Hull en 1984. Las impresoras 3D estereolitográficas colocan una plataforma perforada justo debajo de la superficie de una "tina" de fotopolímero líquido, y a continuación un haz de láser UV traza el primer corte de un objeto en la superficie del líquido, causando que una capa muy fina de fotopolímero se endurezca. La plataforma perforada se baja apenas como para que otro corte es trazado y endurecido por el haz de láser. Este proceso se sigue de la misma manera hasta que el objeto se haya completado y pueda ser removido de la "tina", drenando el exceso de líquido, y curado (Fig. 1 muestra un ejemplo). Esta clase de impresoras permanecen como las mas exactas para la impresión 3D, ya que cada corte tiene un mínimo grosor de solo 0.06mm.[2]

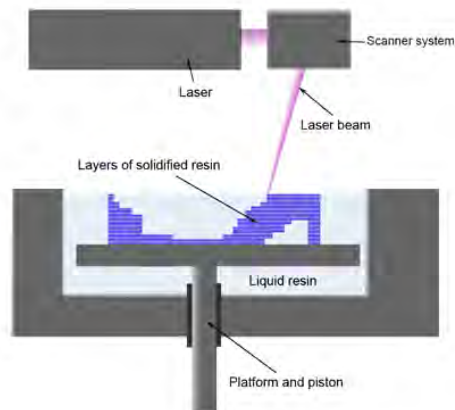


Figura 1: La imagen muestra el proceso que sigue la técnica de estereolitografía. La plataforma se mueve dentro de la resina líquida, permitiendo al haz de láser solidificar las diminutas capas del objeto que esta siendo impreso.

Otra categoría de impresoras 3D, están basadas en la **extrusión de material**. Con esta tecnología un material semi-líquido –usualmente un filamento de plástico caliente– es depositado desde una cabeza impresora controlada desde una computadora (Fig. 2) [2]. Esta tecnología fue desarrollada por S. Scott Crump hacia finales de los años 80, pero fue comercializado recién en 1990 [3]. Crump eligió nombrar a esta tecnología

'modelado por deposición fundida' (**FDM** por sus siglas en inglés), terminología que patentó y que solo es utilizada en *Stratasys* (compañía fundada por el mismo Crump). [2]

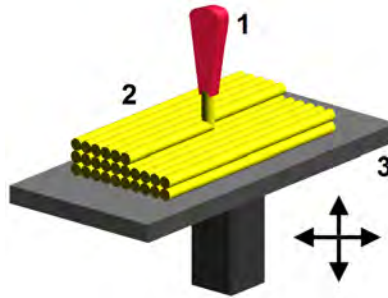


Figura 2: Vistazo general del proceso aditivo **FDM**, en donde cada diminuta capa de filamento es depositado uno encima de la otra, endureciéndose casi al instante

Entre las tecnologías disponibles que permiten la manufactura aditiva de metal (**AMM**, por sus siglas en inglés), se encuentran las 3 más comunes: sinterización por láser, chorro con adhesivo, o derretido por rayo de electrón. [4]

Los objetos producidos con los métodos de sinterización por láser o por chorro con adhesivo son los más utilizados, además de tener una amplia gama de aplicaciones industriales y creativas. Pero estos dos métodos no entregan un producto 100% denso (sólido), es aquí donde el derretido por rayo de electrón resuelve este problema utilizando un rayo de electrones antes que un láser para, selectivamente, fusionar (mediante el derretido) capas de polvo de metal.

El proceso de derretido por rayo de electrones (**EBM**, por sus siglas en inglés) está restringido a la construcción con materiales de alta calidad, incluyendo varios grados de titanio y cromo-cobalto. Con la utilización de estos materiales, se están fabricando partes para los campos aeroespaciales y otros sectores industriales especializados[4], además de implantes en el campo de la medicina.

3. Principios Generales

3.1. Modelado, Softwares, etc.

La manufactura aditiva obtiene los "planos" de diseños asistidos por computadora (**CAD**, por sus siglas en inglés), o softwares de modelado de animación, y los "corta" en secciones digitales para que la máquina utilice estos cortes como guía para la impresión. Dependiendo de la máquina que se esté utilizando, el material o el líquido sellador es depositado en la plataforma hasta que el prototipo del producto final este terminado. [1].

La interface de datos standard entre los software *CAD* y las máquinas, es el formato de archivo *STL*. Un archivo *STL* describe solo la geometría de la superficie de un modelo tridimensional, sin ninguna representación de color, textura u otros atributos comunes de un modelo *CAD*. [5]

Con lo que respecta a los softwares que pueden utilizarse para el modelado 3D, como ya fue mencionado anteriormente, cualquiera que facilite el trabajo sobre modelos en tercera dimensión puede ser empleado para este objetivo; con la sola diferencia que los archivos generados de estos programas, deben estar en formato *STL*. Existen varios ejemplos de programas libres en la web, *Art of Illusion*, *Blender*, *DAZ 3D*, entre otros. Además de los programas comerciales de más alta gama, tales como *AutoCAD*, *Swift 3D*, *Moldex3D*, y muchos otros más. (Fig. 5)

Por último, uno no necesita ser un experto en el diseño de modelos 3D, ya que existen varios sitios web que ofrecen diseños para poder utilizarlos libremente, por citar algunos tenemos, *3D Marvels*, *3D Via*, *GrabCAD*, *Google 3D Warehouse*, etc. [6]

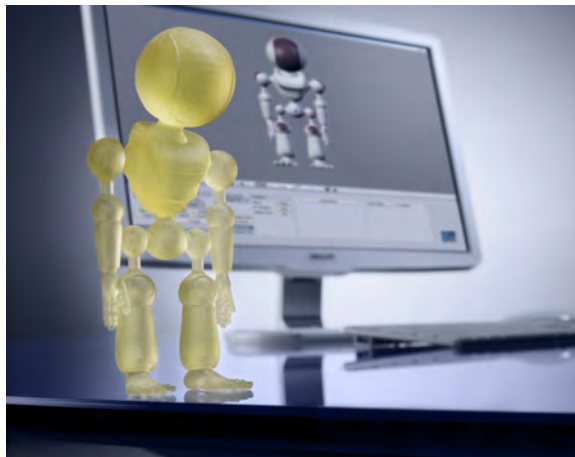


Figura 3: Ejemplo de diseño y posterior resultado de tal trabajo.

3.2. Materiales

Varios materiales pueden ser utilizados para la impresión 3D, tales como plásticos *ABS*, *poliamida* (nylon), *PLA*, *poliamida rellena de vidrio*, materiales de estereolitografía (resina epoxy), plata, titanio, acero, cera, fotopolímeros, y policarbonatos [6]. Pero también existen máquinas que trabajan con alimentos, tales como las que utilizan queso, chocolate, etc.

3.3. Proceso

Para realizar una impresión, la máquina lee el diseño de un archivo *.stl* y va dejando capas sucesivas de líquido, polvo, papel, o el material que fuera para construir el modelo a partir de una serie de cortes transversales (Fig. 4). Estas capas, las cuales corresponden a una sección virtual cortada del modelo *CAD*, son juntadas o automáticamente fusionadas para crear el objeto final.[1] La manufactura aditiva permite a los diseñadores la opción de crear formas geométricas complejas, las cuales son prácticamente imposibles con otras formas de manufactura. [7]

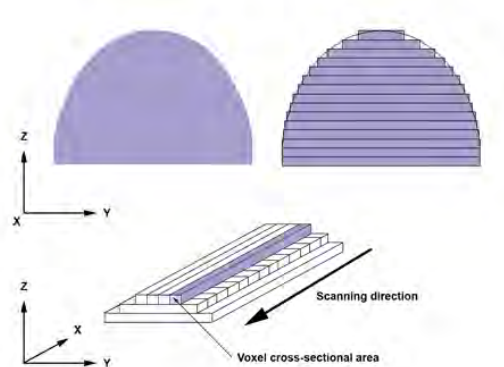


Figura 4: Proceso de corte de una imagen 2D para transformarla en un modelo 3D.

La resolución de las impresoras actuales van desde 328 x 328 x 606 DPI (en el eje xyz respectivamente) hasta 656 x 656 x 800 DPI en resolución ultra-HD. La exactitud sería de unos 0.025mm a 0.05mm por pulgada y los modelos van hasta 737 x 1257 x 1504 mm. [6]

La construcción de modelos con métodos contemporáneos pueden tomar entre varias horas, hasta varios días, dependiendo del método utilizado, el tamaño y la complejidad del objetivo. Los sistemas aditivos pueden reducir este tiempo a tan solo unas cuantas horas, pero también puede variar dependiendo del tipo de máquina utilizada, del tamaño y de la cantidad de objetos fabricados en simultáneo. [1]

La más grande desventaja que tienen los usuarios caseros, es el alto costo que las impresoras 3D poseen. Alternativamente existen impresoras 3D simplificadas para el hogar, las cuales son mucho más baratas que sus contrapartes profesionales (por ende, no muy precisas en el detallado final). Además los materiales utilizados son también de bajo costo. [6]

3.4. Impresoras

El mercado actual ofrece una muy variada gama de impresoras que pueden ser adquiridas por el público en general, dependiendo claro, del presupuesto que cada cliente disponga, y de los intereses para la adquisición. Estas máquinas varían dependiendo de la tecnología que utilizan, y el volumen máximo que puede alcanzar el objeto final. Uno puede encontrar una *3Z Studio* (Smooth Curvature Printing) con un volumen de fabricación de 152 x 152 x 51 mm por USD 24.650,00; aunque, también puede conseguirse una *Replicator 2* (FFF) con un volumen de fabricación de 285 x 153 x 155 mm por USD 2.199,00. [8]

Entre las compañías fabricantes de impresoras tenemos, por un lado, *Stratasys*, *3DSystems*, para impresoras de carácter industrial; y por el otro, las que se dedican a la fabricación de máquinas para el hogar, encontramos a *Reprap.org*, *Makerbot Industries*, *Ultimaker*, *Fab@Home*, por citar algunas. [6]

3.5. Scaneado

En palabras sencillas, el scaneado 3D es un método rápido y acertado para que las medidas físicas de un objeto puedan ser puestos, de manera organizada, dentro un programa de computadora, resultando en lo que se conoce comúnmente como dato de scaneado 3D. Típicamente, estos datos son representados con un modelo digital a escala o una renderización gráfica 3D. Una vez que los datos han sido scaneados, pueden ser tomadas todas las dimensiones del objeto físico, tales como largo, ancho, altura, volumen, el área de la superficie, etc (Fig. 5). [9]

Existen varios dispositivos que pueden ser llamados scanners 3D. Cualquier aparato que pueda medir el mundo físico utilizando láseres, luces o rayos-x, y generar una densa nube de puntos o mallas de polígonos, puede ser considerado scanner 3D. Estos tienen varios nombres, incluyendo, *digitalizadores 3D*, *scanners láser*, *scanners de luz blanca*, entre otros. El factor que unifica a todos estos dispositivos es su capacidad de capturar la geometría de objetos físicos con cientos de miles o tal vez millones de mediciones individuales. [10]

Hay varios enfoques para el scaneado 3D basados en diferentes principios de captura de imagen. Algunas tecnologías son ideales a corto alcance (menor a 1 metro de distancia focal), mientras que otras son mejores a medio o largo alcance (mayor a 2 metros de distancia focal). [10]

Entre las tecnologías de scaneado a corto alcance tenemos, la *triangulación por láser*, y los scanners de *luz estructurada (blanca o azul)*. Por el lado de las tecnologías de medio y largo alcance tenemos a los scanners *basados en pulso de láser*, y los scanners con *cambio de fase del láser*. [10]

4. Aplicaciones

4.1. Industrias

La mayoría de las impresoras 3D actuales no se utilizan para crear productos para el consumidor final; en cambio, son utilizadas generalmente



Figura 5: Ejemplo de scaneado de una figura para luego ser procesada con el software para su posterior impresión. En el lado izquierdo de la imagen, la figura scaneada, y del lado derecho, la figura ya impresa.

para la creación rápida de prototipos de productos, o para producir moldes maestros que pueden ser utilizados para la producción de los objetos finales. En otras palabras, las impresoras 3D son una versión simplificada de las máquinas que realizan prototipado rápido (**RP**, por sus siglas en inglés)[6]. Tales impresoras 3D, permiten a los ingenieros probar si diferentes partes de un objeto encajan como deberían antes de realizar una producción en masa costosa (Fig. 6); a los arquitectos, les permite presentar modelos a escala (detallados y a relativo bajo costo) para sus clientes.[2]

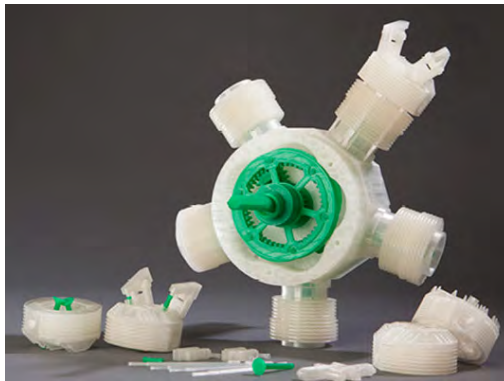


Figura 6: Partes de un motor impresas como prueba antes de la producción en masa

En general, las impresoras 3D son más compactas que sus contrapartes utilizadas para **RP** (lo que limita la exactitud de los productos finales). Son ideales para el uso en la oficina o el hogar; utilizan mucha menor cantidad de energía, y por supuesto ocupan menos espacio. Están diseñadas para una reproducción de bajo volumen de los objetos, hechos de plástico o nylon resistente. Consecuentemente, las impresoras 3D son más fáciles de manejar y más baratas para mantener. [6]

El rango de productos que han empleado la impresión 3D en su proceso de diseño, para producir moldes finales, o moldes maestros, está en constante crecimiento. A la fecha, tales productos incluyen partes de automóviles, joyería, juguetes de plástico, cafeteras, toda una gama de botellas de plástico, paquetes o contenedores, etc.[2]

La impresión 3D se ha esparcido dentro del mundo de la moda, gracias a diseñadores que se han puesto a experimentar con bikinis, zapatos, y vestidos fabricados con impresoras 3D. En la producción comercial, *Nike* está utilizando la impresión 3D para realizar los prototipos y posterior fabricación de calzados para jugadores de fútbol Americano; además, *New Balance* utiliza esta tecnología para las creación de calzados a medida para atletas.[1]

Esta tecnología está haciendo un gran impacto en una gran variedad de industrias. Las impresoras 3D han sido utilizadas para hacer chocolate, andamios sintéticos para transplante de órganos, detalladas prótesis de piernas, aviones, autos conceptos, y hasta inclusive la NASA ha impreso partes para motores de cohetes.[11]

4.2. Hogares u Oficinas

En la actualidad existe una gran variedad de compañías que ofrecen impresoras 3D al público en general, así que, uno no debe ser un científico trabajando en un laboratorio para poder usar uno de estos dispositivos[12]. Estas compañías han desarrollado impresoras que pueden caber en la esquina de nuestros escritorios. Aunque nos llegue a sorprender, la cantidad de máquinas que podemos adquirir con estas características es bastante alta.

Pero que podemos hacer con una impresora 3D en nuestras casa u oficinas?. Tal como en las industrias, las aplicaciones son varias también. En los hogares, uno podría imprimir su propia taza de café, juguetes para los niños, así como también objetos didácticos; uno podría imprimir para su propio auto (a un ritmo muy lento, claro está); también se podría imprimir alguna prenda de vestir; imprimiría artículos de decoración para la casa. En la oficina, si se es arquitecto, uno podría imprimir una maqueta completa sin la necesidad de levantarse de su escritorio, ahorrándose tiempo y dinero deberían antes de realizar una producción en masa costosa (Fig. 7). Siendo ingeniero industrial, se podría imprimir los prototipos de las partes de algunas máquinas con las que trabaja, como prototipos de diseños que uno puede idear.

Entre las impresoras de escritorio, podemos encontrar a la *MakerBot Replicator 2* (USD 2.200,00), la cual no solo se ha convertido en la mejor impresora 3D que la empresa *MakerBot* ha ofrecido, si no que también se ha



Figura 7: Maqueta fabricada con el proceso aditivo

ganado el título de la mejor impresora 3D para escritorio en el mercado. La *Replicator 2* tiene la capacidad de imprimir a 100 micrones de grosor, lo que equivale a una hoja para impresión estándar; y con una capacidad máxima de 0.006cc en la recámara de impresión (37% más que su predecesora), se pueden imprimir objetos mucho más grandes y complejos. [12] Con una dimensión de tan solo 49 x 42 x 38 cm (con el rollo de plástico instalado), se convierte en una de las mejores opciones para cualquier entusiasta de esta tecnología. [13]

Otra opción, un poco más económica es la *FlashForge 3D Creator* (USD 1.200,00), la cual es bastante parecida en tamaño y tecnología a la *Replicator 2*. Esta impresora utiliza doble extrusión, permitiendo la impresión en dos colores y hasta con dos materiales diferentes en el mismo objeto. [12]

Por último, si queremos ahorrar la mayor cantidad de espacio en el escritorio, y con la intención de solo imprimir pequeños objetos o modelos, la *Cube 3D* (USD 1.300,00) es la mejor opción. Con la simplicidad en mente, esta pequeña máquina se erige con la actitud de "plug and play". Inclusive ha sido caracterizada como la impresora "más fácil de usar" y la "más confiable", la cual las hace una de las preferidas para niños y adultos. La *Cube 3D* permite la impresión con dos clases de filamento *ABS* o *PLA* de varios colores. [12]

4.3. Medicina

En dos décadas, la industria de la impresión 3D ha crecido de un pequeño nicho como proceso de manufactura a una industria de casi USD 2,7 billones, responsable de la fabricación de todo tipo de productos, juguetes, partes de aviones, comida, etc. Ahora los científicos están trabajando con la intención de aplicar la misma tecnología que ofrece la impresión 3D en el campo de la medicina, con objetivo de lograr el mismo crecimiento acelerado. [14] Pero es más fácil decirlo que hacerlo, imprimir con plástico o metal es una cosa, pero trabajar con células vivas, ese sí es otro caso. (Fig. 8)

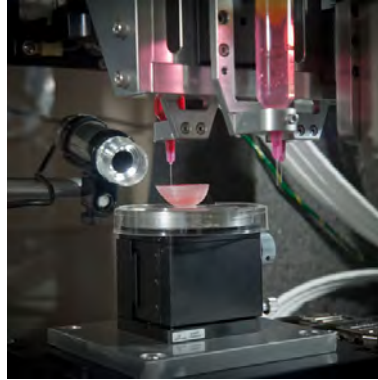


Figura 8: Impresora especialmente adaptada para la impresión con células vivas.

En laboratorios alrededor del mundo, bio-ingenieros han comenzado a imprimir prototipos de partes del cuerpo: válvulas del corazón, orejas, huesos artificiales, articulaciones, meniscos, tubos vasculares, e injertos de piel, prótesis a media, etc. (Fig. 9) Desde 2008 al 2011, el número de investigaciones científicas, referentes a la bio-impresión se han triplicado, junto también con las inversiones. [14]

Existen 3 factores que ayudan a que esta tendencia siga: impresoras más sofisticadas, avances en la medicina regenerativa, y softwares *CAD* más refinados. [14]



Figura 9: Ejemplo de una mandíbula fabricada a medida con una impresora 3D.

De lo que carecen las bio-impresoras –y lo que probablemente se convierta en el siguiente gran paso que ayude a este campo a pasar a la siguiente etapa– es de software sofisticados biológicamente hablando. Con un objeto inanimado (una taza de café tal vez), un scanner 3D puede crear un archivo *CAD* en minutos,

para luego subirlo a la impresora 3D para su impresión; lastimosamente no existe un equivalente médico para eso. [14]

Las bio-impresoras podrían aportar ayuda invaluable en las escuelas de medicina. En la actualidad, los estudiantes practican con cadáveres, pero cuando se necesitan practicar verdaderos procedimientos, nada se compara con la experiencia real. En lugar de imprimir tejido sano, las bio-impresoras podrían crear órganos con tumores, u otros defectos para que los cirujanos puedan practicar antes de entrar a una sala de operaciones. [14]

Crear órganos trasplantables y que funcionen apropiadamente son el último reto. Solo en los Estados Unidos, hay más de 118.000 personas en lista de espera para un trasplante de órgano, la cual crece en 300 cada mes. No es tan solo un tema de abastecimiento y demanda, si no que existe también las posibilidad de no ser compatible. La bio-impresión de órganos a partir de células del mismo cuerpo del paciente podría ayudar a los doctores a conseguir compatibilidad a gusto. [14] (Fig. 10)

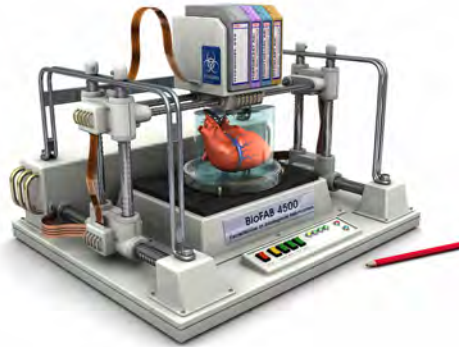


Figura 10: Ejemplo de impresora, que en un futuro no muy lejano, imprimiría un corazón.

Según los científicos, en un futuro, las bio-impresoras puedan generar órganos biónicos —partes del cuerpo que no solo se podrán regenerar, si no que también podrían extender la habilidad humana—. Para este fin, los investigadores han estado experimentando con la integración de elementos electrónicos en la bio-impresión. Por ejemplo, a principio de este año, se creó una matriz de hidrogel y células bovinas en la forma de una oreja, la incorporación de nanopartículas de plata para formar una antena en espiral. El sistema podría recoger las frecuencias de radio más allá del rango de la audición humana normal. [14]

4.4. Servicios

No todos pueden costear una impresora 3D. Esto no significa que uno no pueda disfrutar de las posibilidades que ofrece la impresión 3D. Existen varios

servicios de impresión 3D, tales como *Shapeways* y *Ponoko*, los cuales ofrecen la posibilidad de imprimir y entregar los objetos, todo desde un archivo digital que uno simplemente sube en sus respectivas páginas web. Uno inclusive puede vender sus invenciones desde estos sitios para sacar un poco de provecho monetario. [15]

Inclusive si uno no es tan bueno diseñando sus propios modelos, se pueden imprimir objetos muy interesantes ofrecidos por otros entusiastas. Existen varios sitios, tales como *Thingiverse*, *3D Warehouse*, y *3D Parts Database*, los cuales funcionan como repositorios para modelos que se pueden obtener de manera gratuita. [15]

Por último, también existen compañías que ofrecen servicios de "negocio a negocio". Cuando, por ejemplo, uno tiene una práctica de arquitectura y necesita construir un modelo a escala, el cual consume mucho tiempo haciendolo de la manera tradicional. Existen servicios en donde uno puede enviar sus modelos digitales y estos imprimen el modelo para que los clientes lo utilicen en su presentación. Este tipo de servicios también pueden ser encontrados en otras industrias, tales como la industria dental, industria medica, además de las industrias arte y entretenimiento. [15]

4.5. Futuras Aplicaciones

Lleguen o no a producción en masa para el hogar, las impresoras 3D tienen un amplio espectro de áreas prometedoras para futuras aplicaciones. Estas podrían, por ejemplo, ser utilizadas para obtener repuestos de casi cualquier clase de producto, los cuales capaz y no podrían ser almacenados como parte del inventario del mejor deposito disponible. Por lo tanto, en lugar de tirar a la basura un artículo con desperfectos, estos se podrían llevar a unas instalaciones en donde pedirían el repuesto apropiado (por medio de la Web) y simplemente lo imprimirían en ese lugar. [2]

La *NASA* ya ha estado probando impresoras 3D en la Estación Espacial Internacional, y recientemente ha anunciado su necesidad por obtener impresoras 3D de alta resolución para la fabricación de partes de naves espaciales, una vez que la misión ya esté en progreso. Siguiendo esta misma línea, El ejercito de los Estados Unidos ha estado experimentando con una impresora 3D montada sobre un camión, la cual sea capaz de fabricar partes de tanques u otros vehículos en los campos de batalla. [2]

Entre los años 2012 y 2013, la bio-ingeniería ha avanzado a pasos agigantados. En el primer año las firmas de bio-tecnología han estado estudiando la posible utilización de aplicaciones de ingeniería de tejido, en donde órganos y partes del cuerpo son construidas utilizando técnicas de inyección de tinta. A diferencia de los científicos chinos, quienes en el 2013, comenzaron a imprimir orejas, hígados y riñones con tejido vivo (en escala reducida, claro está). Estos científicos han sido capaces de imprimir órganos humanos utilizando bio-impresoras 3D especializadas, las cuales utilizan células vivas en lugar de plástico. [1]

Entre otras futuras aplicaciones para la impresión 3D, se podría incluir la creación de equipamientos científicos open-source, o otras aplicaciones con enfoque científico como aquellas que podrían reconstruir fósiles para la paleontología, reemplazar antiguos e invaluable objetos en la arqueología, reconstruir huesos o partes del cuerpo en la patología forense, y reconstruir evidencia muy dañada para la investigación de la escena de un crimen. Esta tecnología esta tratando de expandirse, inclusive para la construcción de edificios. [1]

5. Propiedad Intelectual

Copyright. Al igual que la música, videos, softwares, y archivos compartidos alrededor de toda la web, los esfuerzos por controlar la propiedad intelectual de estos —por parte de varias industrias—, no han sido los más fructuosos. Hasta el momento, las batallas legales han llegado a concentrarse solo en los *Copyrights*, y no sobre la propiedad intelectual de los autores. Con la impresión 3D no es diferente, gracias a un scanner y una impresora es posible hacer una copia digital de un objeto real y luego reproducirlo varias veces, o también se puede compartir el archivo digitalizado por Internet, al igual que los archivos mencionados con anterioridad. [16]

El scanneado 3D claramente podría considerarse como una falta al *Copyright*; donde los objetos scanneados, tales como esculturas, trabajo en madera, modelos arquitectónicos o cosas similares son considerados como "trabajos artísticos", la reproducción de estos objetos (o una parte de ellos), sin el permiso de quien posee los derechos de *Copyright* se podría considerar como un acto de infracción. [16]

Patentes. Como es sabido, una patente da al dueño exclusividad y absoluto derecho (por 20 años) de explotar el invento cubierto por la patente. Para que una patente sea válida, el invento debe ser nuevo e innovador (una tarea bastante difícil en estos últimos días), también debe tener aplicaciones industriales. [17]

A pesar de varias patentes son hechas para productos complejos, con un cierto número de partes constituyentes, existen algunos productos patentados que son capaces de ser reproducidos por una impresoras 3D. Por ejemplo, objetos simples donde la invención de estos es la combinación de un número de características, e.g. los equipamientos de plástico en laboratorios con mecanismo de cerrado patentado "gire para cerrar" entre sus partes, puede ser producido por una impresora 3D. Otras impresoras, por ejemplo podrían producir objetos más complejos con partes móviles, los cuales están patentados. Por último, partes pequeñas de un objeto protegido bajo patente pueden ser reproducidas por estas impresoras, las cuales se ensamblan para formar el objeto final. [17]

Esta claro entonces, de que la producción comercial no autorizada de productos patentados, con una impresora 3D, podrían ser considerados como un acto de infracción de patente. Además de conservar, utilizar, u ofertar para la disposición o venta de los productos infractores resultantes, puede equivaler

a actos de infracción de patentes. Al haber dicho todo esto, existe una excepción en este aspecto, el cual es que las reproducciones para el uso privado o domestico no están consideradas en alguna parte. [17]

6. Controversias

Como toda nueva tecnología, no podía esperarse para hacer uso y abuso de su gran poder por parte de algunos entusiastas. Días después de que la primer arma —completamente fabricada con una impresora 3D— (Fig. 11) fuera disparada y su archivo *CAD* sea publicado libremente en Internet, el Departamento de Estado de los Estados Unidos ordenó su retiro, citando leyes internacionales de control de armas. [18]



Figura 11: Primer arma fabricada completamente con una impresora 3D

El arma en cuestión no necesariamente se ve tan amenazante como su equivalente semi-automática. Es un arma que Cody Wilson (creador de este objeto y fundador de *Defense Distributed*) ha nombrado "The Liberator", y lo que la hace única es que cada parte del arma es posible fabricarla con una impresora 3D de una sola vez. [18]

Luego de la exitosa fabricación y prueba del arma, Wilson hizo de los archivos libres en Internet. Estos archivos fueron a un repositorio libre, dedicado a guardar archivos que fueron censurados de otros repositorios de archivos *CAD*, especialmente aquellos relacionados con armas —los cuales están censurados por varias empresas que ofrecen servicios de hosting e impresión de objetos—. A pesar de eso, los esquemas del arma fueron bajados más de 100.000 veces en solo 2 días. [18]

Como es de esperarse, sabiendo que la tecnología de la impresión 3D es de propósito general, estas máquinas permiten fabricar casi cualquier cosa. Así que es casi inevitable (tal como algunas personas pueden comprar artículos en ferreterías y crear algo que pueda lastimar a otros, o utilizar computadoras

o smartphones para cometer hechos ilícitos), de que las impresoras 3D no sean utilizadas para cometer hechos ilegales. [19]

7. Conclusión

La impresión 3D está demostrando su potencial en cualquier campo en donde se la implemente. Sea para lo que fuere, al parecer todo lo puede, diseños casi imposibles, acelerar y abaratar el proceso de prueba y fabricación de un producto, imprimir órganos listos para ser transplantados al instante, esto al parecer no tiene límites.

Se podría pensar que cualquier cosa puede ser fabricada con una de estas impresoras, y así es, llegando al punto en que se ha vuelto peligroso. La impresión de la primera arma que pueda ser disparada, significa que esto es serio, ya que se debería prestar especial atención en los diseños que recorren la Web. Imagínese que cada uno pueda imprimir su propia arma de fuego en su casa.

A pesar de lo malo, esta tecnología no puede ser opacada ni en lo más mínimo gracias a todas las posibilidades que presenta. Quién sabe si algún día no se podrán "imprimir" seres humanos —clones—; órganos de reemplazo para los que ya tenemos, prolongando así nuestras vidas; o autos ligeros de plástico capaces de volar?. El futuro no está' muy lejos, y los avances tecnológicos que están pasando en nuestra era son la muestra de ello. La impresión 3D vino para quedarse y revolucionar todos los campos en donde es implementada.

Referencias

1. : (http://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing)
2. Barnatt, C.: <http://www.explainingthefuture.com/3dprinting.html> (2013)
3. : (http://en.wikipedia.org/wiki/Fused_deposition_modeling)
4. Anderson, G.: <http://www.engineering.com/3DPrinting/3DPrintingArticles/ArticleID/6243/Christopher-Barnatt-on-3D-Printing-Technologies-For-High-Grade-Metals.aspx> (2013)
5. : ([http://en.wikipedia.org/wiki/STL_\(file_format\)](http://en.wikipedia.org/wiki/STL_(file_format)))
6. : (<http://www.3ders.org/3d-printing-basics.html>)
7. Birtchnell: (http://eprints.lancs.ac.uk/66198/1/Freight_Miles_Report.pdf)
8. : (<http://www.3ders.org/pricecompare/3dprinters/>)
9. : (<http://www.3dscanco.com/about/3d-scanning/>)
10. : (<http://www.rapidform.com/3d-scanners/>)
11. Knowledge@Wharton: <http://knowledge.wharton.upenn.edu/article.cfm?articleid=3322> (2013)
12. Boswell, R.: <http://www.digitaltrends.com/computing/best-desktop-3d-printers/> (2013)
13. : <http://store.makebot.com/replicator2.html> (2013)
14. Leckart, S.: <http://www.popsci.com/science/article/2013-07/how-3-d-printing-body-parts-will-revolutionize-medicine> (2013)

15. : <http://3dprinting.com/what-is-3d-printing/\#services> (2013)
16. Jones, S.: http://www.dlapiper.com/files/Publication/3c1790c0-6550-4ed7-9c8c-66ea2582dcba/Presentation/PublicationAttachment/19e5ad61-3395-4475-b1ab-691788ccd2d5/Clone_Wars_3D_Printing.pdf (2011)
17. Austin, L.C.H.: https://www.taylorwessing.com/download/article_3d_printer_guide.html\#.UkGhWYYgaqF (2013)
18. Lang, C.: http://www.digitalmanufacturingreport.com/dmr/2013-05-10/3d_printing_falls_into_gun_control_controversy.html (2013)
19. Hadhazy, A.: <http://www.popularmechanics.com/technology/military/weapons/why-you-should-and-shouldnt-worry-about-the-3D-printed-gun-15450141> (2013)