



F. ALEJANDRO SÁNCHEZ FLORES

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

Durante la existencia de la humanidad, se han presenciado avances tecnológicos de gran importancia y conforme pasa el tiempo, muchos de ellos van formando parte de nuestra vida cotidiana. En general, la tecnología nos facilita la vida y aumenta nuestra eficiencia para realizar cualquier labor. Sin embargo, el desarrollo de nuevas tecnologías es el resultado de un largo proceso de investigación científica que normalmente toma décadas. En los casos donde se ha logrado sostener esta carrera de largo aliento, la consolidación de dicha investigación en un desarrollo tecnológico innovador logra cambiar o mejorar la vida de muchas personas y posiblemente, esta sea la meta que muchos investigadores deseamos alcanzar. Un ejemplo de un gran desarrollo tecnológico, es la impresión 3D, que es el término coloquial para referirnos a la estereolitografía. El término "3D" se refiere a las 3 dimensiones que puede tener un objeto, que son largo, ancho y espesor. En sus inicios, esta tecnología fue pensada para la creación rápida de modelos o prototipos para dispositivos u otros desarrollos tecnológicos. También se le conoce como tecnología de manufactura aditiva y aunque es posible que muchos de nosotros hayamos escuchado de las impresoras 3D como algo reciente, en realidad es una tecnología que ha estado presente desde hace 40 años. Las aplicaciones actuales van desde crear un modelo con fines recreativos o artísticos hasta aumentar la calidad de vida de muchas personas. Además, la historia del desarrollo de las impresoras 3D es un buen ejemplo de que se requiere tiempo y esfuerzo para la comercialización y éxito de una nueva tecnología. A continuación, hablaremos de la historia de la impresión 3D, sus aplicaciones y los desarrollos más recientes.

La historia de la impresión 3D y de una patente fallida

Aunque la impresión 3D comienza en realidad en los años 80s del siglo

XX, muchas de las ideas detrás de crear un modelo tridimensional datan del siglo XIX. Por ejemplo, en 1859 el francés François Willème demostró con su técnica de "foto-escultura", que era posible hacer un escaneo 3D utilizando 24 cámaras que simultáneamente tomaban fotos a objetos o personas, desde diferentes ángulos. Unos años después, en 1892 se le otorga una patente a Joseph E. Blather por un método para crear mapas topográficos en 3D usando un método de capas, que es muy similar al concepto que las impresoras 3D manejan hoy en día. Sin embargo, no fue hasta mayo de 1980 que el Dr. Hideo Kodama del Instituto de Investigación Industrial en el municipio de Nagoya, Japón, sometió la primera patente relacionada con la tecnología de impresión 3D y que consistía en la descripción de un sistema que empleaba un material líquido que, al ser expuesto a la luz ultravioleta, se endurecía. A pesar de lo novedoso e interesante de esta nueva tecnología, la patente fue rechazada por una cuestión meramente administrativa: El Dr. Kodama no realizó todos los trámites y requisitos necesarios, dentro del plazo de un año que le daban en la oficina de patentes. Cuatro años después, un grupo francés de investigación decidió explorar esta tecnología y aunque su interés en el área de la estereolitografía era grande, terminaron por abandonar el proyecto ya que no veían potencial desde el punto de vista de negocios.

No fue hasta 1986 que la impresión 3D tiene su origen a como la conocemos hoy en día. En ese año, podemos encontrar el primer registro de patente relacionado con la estereolitografía y que fue otorgada a Charles Hull, quien inventó la primera máquina de impresión 3D (Figura 1), la cual era capaz de imprimir un objeto a partir de un modelo en computadora. Además de la patente e invención, Hull participó en la creación de la empresa DMT Inc. la cual es adquirida posteriormente por 3D Systems Corporation quien se convirtió en una de las grandes empresas en el sector de las impresoras 3D. Durante los años 90s, la popularidad y desarrollo de las impresoras 3D fue incrementándose, ya que les permitió

LA IMPRESIÓN 3D

a muchos sectores de la industria, crear prototipos de sus productos a una menor escala y probarlos antes de realizar una producción en masa de los mismos. Hoy en día, la tecnología ha alcanzado tal grado de madurez que es posible aplicarla en otras áreas, como la biomedicina, de lo cual se hablará más adelante.

no solo que la impresora trabaje mucho más rápido, sino que redujo su costo, de tal manera que comenzó a volverse más accesible para el público en general. Finalmente, una de las grandes claves para el éxito de la impresión 3D es que mucho del software como de los diseños y planos que existen para muchos objetos, son proyectos de libre acceso (open-access) por lo que cualquiera puede utilizarlos. Por lo tanto, aunque la tecnología esta patentada, el potencial se mantiene libre y accesible para cualquiera.

¿Pero cómo funciona esta tecnología?

Tal vez la manera más simple de describir a la impresión 3D es comparándola con las impresoras de tinta que posiblemente todos conocemos. Primero, usando una computadora generamos algo para imprimir y lo hacemos en algún programa con algún formato en particular. Una vez que tenemos el archivo digital con la información adecuada, se envía a la impresora y en el caso de la impresora de tinta, se inyectan sobre el papel los colores para crear un texto o imagen en dos dimensiones y que será prácticamente exacto a lo que fue creado en la computadora. En el caso de las impresoras 3D el proceso es similar, pero cambian los materiales, los ciclos y el número de inyecciones de dichos materiales. Los modelos 3D que uno diseña en la computadora son impresos usando "tintas" especiales llamadas filamentos. Estos filamentos pueden ser hechos de plástico, metal, vidrio, papel y hasta de madera u otros compuestos orgánicos. Estos materiales se van inyectando formando capas y es de aquí de donde viene el término de manufactura aditiva. Posiblemente, lo más emocionante es que esta tecnología ya no es exclusiva para fines científicos o industriales, ya que hoy en día es posible comprar una impresora 3D con la que se puede crear un sinnúmero de objetos.

Inicialmente, el invento del Dr. Kodama utilizaba un líquido similar al acrílico, el cual se endurece con la luz ultravioleta. En 1989, Scott y Lisa Crump patentaron un nuevo método de manufactura aditiva llamado Modelamiento de Deposición de Fusión (Fusion Deposition Modelling) que involucra derretir filamentos hechos de polímeros, que luego serán posicionados sobre un sustrato, capa por capa hasta crear el modelo 3D. Interessantemente, la tecnología de Crump lo llevo a ser cofundador de la empresa Stratasys que es una de las compañías más importantes en el mundo de la impresión 3D. Actualmente, para la impresión 3D también se utilizan materiales pulverizados que, al ser expuestos a un tipo de rayo láser, se solidifican. Este desarrollo ha permitido

Algunas claves del éxito de la impresión 3D

Posiblemente esta tecnología es una de las más versátiles que existen hoy en día, ya que las aplicaciones son muy variadas y en diferentes áreas. De hecho, gracias a como ha sido manejado el concepto de la impresión 3D, las aplicaciones no han tenido límite y su popularidad siempre ha ido en aumento. Por ejemplo, uno de los primeros proyectos fue el de RepRap ("The Replication Rapid-Prototyper Project" en inglés), el cual fue iniciado por el Dr. Adrian Bowyer en el 2005. Este proyecto de libre acceso consiste en crear una impresora 3D que pudiera reproducirse o al menos, crear varias de las partes necesarias para ensamblarse a sí misma. En el 2008, la impresora Darwin fue creada justo con la capacidad de reproducirse a sí misma. Este proyecto fue de gran importancia, ya que empodera a la gente para lograr cualquier proyecto donde el límite es su imaginación. El sitio de internet Kickstarter (www.kickstarter.com), que es una plataforma donde cualquier persona puede poner un proyecto para que la gente done dinero y así ser financiado, tiene un sinnúmero de proyectos de impresión de 3D. Otro sitio que aumenta el poder democrático de la impresión 3D es el de MakerBot (www.makerbot.com) el cual aprovechó el vencimiento de una de las patentes de Modelamiento de Deposición de Fusión, para crear un sitio de proyectos de acceso libre que usan dicha tecnología para crear kits con los cuales uno puede armar sus propias impresoras 3D y muchos otros productos. Por lo tanto, esto reduce las barreras para los inventores y emprendedores en el mundo. Adicionalmente, también tenemos el sitio Thingiverse (www.thingiverse.com) que es un repositorio también de libre acceso donde se pueden depositar u obtener modelos 3D para impresión.



Y SUS MÚLTIPLES APLICACIONES



FIGURA 1. PRIMERA impresora 3D creada por Chuck Hull. Tomada de <https://3dinsider.com/3d-printing-history/>

Como podemos observar, algunas de las claves del éxito de la impresión 3D son que, aunque existen licencias de uso, el acceso a la información y a la tecnología es libre. Si una persona quiere lucrar con la tecnología, puede hacerlo de una manera justa donde puede usar o modificar los modelos o diseños que alguien más ha creado, con el pago justo de ciertas regalías. El poder construir una impresora 3D también es una gran ventaja ya que, con solo tener las materias primas, uno puede auto preservar todo el sistema de producción. Posiblemente los materiales sean la única limitante, pero actualmente también hay un sinnúmero de proveedores que pueden surtirlos. Además, siempre se puede pensar en usar nuevos materiales, como el caso de la compañía sueca Cellink, que ha creado una impresora 3D que puede usar una “bio-tinta” hecha a base de un derivado de algas marinas y que hoy en día se explora la posibilidad de usarse para imprimir cartilagos para articulaciones.

Las aplicaciones de la impresión 3D en la biología y medicina

En particular, la biología y la medicina han sido áreas donde la impresión 3D ha tenido una gran aplicación. Como ya se

mencionó, se puede imprimir tejidos como cartilagos, huesos o piel, todo a base de materiales orgánicos o bio-tintas. Con estos materiales no solo se pueden crear tejidos, sino también órganos completos con los cuales se puede salvar la vida de una persona. Aunque crear un órgano humano es de gran complejidad, la impresión 3D ha permitido a varios grupos de investigación desarrollar algunos prototipos. Es importante recordar que este tipo de desarrollos, son el resultado de varios avances en otras áreas como el de investigación de células madre, investigación en materiales, fisiología, biología celular, biología molecular, ingeniería y nanotecnología, por mencionar solo algunas.

Uno de los primeros logros en la creación de órganos fue el de crear una vejiga humana impresa. Investigadores del Wake Forest Institute for Regenerative Medicine fueron los primeros en crear una red sintética donde inyectan células tomadas del mismo paciente para así regenerar el tejido de la vejiga sobre la red que habían impreso. El trasplante fue todo un éxito, ya que no hubo rechazo debido a que el material usado no reacciona de manera negativa con el sistema inmune del paciente y las células usadas son de él mismo. Sin embargo, lo difícil de crear un órgano humano, no solo es su estructura y funcionamiento, sino poder recrear la vascularización. Esto es, se tienen que crear un gran número de vasos sanguíneos, venas y arterias que se tienen que conectar con el sistema circulatorio de la persona, para que la sangre que transporta el oxígeno, pueda mantener vivo al órgano. No obstante, uno de los grandes logros ha sido el poder imprimir un pulmón humano. Investigadores de la Universidad de Rice en Texas, han creado una impresora 3D capaz de imprimir vasos sanguíneos de menos de un tercio de milímetro de ancho, usando hidrogeles biocompatibles. Con esto, fueron capaces de diseñar un modelo de un pulmón humano para impresión 3D el cual es capaz de oxigenar sangre humana. Los investigadores decidieron abrir su proyecto en el formato de acceso libre con la finalidad de que otros investigadores o cualquier persona puedan contribuir y acelerar su progreso. Otro ejemplo de órganos que ya comienzan a imprimirse es el riñón, para el cual ya se tienen algunos prototipos creados en la Universidad de Harvard por el grupo de la Dra. Jennifer Lewis y que ha podido crear una bio-tinta que contiene nefronas, las cuales son células especializadas que le dan la capacidad de filtración al



FIGURA 2. PRÓTESIS para pierna, impresa en 3D usando titanio. Tomada de <http://marcianos.com/increibles-piernas-artificiales-titanio-impresoras-3d/>

riñón. Finalmente, el órgano que genera las mayores expectativas es el corazón, para el cual también se tienen ya ciertos avances. La empresa biotecnológica Bioline4D ha empezado algunas pruebas en animales con resultados exitosos. El proceso es sumamente interesante, ya que consiste primero en tomar una imagen del corazón del paciente usando un aparato de resonancia magnética para crear el modelo 3D. Después se toma una muestra de sangre del paciente de donde se extraen células madre que serán cultivadas y transformadas a “células de corazón”. Estas células se mezclan para crear un tejido que se mezcla con un hidrogel, para generar la bio-tinta necesaria para la impresión. La impresión se realiza sobre una plantilla biodegradable basada en el modelo 3D del corazón del paciente, donde las células podrán crecer y formar de manera exacta el órgano. Finalmente, al cabo de unos días los tejidos se empiezan a conectar y el corazón empieza a tener la capacidad de latir, con lo que está listo para su trasplante. Otra área donde ha tenido grandes aplicaciones la impresión 3D es la de las prótesis. Actualmente, se pueden imprimir prótesis para sustituir manos, brazos o piernas utilizando diversos materiales, entre ellos el titanio, para lograr una prótesis altamente resistente y durable, pero a

su vez ligera y práctica (Figura 2).

Otro ejemplo distinto, pero igual de importante, son las aplicaciones para la fabricación de dispositivos como microscopios. En Morelos, el Laboratorio Nacional de Microscopía Avanzada ubicado en el Instituto de Biotecnología de la UNAM, dirige el proyecto llamado Educascope (www.educascope.org) en colaboración con la Universidad Iberoamericana de Puebla. El objetivo principal es que los niños aprendan en qué consiste un microscopio óptico y que sepan que se puede hacer con él y así fomentar la cultura científica. El proyecto incluye el diseño, desarrollo e integración de un sistema de enseñanza completo que permite la fabricación, ensamblaje y uso de un microscopio impreso en 3D, lo cual resulta en un equipo de bajo costo.

Sin duda, la impresión 3D es un ejemplo de ciencia y desarrollo tecnológico colaborativo donde participan varias disciplinas, con lo que el alcance de las aplicaciones no tiene límites. La filosofía de acceso libre no solo permite el libre desarrollo de proyectos, sino el avance acelerado de los mismos y su comercialización en un ambiente competitivo justo donde no hay dominancia o monopolios, siendo este un gran ejemplo de ciencia democrática.



Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

<https://3dinsider.com/3d-printing-history/>
<https://www.autodesk.com/redshift/history-of-3d-printing/>
<https://www.digitaltrends.com/cool-tech/history-of-3d-printing-milestones/>
<http://www.educascope.org/index.html>