



FOTO: depts.washington.edu

**Hueso coxal izquierdo** conseguido artificialmente.

Los avances conseguidos gracias al uso de las impresoras en tercera dimensión han abierto posibilidades casi infinitas.

# Medicina 3D

De todas las ramas profesionales, la Medicina es el sector donde más suelen darse usos innovadores a las tecnologías de impresión 3D. De hecho, se la considera un área emergente que explora formas de sustituir o ayudar a las estructuras biológicas existentes. En un hospital británico, por ejemplo, ya existe la

posibilidad de imprimir tejido óseo, vascular o incluso un ovario funcional, y los usos orientados a conocer mejor el cuerpo humano y planificar cirugías de alta complejidad. El uso de las impresoras 3D en este campo apunta muy alto tanto que no solo se piensa en ellas para diseñar implantes a la medida de cada paciente que sustituyan las prótesis estándar. Las expectativas van mucho más allá. Científicos de todo el mundo investigan esta vía con el fin de

crear órganos que se puedan implantar en humanos. El gran reto consiste en lograr que dicho constructor se integre con éxito en la persona receptora. Algunos de los usos en medicina de la impresión 3D son: **Tratamiento del cáncer** Una de las principales dificultades para tratar esta enfermedad es la de

conocer cómo va el organismo cuando reacciona al tratamiento, o si el cáncer se reproducirá en otro órgano. Por ello, la posibilidad de probar el tratamiento en células extraídas del propio tumor puede ayudar a evitar las reiteradas (y agotadoras para el paciente) fases de probar un tratamiento, a la vez que se aumenta la eficacia y velocidad de curación. El Instituto de Medicina Regenerativa de la Universidad Wake Forest (EE.UU.) está llevando a cabo un paso decisivo en este procedimiento que han llamado "metástasis en una astilla", aludiendo al uso de organoides procedentes del propio paciente. **Piel y tejidos vivos** La bioimpresión es un procedimiento enfocado al desarrollo de piel y tejidos impresos en 3D. En la actualidad, se están explorando dos vías. La primera es la posibilidad de imprimir piel directamente en el cuerpo. En el caso de los pacientes quemados, la reconstrucción de la epidermis, barrera natural del cuerpo contra las agresiones externas y las infecciones, es de vital importancia. Sin embargo, la cirugía requiere largos periodos para ser efectiva y tener

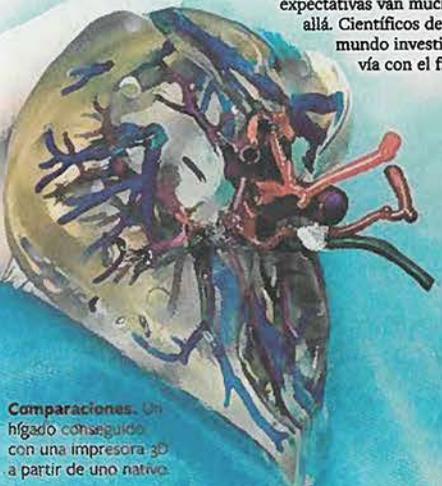
éxito, y suele consistir en la toma de partes de piel de otras partes del cuerpo para ser colocadas en las zonas lesionadas. La segunda vía es imprimir tejidos que posteriormente puedan formar parte de un cuerpo humano. Se usa una impresora 3D estándar que deposita capas de hidrogel, el cual contiene células y otros materiales, y que permitiría crear tejidos y órganos. **Prótesis** Dada la necesidad de que las prótesis sean personalizadas, es uno de los campos en los que más ha avanzado la impresión 3D médica. La manufactura aditiva ha sido utilizada en muchos casos diferentes: prótesis dental, reemplazos de cadera, válvulas coronarias, reconstrucción de rodilla, cajas torácicas de titanio, reconstrucción de cráneos, entre otros. Existen dos categorías de prótesis, externas e internas. Las prótesis internas es donde la impresión es más ampliamente usada,

normalmente usando materiales biocompatibles adecuados para este tipo de cirugía como metales, cerámicas y polímeros. En el caso de las externas se produce en términos de asequibilidad. Un ejemplo es la organización benéfica e-Nable que ha creado un modelo de código abierto llamado Raptor Reloaded, para permitir a cualquiera con una impresora 3D producir una prótesis a bajo costo, aunque sus funciones aún son estándar. **Otras aplicaciones** **Audífonos** La revolución comenzó, en este caso en 1998, y en la actualidad el 98% de los audífonos existentes se han fabricado usando impresión 3D, con tremendos avances desde entonces, llegando una sola máquina actual a imprimir 30 aparatos en solamente hora y media. En la actualidad se investiga en la fabricación de microbaterías de litio para la alimentación de estos y otros dispositivos. >>



**Corazón de polímero.**

FOTO: medicaldaily.com



**Comparaciones.** Un hígado conseguido con una impresora 3D a partir de un nativo.



FOTO: consultqd.clevelandclinic.org

**CENTRO DE DIAGNÓSTICO OCULAR**  
Tecnología Láser

Dr. José Francisco Rivera Delgado  
Especializado de la Clínica Barraquer de América

---

**Cirugía Láser - Amaris**  
Rápida, Precisa y Segura

**Miopía - Hipermetropía**  
**Astigmatismo - Presbicia**

Clínica Kennedy (Policentro) Sección GAMMA consultorio 4-5  
 Guquil Telf.: 04-2391045 / 04-2391035 Cel.: 0999280056 / jfrivera@gye.satnet.net  
 info@cirugialaserservision.com / www.cirugialaserservision.com / www.cdo.com.ec

@CDOlaser

cdotecnologialaser

Centro de Diagnostico Ocular

**Odontología** La contribución de la impresión 3D a la industria dental ha cambiado las reglas del juego, ya que permite tanto obtener un alineador dental transparente impreso en 3D para el uso diario, como implantes, fundas dentales, puentes, y una gran variedad de aplicaciones dentales. No solo eso, sino que el escaneado y modelado en 3D de los problemas dentales de los pacientes permitirá incluso el enviar los archivos CAD creados a otros especialistas, lo cual podría aplicarse a la obtención de segundas opiniones médicas.

**Huesos** Un paciente en EE.UU. se sometió a una cirugía radical, en la cual el 75% de su cráneo fue sustituido por un implante impreso en 3D realizado en un material no solo biocompatible, sino también semejante al hueso. Por otro lado, una mujer de 83 años recibió el primer implante de mandíbula de titanio fabricado con una impresora 3D.

**Audición** El resultado de unir el trabajo de varios investigadores de Princeton y el Hospital John Hopkins, favoreció un paso adelante para las personas sordas. Ellos crearon una oreja totalmente artificial, consistente en dispositivos electrónicos, alojados en una estructura biónica: una estructura tridimensional en forma de esqueleto, con células cartilaginosas que, 10 semanas más tarde, dan lugar a una oreja completa.

**Células madre embrionarias** Son aquellas capaces de mantener su pluripotencial, es decir, de generar posteriormente las características que las diferenciarán en cualquier otro tipo de célula (óseas, cerebrales, musculares...).

La impresión 3D ha permitido que un grupo de la universidad escocesa Heriot Watt

Investigadores europeos crearon una mandíbula inferior impresa en 3D.



**Carlos Helguero Alcívar, PhD.\*** Cuando se inventó la primera impresora 3D, hace más de 30 años, su creador jamás se imaginó que estaba construyendo las bases para una revolución industrial que vería florecer tres décadas después. Hoy en día, el afán por encontrar nuevas aplicaciones para la manufactura aditiva nos sorprende en la frontera de lo inimaginable. Desde comida hasta edificios, las impresoras 3D están cambiando los fundamentos del consumo y la manufactura.

En Medicina, las impresoras 3D han entrado pisando fuertemente. Cambiando la forma cómo los doctores entienden al paciente, su anatomía y las soluciones concernientes a su recuperación. Básicamente, estas impresiones se aplican en medicina de tres formas: como herramienta preoperativa, como herramienta intraoperativa y como creadora de reemplazos. En Ecuador, se están empezando a ver importantes esfuerzos en todos estos campos. En la actualidad, muchos profesionales de la medicina han decidido cambiar el paradigma de confiar únicamente en sus imágenes médicas para preparar un procedimiento médico. Esto se da justamente por el abanico de oportunidades que se abre cuando el médico tiene en sus manos un modelo físico que representa, en toda su integridad, la anatomía del paciente. Existen historias conmovedoras de médicos que han salvado vidas gracias a la facilidad y el detalle que estos

produzca racimos de células madre. El método usado es el de la impresión basada en válvulas, para mantener estas células en un alto nivel de viabilidad, y producir esferoides de un tamaño uniforme con una precisión adecuada, tal como han publicado en la revista especializada *Biofabrication*.



modelos le otorgan para solucionar un problema, encontrando defectos que son casi imposibles de detectar usando una imagen médica convencional.

Existen también investigadores que se valen de las impresoras 3D para crear herramientas que ayuden al doctor durante la cirugía. Por ejemplo, en materia de resección (operación quirúrgica que consiste en separar total o parcialmente uno o varios órganos o tejidos del cuerpo) de tumores, la creación de una placa guía, impresa en 3D, que ayude al médico a localizar y extirpar un tumor óseo con gran exactitud, obligándolo a seguir un patrón de corte y minimizando el margen de error en dicha resección. Esta es una tecnología desarrollada por un joven investigador ecuatoriano (1).

Por último, los esfuerzos investigativos se han volcado también a la manera de producir tejido orgánico a partir de células de diversos tipos. Esto se proyecta

como la plataforma para producir órganos funcionales, tejido óseo y otros componentes anatómicos que servirían para trasplantes. Esto, aun cuando se investiga exhaustivamente, está todavía en primitivas etapas de desarrollo y quizá tendremos que esperar algunos años más para ver órganos complejos, como el corazón, replicados. Sin embargo, un investigador ecuatoriano está explorando la creación de implantes óseos biomiméticos (2).

Todos estos esfuerzos por llevar la impresión 3D a los quirófanos es algo que, imperativamente, se debe potencializar en Ecuador. Existe aún la resistencia local, producto de lo novel de esta tecnología, por introducir la del quehacer diario médico. Existen, sin embargo, investigadores que han explorado estos usos durante sus estudios de posgrado y que, actualmente, están regresando al país dispuestos a aplicar sus proyectos localmente, completamente preparados para hacerlo. Es solo cuestión de tiempo, apoyo y, claro está, abrir nuestra mente.

\* Profesor de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción de la Espol (chelguero@espol.edu.ec)

(1) Helguero et al., *Improving the accuracy of wide resection of bone tumors and enhancing implant fit: A cadaveric study*, *Journal of Orthopaedics*, 2015.

(2) Helguero et al., *Biocompatible and Biomimetic 3D-Printed Bone Implants*, ORS annual conference, 2016.

**Vasos sanguíneos** Investigadores de la Universidad de Pensilvania y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) han descubierto un modo de imprimir vasos sanguíneos, usando azúcar como "tinta" en una impresora RepRap. Los investigadores publicaron su descubrimiento en *Nature* y resumieron los resultados en una declaración.

Más que intentar imprimir un gran volumen de tejido y dejar canales en una aproximación capa a capa, los investigadores se centraron en la vascularización y diseñaron filamento 3D en un sistema vascular asentado en un molde, lo cual permite eliminar el molde y la plantilla una vez que se desarrolla el tejido alrededor de los filamentos. (A.C.J.)