



Revista Peruana de Investigación en Salud

ISSN: 2616-6097

ISSN: 2616-6097

repisunheval@gmail.com

Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Perú

Aranda-Baulero, Mónica

Un cambio en los paradigmas de los sistemas de salud, la tecnología 3D

Revista Peruana de Investigación en Salud, vol. 4, núm. 3, 2020, Julio-Septiembre, pp. 121-126

Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Perú

DOI: <https://doi.org/10.35839/repis.4.3.685>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=635767700005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UNEM  redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Un cambio en los paradigmas de los sistemas de salud, la tecnología 3D

A new paradigm in health systems, 3D technology

Mónica Aranda-Baulero^{1,a,*}

Resumen

El advenimiento de la tecnología 3D y su aplicación a modelos biomédicos ha generado un nuevo enfoque de la medicina. Se producirán dispositivos biomédicos utilizando datos anatómicos específicos del paciente. Desde su uso inicial como modelos de visualización prequirúrgicos y moldes de herramientas, la impresión 3D ha evolucionado lentamente hasta crear dispositivos, implantes, andamios únicos para ingeniería de tejidos, plataformas de diagnóstico y sistemas de administración de medicamentos. Existe un renovado interés por combinar células madre con andamios 3D personalizados para la medicina regenerativa personalizada. Y un alto potencial en el diseño de tejidos y órganos personalizados, o para la detección de drogas en una estructura anatómica apropiada y un microambiente bioquímico específico para el paciente. Se describen logros en la aplicación de 3D en Medicina, y su uso revolucionario que permitirá entre otros, reducir tiempo de las operaciones, disminuyendo los costos de los insumos, además de posibilitar maniobras quirúrgicas más precisas, bajando el riesgo de sangrado, y de infección. Al mismo tiempo, el advenimiento de las tecnologías de impresión 3D y las perspectivas de personalización brindan importantes oportunidades de mercado, pero también presentan un serio desafío para los organismos públicos y entidades privadas que intervendrán en las distintas fases de investigación, control y uso de las nuevas tecnologías.

Método: en la caracterización del fenómeno de investigación se empleó el estudio descriptivo, de recolección de datos documental y la correlación entre las distintas fuentes.

Palabras clave: impresión 3D, bioimpresión 3D, tejido vascularizado, medicina regenerativa.

Abstract

3D technology and its application to biomedical models have generated a new approach to medicine. It will allow producing biomedical devices using patient-specific anatomical data. Since its initial use as pre-surgical visualization models and tool molds, 3D printing has slowly evolved to create devices, implants, unique tissue engineering devices, diagnostic platforms and pharmaceutical management systems. There is a renewed interest in combining stem cells with custom 3D scaffolds for personalized regenerative medicine. And a high potential in the design of personalized tissues and organs, or for the detection of drugs in a specific anatomical structure and a specific biochemical microenvironment for the patient. Achievements in the application of 3D in Medicine are described, and its revolutionary use that will reduce, among others, the time of operations, lower costs of supplies, as well as enabling more precise surgical maneuvers, reducing the risk of bleeding, and infection. At the same time, the advent of 3D printing technologies and personalization perspectives provide important market opportunities, but they also present a serious challenge for public agencies and private entities involved in the different phases of research, control and use of new technologies.

Method: In the characterization of the research phenomenon, the descriptive study, the collection of documentary data and the correlation between the different sources were used.

Keywords: 3D printing, bioprinting, vascularized tissue, regenerative medicine.

¹Universidad Argentina de la Empresa (UADE), Argentina

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-4855-290X>

Correspondencia a:

Mónica Aranda Baulero

Dirección Postal: Santa Fe 825 – Buenos Aires – Argentina.

Email: maranda@uade.edu.ar

Fecha de recepción: 17 de febrero de 2020

Fecha de aprobación: 14 de junio de 2020

Citar como: Aranda-Baulero M. Un cambio en los paradigmas de los sistemas de salud, la tecnología 3D. Rev. Peru. Investig. Salud. [Internet]; 4(2): 121-126. Available from: <http://revistas.unheval.edu.pe/index.php/repis/article/view/685>

2616-6097/©2020. Revista Peruana de Investigación en Salud. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC-BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Permite copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.



Introducción

La impresión 3D, término introducido a la terminología Medical Subject Headings (MeSH) en 2015, promete producir dispositivos biomédicos complejos de acuerdo con el diseño de la computadora adaptado a pacientes específicos. Desde su uso inicial como modelos de visualización prequirúrgicos y moldes de herramientas, la impresión 3D ha ido lentamente evolucionando hasta crear dispositivos, implantes, andamios únicos para ingeniería de tejidos, plataformas de diagnóstico y medicamentos (1).

La tecnología de impresión 3D es sencilla, se

basa en la evolución de la pulverización de tóner en el papel para sofocar capas de algo más sustancial (tal como una resina de plástico) hasta que las capas se suman a un objeto, permitiendo que una máquina pueda producir objetos de cualquier forma, en cualquier lugar y, según sea necesario; la impresión 3D está marcando el comienzo de una nueva era (2).

Los primeros intentos de impresión 3D datan de 1980, gracias al Doctor Kodama que fue quien inventó el enfoque de “capa por capa”. En 1981, Hideo Kodama, del Instituto Municipal de Investigaciones Industriales de Nagoya, obtiene la primera patente al inventar dos métodos de fabricación aditiva (AM) de un

modelo de plástico tridimensional con un polímero fotoendurecible, en el que el área de exposición a rayos ultravioleta era controlada por un patrón de máscara o transmisor de fibra de barrido (3).

En 1986, Charles W. Hull inventó la impresión por estereolitografía (SLA). Esta técnica de impresión 3D se refiere a un método para imprimir objetos capa por capa utilizando un proceso en el que los láseres hacen que las cadenas de moléculas se unan de forma selectiva, formando polímeros. Al año siguiente patentará la impresión mediante este sistema, y en 1986 fundará su propia empresa, 3D Systems.

En 1987, en la Universidad de Texas, Carl Deckard creó una patente para tecnología Selective Laser Sintering (SLS), otra técnica de impresión en la que los granos de polvo se fusionan localmente mediante un láser. Scott Crump, cofundador de Stratasys Inc, líder mundial en impresión 3D, presentó en 1988 una patente para Fused Deposition Modeling (FDM), siendo algunas de las clases de materiales que se imprimen ABS y SLA. Con estas como las principales técnicas, en menos de diez años, nació la impresión 3D (4). 1986 se Entre los innumerables hitos, y en lo que respecta al bioprinting, 2014 fue un año de muchos anuncios. Investigadores de la Universidad de Sidney fueron capaces de imprimir pequeñas fibras que luego fueron recubiertas con células endoteliales humanas, obteniéndose una red vascular hueca. Esto permitiría imprimir las células de órganos en torno a estas redes, logrando un flujo sanguíneo adecuado para mantener vivo el tejido impreso. Esta investigación es fundamental para el futuro de los órganos impresos (5).

Esta breve introducción nos lleva al objetivo del presente estudio que es, en primer lugar, describir algunas de las muchas aplicaciones de la impresión 3D en Medicina, y en segundo lugar determinar las perspectivas de desarrollo y expansión de esta nueva tecnología, con un análisis de detalle de su uso en el planeamiento quirúrgico y en la innovación farmacéutica.

Métodos

En la caracterización del fenómeno de investigación se empleó el estudio descriptivo,

de recolección de datos documental. La investigación se distribuyó en dos etapas: en primera se trabajó en la recopilación de datos a través de Google Académico; en el caso de textos generales, se tuvieron en cuenta notas especializadas para evaluar el grado de avance del uso de la tecnología en continuo cambio. En la segunda etapa se procedió al análisis e interpretación de datos.

Discusión

Se ha podido observar que, de todas las ramas profesionales, la medicina es el sector donde se dan usos innovadores a las tecnologías de impresión 3D. Es común que se utilice esta tecnología para crear simuladores sintéticos, con el propósito de que tanto estudiantes, como médicos, puedan adquirir destrezas manuales, también se pueden replicar patologías específicas de pacientes para entrenar con casos reales. Las imágenes médicas se convierten a archivos 3D, se envían los archivos DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) directo desde un equipo de Tomografía Computada (TC) o Resonancia Magnética (RMN), y a través de un software, estas imágenes pasan por un proceso de segmentación, siendo el formato STL (Standard Tessellation Language) el que permite la obtención de un modelo 3D (6).

Es justamente en el campo médico donde esta tecnología de impresión por adición ha evolucionado a la bioimpresión, que incluye un proceso de cultivo celular en laboratorio haciendo posible la formación de órganos y/o tejidos personalizados. Resulta de interés su aplicación en la creación de modelos anatómicos, prototipos, prótesis personalizadas, entre muchas otras aplicaciones médicas (7).

Otra alternativa es utilizar células madre que pueden ser transformadas en distintos tipos celulares mediante el uso de nutrientes y factores de crecimiento específicos. Sin embargo, pasar de los tejidos 3D al órgano entero es todavía una posibilidad a futuro. Lograr el desarrollo de vasos sanguíneos es uno de los desafíos pendientes. Es vital para que las células que conforman el tejido reciban sus nutrientes y puedan eliminar los residuos metabólicos. Por otro lado, el grado de proliferación (división) celular tiene que ser finamente controlado (8).

En 2014, el Instituto de Innovación Cardiovascular en la Universidad de Louisville (EE. UU.) pronosticó que para 2023 estarían en condiciones de tener corazones bioimpresos. El problema fundamental que radica en dotar a los órganos de funcionalidad adecuada aún no está resuelto, y hoy día los científicos están trabajando con foco en el tema (9).

Aunque los injertos de tejido avascular pueden proporcionar una mejora medible en la función de los órganos al implantarlos, la biomanufactura de novo de injertos tridimensionales (3D) y, en última instancia, órganos a gran escala requerirá inevitablemente una red vascular perfundible. Los tejidos vascularizados 3D se han fabricado recientemente a través de la bioimpresión 3D multimaterial y la estereolitografía, aunque carecen de la densidad celular y la complejidad microestructural necesarias para alcanzar niveles de función fisiológicamente relevantes (10).

La generación de tejidos vascularizados gruesos que coincidan completamente con el paciente sigue siendo un desafío insatisfecho en la ingeniería del tejido cardíaco (11).

La medicina regenerativa (término introducido a la MeSH en 2004) es otra aplicación que se define como el campo de la medicina relacionado con el desarrollo y uso de estrategias dirigidas que tienen como objetivo la reparación o reemplazo de órganos, tejidos y células dañados, enfermos o metabólicamente deficientes a través de la ingeniería de tejidos, trasplante de células, u órganos artificiales o bioartificiales y tejidos (12).

En definitiva, la investigación sobre la tecnología de impresión 3D para aplicaciones médicas se podría resumir en las siguientes cuatro áreas principales de enfoque:

- a) investigación sobre la fabricación de modelos de órganos patológicos para ayudar a la planificación preoperatoria y el análisis del tratamiento quirúrgico;
- b) investigación sobre fabricación personalizada de implantes permanentes no bioactivos;
- c) investigación sobre la fabricación de andamios bioactivos y biodegradables locales;
- d) investigación sobre la impresión directa de tejidos y órganos con funciones vitales completas (13).

Dentro del ítem a) los biomodelos constituyen

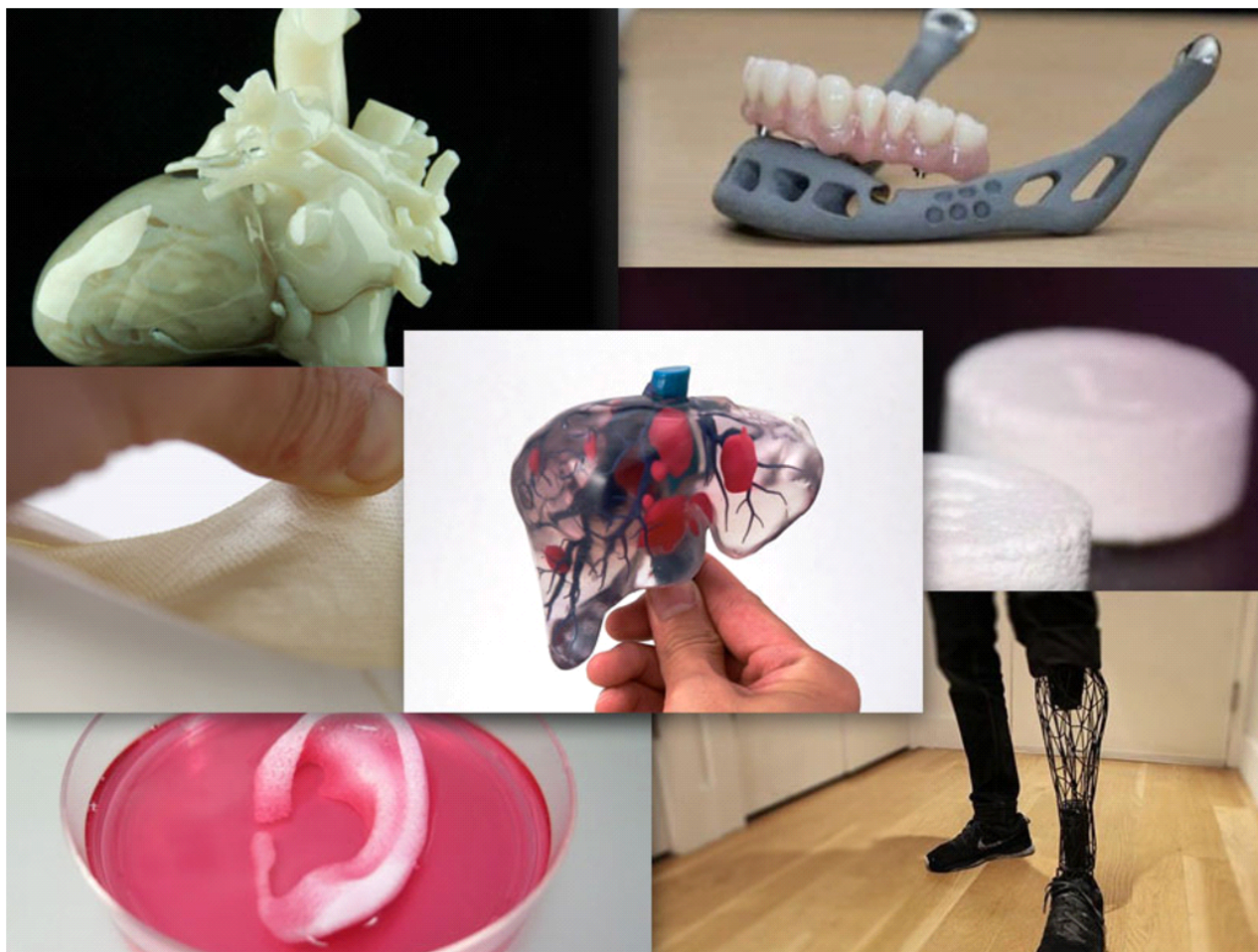
réplicas exactas de la anatomía interna del paciente que simplifican la planificación de cirugías. Los biomodelos se generan utilizando las imágenes médicas del paciente, tanto de resonancia magnética (RMN) como de tomografía computarizada (TAC).

El médico puede analizar y ensayar las variantes disponibles para decidir con anticipación qué técnica utilizará. De esta manera, se obtiene información valiosa que permite realizar la cirugía con mayor certidumbre.

De este modo es posible planificar abordajes o ensayar la intervención repitiendo con modelos impresos los mismos pasos que se van a realizar durante la operación. Los avances en reconstrucción tridimensional de las imágenes radiológicas han permitido disponer de herramientas virtuales para la planificación quirúrgica (14).

Tradicionalmente, la valoración de los pacientes con fracturas maxilofaciales, deformidades y tumores en los que la resección y/o la reconstrucción pueda involucrar tejido óseo, incluye la realización de estudios imagenológicos como los rayos X (Rx) convencionales, la tomografía axial computarizada (TAC), resonancia magnética nuclear (RMN), entre otros. No hace tanto tiempo, solo era posible obtener una baja resolución de imágenes con Rx en un plano bidimensional. Actualmente, la resolución lograda y la posibilidad de obtener imágenes tridimensionales han hecho de estos métodos una herramienta casi indispensable en la valoración diagnóstica, en la planificación y en la ejecución del tratamiento de estos pacientes (15).

Simular todos los pasos quirúrgicos complicados por adelantado usando modelos prototipo puede ayudar a prever complicaciones intra y postoperatorias. Esto puede resultar en una reducción del tiempo por cirugía que permite un uso más rentable de las salas quirúrgicas no solo en lo que hace a la ocupación sino también al consumo de insumos y horas de equipo médico y paramédico por acto quirúrgico. En la figura 1 se pueden observar algunas estructuras en 3D hoy ya se pueden de obtener.

Figura 1: Ejemplo de impresión de estructuras 3D

Fuente: <https://impresiontresde.com/cosas-impresion-3d-medica-puede-hacer-ya/>

Otro desarrollo que cabe citar es la innovación farmacológica. El desarrollo de modelos de tejido bioimpreso 3D de alto rendimiento ya se aplica en investigación, descubrimiento de fármacos y toxicología (16). El proceso de imprimir en 3D puede aplicarse con buenas expectativas para crear fármacos ya que involucra el uso de jeringas controladas robóticamente, de modo que se pueden construir fármacos empleando una biotinta con una textura de gel, donde los químicos y catalizadores se mezclan. En el futuro, un médico podría formular una tableta que contenga la combinación exacta de medicamentos para tratar una condición única, e imprimirlo utilizando una impresora 3D que contenga varias boquillas con un ingrediente diferente en ellas y la impresora establezca precisamente por pequeñas gotas cada material (17). Una aplicación atractiva, pero inexplorada, es utilizar una impresora 3D para iniciar reacciones químicas imprimiendo los reactivos directamente en una matriz de software de reacción 3D, y así poner diseño, construcción y operación del equipo de

reacción bajo control digital (18).

Discusión

Los ejemplos que hemos mencionado evidencian que estamos en un mercado en expansión, con un horizonte aún no definido en sus aplicaciones médicas, siendo uno de los grandes pendientes el lograr una red vascular perfundible. Por otro lado, se espera una alta rentabilidad ya sea por el ahorro y el mejor uso de los recursos disponibles. Se ha podido comprobar a través de diferentes empresas que ofrecen este tipo de productos, el Margen Bruto que se aplica sobre el coste de los materiales oscila entre el 90 y el 95%, llegando incluso en algunos objetos hasta el 97%.

Según el nuevo informe de investigación de mercado 3D Bioprinting Market by Component en un Pronóstico Global a 2024, publicado por MarketsandMarkets™, se proyecta que el Mercado de Bioimpresión 3D alcance los 1.647 millones de dólares en 2024 desde USD

651 millones en 2019, a un CAGR (Compound annual growth rate) del 20,4% de 2019 a 2024. Este trabajo se dirige a un público amplio, asociado de distintos modos con las nuevas tecnologías; científicos, empresarios, ingenieros y médicos, legisladores, organizaciones públicas y privadas, y potenciales usuarios con la intención de informar sobre el avance de las aplicaciones 3D en medicina, identificar los temas abiertos y en proceso de estudio, y abrir perspectivas económicas venturosas para el sector sanitario hoy agobiado por el fantasma de la sustentabilidad.

Conclusiones

Está abierto el estudio y debate sobre la importancia de incorporar 3D a la atención médica inmediata, ponderar los desafíos éticos asociados, las medidas legales que incluyen patentes y controles efectivos para prevenir el mal uso, así como los aspectos sociales que se derivan de las diferencias culturales, religiosas y económicas, y que determinarán el éxito de esta tecnología (19). Los sistemas de seguridad social públicos y privados de cada nación también deberán hacer un análisis riesgo-costo-beneficio, que hoy día todavía no está totalmente definido, aunque los augurios son altamente positivos. Estamos ante una tecnología de gran potencial y alto crecimiento, aunque tiene la limitación de ser un mercado novedoso, desconocido para parte de los inversores potenciales, y con necesidad de capital para investigación y desarrollo (I+D).

Conflictos de interés

El autor declara no tener conflictos de interés.

Referencias

1. Chia HN, Wu BM. Recent advances in 3D printing of biomaterials. *Journal of Biological Engineering*. 2015; 9:4.
2. D'Aveni RA. The 3D printing revolution. *Harvard business review*. 2013; 91(3): 34-35.
3. Kodama H. Automatic method for fabricating a three-dimensional plastic model with photo-hardening polymer. *Review of Scientific Instruments*. 1981; 52(11): 1770-3.
4. García Villegas C., Vidarte Pastrana M. Estado del arte de la bioimpresión 3D. Colombia: Fundación M3D, 2011..
5. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva en tecnologías de impresión 3D para alimentos. Buenos Aires; 2015. Recuperado de: <http://www.mincyt.gov.ar/estudios/estudio-de-vigilancia-tecnologica-e-inteligencia-competitiva-en-tecnologias-de-impresion-3d-para-alimentos-11655>.
6. Gerke BA, Yamashita AL, Sigua-Rodriguez EA, Olate S, Iwaki LC, Vessoni, I, Filho L. Análisis Descriptivo y Cualitativo de Tres Software Gratuitos Usados para la Conversión de Formato DICOM para STL. *Int. J. Odontostomat*. [Internet]. 2019 Mar [citado 2020 Abr 28]; 13 (1): 103-111. Disponible: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2019000100103&lng=en&nrm=iso&tlng=en. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2019000100103>.
7. César Juárez AAC, Olivos Mezad A, Landa Solíse C, Cárdenas Soria VH, Silva Bermúdez PS, Suárez Ahedog C, Olivos Díaz B, Ibarra Ponce de León JC. Uso y Aplicación de la tecnología de impresión y bioimpresión 3D en Medicina. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*. 2018; 61 (6): 43-51.
8. Bazan, S. Impresión 3D de órganos, la próxima frontera. [Internet]. Bitácora digital. 2(6); [2015]. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/Bitacora/article/view/12805>
9. Ozbolata I, Gudapatia H. A review on design for bioprinting. *Bioprinting*. 2016; 3: 1-14.
10. Skylar Scott MA, Uzel SGM, Nam LL, Ahrens JH, Truby RL, Sarita Damaraju S, Lewis JA, et al., Biomanufacturing of organ-specific tissues with high cellular density and embedded vascular channels *Sci. Adv*. 2019; 5 (9).
11. Noor N, Shapira A, Edri R, Gal I, Wertheim L, Dvir T. 3D Printing of Personalized Thick and Perfusable Cardiac Patches and Hearts, *Adv. Sci*. 2019; 6 (11).
12. Pub Med-MeSH Major Topic. "Regenerative Medicine". [Consultado: 25-agosto-2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=Regenerative+Medicine>
13. Yan Q, Dong H, Su J, Han J, Song B, Wei Q, Shi Y, A Review of 3D Printing Technology for

- Medical Applications. Engineering. 2018; 4(5): 729–742.
14. Perez Mañanes R, Calvo-Haro J, Arnal Burro J, Chana Rodríguez F, Sanz Ruiz P, Vaquero Martina J. Nuestra experiencia con impresión 3D doméstica en Cirugía Ortopédica y Traumatología. Rev. Latinoam. Cir. Ortop. 2016; 1 (2): 47-53.
15. Mantrana G, Jacobo O, Hartwing D, Giachiero V. Three-Dimensional printing models in the preoperative planning and academic education of mandible fractures. Cir. plást. Ibero-latinoam. 2018; 44 (2): 193-201.
16. Murphy S, Atala A. 3D bioprinting of tissues and organs. Nature Biotechnology. 2014; 32 (8): 773-85.
17. Bucco, M. La impresión 3D y su aplicación en los servicios médicos (prótesis, fármacos, órganos). Buenos Aires: Repositorio Digital San Andrés: 2016.
18. Symes M, Kitson P, Yan J et al. Integrated 3D-printed reaction ware for chemical synthesis and analysis. Nature Chem. 2012; 4: 349-354.
19. Vijayavenkataraman S, Lu WF, Fuh JYH. 3D bioprinting – An Ethical, Legal and Social Aspects (ELSA) Framework. 2016; 1–2: 11-21.