



## El impacto de la impresión 3D en la joyería

### 3D printing, a huge impact in jewelry

**laura Muñoz Mesa**

*Sena, Centro de Formación en Diseño, Confección y  
Moda  
Grupo INAMOD  
Itagüí, Colombia  
laurammaesa@gmail.com*

**Jorge Humberto Sánchez Trujillo**

*Sena, Centro de Formación en Diseño, Confección y  
Moda  
Grupo INAMOD  
Itagüí, Colombia  
tecnojoyas@gmail.com*

(Recibido el 10-10-2016. Aprobado el 01-12-2016)

Estilo de Citación de Artículo:

L. Muñoz-Mesa, J. Sánchez-Trujillo, "El impacto de la impresión 3d en la joyería", Lámpsakos, no. 16, pp 89-97, 2016  
DOI: <http://dx.doi.org/10.21501/21454086.1969>

**Resumen.** La joyería ha hecho parte de diversas culturas simbolizando distinción o poder. En Colombia, la joyería es una actividad tradicional heredada de los indígenas quienes desarrollaron técnicas especiales para trabajar el metal. En términos generales, la elaboración de joyas es artesanal, es decir, con las manos y la ayuda de herramientas básicas, sin equipos industriales ni alta tecnología. La aparición de la impresión 3D impacta una parte significativa del proceso de producción mejorando la productividad, la calidad en los detalles de la joya, fortaleciendo procesos de producción en serie y de joyería personalizada, permitiendo la producción de diseños que a mano no sería posible realizar, entre muchas otras ventajas. Sin embargo, ante las posibilidades que ésta tecnología ofrece, se generan dudas en el sector joyero local sobre los aspectos a tener en cuenta en la adquisición y los requerimientos para trabajar con ésta tecnología por lo cual se realiza un rastreo bibliográfico de casos de éxito, ventajas, desventajas y características de las impresoras. De éste modo cualquier joyero puede evaluar la pertinencia de la impresión 3D dentro de su unidad productiva y tomar una decisión certera frente a la impresora correcta para el trabajo que cada uno requiere.

**Palabras clave:** Impresión 3D, Joyería, Manufactura avanzada, producción.

**Abstract.** Through history jewelry has been part of several cultures symbolizing power and elegance. In Colombia, jewelry is a traditional activity inherited from the natives who developed special techniques making it easier for metal work. The jewels are manufactured manually with basic tools, without industrial equipments and specialized technology. The 3D printer arrival makes a huge impact in the production process, improving productivity, a better quality in jewel details and making better assembly-line production and personalization. This allows the manufacture of some jewels that are not possible to hand-make. However this technology generate doubts in the jewelry sector and requires an investigation with successful cases, good and bad things related with the 3D printer and its characteristics. With this investigation the jewelers can evaluate the advantages of having a 3D printer with the exact specifications needed in their production line.

**Keywords:** advanced manufacturing, Jewelry, makers, production, 3D printing.

## 1. INTRODUCCIÓN

La impresión 3D ha sido el avance tecnológico más significativo que la joyería ha tenido en su historia. Si bien, se han desarrollado equipos para ciertos procesos como elaboración de cadenería, planta para recubrimientos superficiales o instrumentos para brillo; éstos sólo son útiles para empresas que desarrollen estos procesos a escala industrial, en un país como Colombia más del 90% de los productores de joyería son microempresas, es decir, pequeñas unidades productivas que trabajan de manera artesanal, por lo cual equipos industriales para partes específicas del proceso de producción, resultan costosos y en cierta medida ineficaces gracias al pequeño volumen que manejan. Sin embargo, la impresión 3D es transversal a muchos de los procesos joyeros, lo cual indica que para cualquier empresa de joyería, así sea una muy pequeña, es una tecnología útil, incluso indispensable para estar a la vanguardia de las exigencias del mercado [1].

Para los joyeros es de vital importancia conocer cómo funciona ésta tecnología y para qué sirve, con el fin de determinar la pertinencia de incorporarla dentro de su empresa.

La impresión 3D es tecnología relativamente nueva con escasa información en español, adicionalmente es tecnología muy versátil, aplicable a múltiples industrias, lo que también dificulta encontrar información específica para el caso de joyería. Por esta razón este artículo constituye un rastreo bibliográfico de información relevante para el sector joyero, explicando las ventajas y desventajas de la impresión 3D para la industria en términos claros que les permitan a los joyeros entender y evaluar la pertinencia de adoptar esta tecnología como parte del proceso de producción.

## 2. INICIO Y PANORAMA GENERAL DE LA IMPRESIÓN 3D

La impresión 3D surge como una consecuencia de tendencias como “makers”, “hazlo tú mismo” (Do It Yourself–DIY en inglés o Do It With Others–DIWO) y los espacios de coworking. Todo lo anterior reunía grupos de personas que en su tiempo libre se dedicaban a la fabricación de objetos de diversa índole, por

ejemplo objetos de decoración u objetos dañados en casa e incluso objetos mecánicos o electrónicos. En las principales ciudades del mundo, estos grupos de personas contaban con espacios comunes dotados de herramientas para llevar a cabo sus proyectos e intercambiar ideas que permitieran la mejora de los mismos. Éste tipo de centros han tenido un papel fundamental en la divulgación de la impresión 3D y sus bondades.

El primer sistema de impresión 3D fue creado en 1984 por Charles Hull [2], [3], se trata de la estereolitografía (Stereolithography–SLA en inglés), creada como un sistema de impresión de maquetas para probar prototipos antes de su fabricación en serie. Hacia 1990, Scott Crump creó el sistema Fused Deposition Modeling (FDM) capaz de crear objetos en 3D, gracias a la construcción del mismo capa por capa, cuyo material se solidifica posteriormente con la forma deseada.

Para éste momento, los costos de una impresora 3D eran altos, hasta que en el 2005 el Dr. Bowyer creó una impresora 3D capaz de imprimir casi todas las piezas de las cuales estaba compuesta (autoreplicable), esto abre paso, gracias a la comunidad “maker”, al open source o código abierto, donde varias personas a través de foros en internet colaboran en la mejora del desarrollo de la impresora, acercando esta tecnología a las comunidades y permitiendo la creación de nuevas impresoras que pueden ser ensambladas por los usuarios aún sin amplios conocimientos sobre el tema.

Todo esto contribuye a la reducción de costos y se genera entonces una proliferación de impresoras 3D con diversidad de precios, marcas, materiales, colores, resoluciones, espacios de trabajo, etc. Útiles para un sinnúmero de ideas que van desde repuestos para objetos del hogar hasta la fabricación de carros, casas [4], computadores y drones. Es decir, hay una cantidad enorme de necesidades que pueden ser cubiertas por la impresión 3D y hay un sinnúmero de impresoras con características diversas, por lo que los usuarios pueden verse abrumados a la hora de decidir cuál adquirir, para lo cual, debe tenerse en cuenta lo que se desea hacer con la impresora 3D y analizar los aspectos fundamentales que dichos objetos requieren para su fabricación con el fin de obtener la impresora adecuada. Y es que la penetración de la impresión 3D es tan grande que, según la consultora Juniper, en el 2014 se presupuestaba vender 44.000

unidades de impresoras para el hogar y para el 2018 se estima que la cifra superará el millón de unidades [5].

### 3. IMPACTO DE LA IMPRESIÓN 3D EN EL MUNDO

La impresión 3D ha llegado para quedarse, cambiando la manera como tradicionalmente se fabricaban objetos de diversa índole e impactando sectores como ciencia, industria, alimentación, entre otros.

Como muestra de lo anterior, se exponen los siguientes ejemplos, que representan sólo una parte de los casos existentes.

- Transporte particular:** el LM3D Swim de Local Motors [6], [7], [8], es un carro hecho a partir de impresión 3D, cuya promesa de venta es que es un carro “seguro, inteligente, sostenible”. Con capacidad para 4 personas y un precio final de 53.000 dólares, la compañía planea fabricar cerca de 2400 carros al año con sistema eléctrico de propulsión.

Otro ejemplo, es la moto eléctrica VOLTA fue diseñada con impresión 3D [9], tecnología que logró disminuir cerca del 30% de los costos de producción. La impresión 3D sirvió para probar la ergonomía y la funcionalidad de varias de las partes de la moto, eliminando la necesidad de encargar costosos moldes de plástico y facilitando la fabricación final permitiendo la producción de ediciones especiales.
- Industria Alimenticia:** Foodini es una impresora 3D capaz de preparar alimentos (dulces o salados) a partir de ingredientes frescos [10]. La idea consiste en agregar cada ingrediente, previamente triturado, licuado o en puré a cápsulas que irán a la impresora. El trabajo que la impresora realiza es poner capas de ingredientes de mínimo 1,5 mm de espesor hasta formar el alimento deseado. La versión inicial de Foodini está pensada para hoteles y hospitales, esta versión prepara los alimentos, pero no puede cocinarlos, es decir, después de la impresora 3D deben ir al horno si así se requiere. Sin embargo, posteriormente saldrá al mercado una versión destinada al uso doméstico que será capaz de cocinar el plato para que quede listo.
- Medicina:** un grupo de médicos estadounidenses logra salvar la vida de un bebé con un problema en el corazón. El niño con una enfermedad denominada cardiopatía congénita, debía ser sometido a una compleja cirugía. En un caso normal, los médicos tendrían que parar el corazón del bebé para mirarlo y determinar qué hacer, sin embargo, en ésta ocasión, se realizó una impresión 3D del corazón del niño [11], [12], a partir de imágenes obtenidas de una resonancia magnética. Gracias a la impresión, los médicos pusieron conocer las formaciones extrañas que el corazón del niño tenía y pudieron realizar una intervención más sencilla.
- Biomédica:** un colegio en Barcelona se ganó una impresora 3D en un concurso y la ha estado utilizando para enseñarle a sus estudiantes a manejarla proveyendo al colegio de elementos necesarios como premios o herramientas. Lo sorprendente es que un grupo de niños de éste colegio con acompañamiento de su profesor, desarrollaron una prótesis de mano para una de sus compañeras a partir de impresión 3D [13], [14], [15]. Actualmente hay múltiples historias y ejemplos de prótesis realizadas con esta tecnología [16], lo sorprendente de ésta historia en particular es que fue realizada por niños de 12 años en promedio. Así aprenden a utilizar las nuevas tecnologías y a ayudar a las personas. La impresión 3D ofrece la posibilidad de tener prótesis a bajo costo, pudiéndolas cambiar o adaptar al crecimiento de los niños, incluso existe la posibilidad de realizarlas en colores llamativos para ellos como fucsia o azul.
- Juguetería:** La reconocida marca de juguetes Mattel sacó al mercado en los años 60 un producto llamado “ThingMaker” [17], se trataba de moldes que los niños podían rellenar para hacer sus propios juguetes. Ahora Mattel lanza al mercado nuevamente “thingmaker”, la impresora 3D para que los niños puedan fabricar juguetes en casa. Este es un ejemplo claro de la evolución que ha tenido la industria en general al pasar del molde a la impresión 3D en la fabricación de objetos. Este caso también es un ejemplo del cambio que las empresas se ven obligadas a hacer a partir del avance de la tecnología, con el fin de permanecer en el mercado. Thingmaker está equipada con

toda la seguridad que un niño requiere para operarla y su funcionamiento es sencillo e intuitivo. Viene con una aplicación de diseño fácil de manejar donde los niños pueden crear sus propias figuras y enviarlas directamente a la impresora 3D, al parecer, la idea en el futuro es que los padres puedan comprarles a sus hijos paquetes de accesorios para Barbie, Max Steel, entre otros, para que los pequeños puedan imprimirlos en casa.

La impresión 3D entonces, permite crear en casa un sinnúmero de objetos que eran exclusivos de industrias especializadas. Esta tecnología supone una avalancha de creaciones donde realmente el único límite es la imaginación, prueba de esto es que haya niños de 12 años diseñando y fabricando prótesis funcionales para personas con limitaciones en alguno de sus miembros.

Esto supone un reto grande para las industrias de distintos sectores, que se ven obligadas a transformar sus modelos de negocio con el fin de no desaparecer del mercado en manos de un sustituto hecho en casa a bajo costo. La joyería no está exenta de éste riesgo, viéndose obligada a utilizar la tecnología 3D para mejorar sus procesos de producción. Un ejemplo claro de esto es la joya máxima del arte cinematográfico hollywoodense: la estatuilla dorada de los premios de la academia, el Oscar.

- **Orfebrería:** para la última ceremonia de los premios de la academia, los organizadores querían entregar réplicas de la estatuilla original realizada en los años 20. La compañía encargada de la fabricación escaneó la estatuilla original y con ayuda de la impresión 3D la trajo de nuevo a la vida [18]. El presidente de la academia, Cheryl Boone Isaacs, declaró “con la ayuda de la tecnología del siglo XXI podemos honrar los inicios del Oscar. La nueva estatuilla ejemplifica la artesanía impecable y la naturaleza duradera del arte”.

Existen innumerables casos que ejemplifican el impacto de la impresión 3D en el mundo, los anteriores sólo dan una idea general de la magnitud y la diversidad de aplicaciones que esta tecnología supone. Sin embargo, la manufactura avanzada, como ha sido denominada ésta y otras tecnologías para la fabricación,

progresa cada día y las múltiples mejoras en sistemas y materiales de impresión no se hacen esperar.

### 3.1. Impacto de la impresión 3d en la joyería

Como se había planteado, la impresión 3D ha sido el avance tecnológico más impactante que la joyería ha tenido en su proceso productivo. Tradicionalmente para la fabricación de una joya ha habido dos métodos: El primero se denomina “armado” y consiste en trabajar directamente el metal con las manos y ayuda de herramientas básicas, siendo éste un método 100% artesanal. El segundo método es denominado como “cera perdida” y consiste en tallar a mano la joya a partir de un bloque de cera. Este proceso requiere de tiempo, trabajo y años de experiencia para adquirir tal habilidad entendiendo que hay diseños altamente complejos como aquellos que tienen muchos detalles, arabescos e incluso textos diminutos. Esta joya en cera es la pieza maestra para la fabricación de la joya final en metal a la cual se le pueden sacar múltiples repeticiones gracias a la creación de moldes de caucho o silicona.

Con el avanzar de la tecnología, algunas empresas incorporaron máquinas de control numérico CNC en sus procesos de producción, es decir, se modela la joya en un software especializado de tres dimensiones (Diseño asistido por computador CAD), se pasa el diseño al software de la máquina de control numérico y ésta lo reproduce en el bloque de cera para continuar el proceso normal de cera perdida. Sin embargo, esta tecnología conlleva múltiples complicaciones y limitantes como la cantidad de ejes capaces de tallar el bloque de cera, la complejidad de su funcionamiento y el tiempo que tarda el proceso teniendo en cuenta que solo puede tallar una pieza a la vez.

Con la llegada de la impresión 3D no sólo es posible realizar varias piezas al tiempo, sino que son equipos cada vez más fáciles de manejar y permiten la mejora de múltiples detalles en las joyas. Es por esto que muchas compañías joyeras alrededor del mundo como Tripsion [19], Sharebot [20] y Lupeon [21], empezaron a incorporar ésta tecnología de manera exitosa como se muestra a continuación.

### 3.2. Casos de éxito de la impresión 3d en joyería

La introducción de la impresión 3D en la joyería ha ido en aumento, desde empresas que empezaron a utilizarla como prototipo para validar diseños y para mejorar ciertas características, hasta empresas que fabrican la joya completa con impresión 3D. Esto ocurre gracias a la variedad de materiales de impresión que permiten que la joya final sea la impresión misma en un material como resina por ejemplo o materiales que permiten llevar a cabo con ellos el proceso de cera perdida logrando obtener la joya final o permitiendo obtener a partir de ella un molde para sacar repeticiones.

American Pearl es una compañía tradicional de Nueva York que incorporó la impresión 3D permitiendo que los clientes ordenaran joyas desde la comodidad de su casa pagando por internet y sin poner un pie en la tienda [22], [23]. Posteriormente renovó su estrategia aprovechando el valor sentimental que tienen las joyas familiares y empezó a desarrollar réplicas de joyas a partir de fotos viejas [24], así las personas pudieron recuperar joyas perdidas o tener una segunda joya en caso de pérdida. Éste es un ejemplo de éxito porque gracias a la tecnología 3D la compañía pudo desarrollar estrategias que se tradujeron en valor agregado para sus clientes.

Makebu por su parte es una marca española que encontró en la impresión 3D un método para diseñar joyas inspiradas en la naturaleza [25], [26], con formas y estructuras en sus diseños que difícilmente podrían ser producidos con otro método. La diseñadora de ésta marca trabaja en el software de diseño desde su casa, imprime y le envía la pieza maestra a un proveedor para que fabrique sus joyas.

Grandes empresas en el mundo de la joyería emplean no sólo la impresión 3D sino el diseño digital, requerido como insumo de impresión, para realizar catálogos digitales a bajo costo y fabricar joyas sobre pedido, sin incurrir en costos de producción de piezas para exhibición en vitrinas. Un ejemplo de lo anterior es la compañía de anillos de compromiso TACORI que cuenta en su página con muestras digitales de sus anillos para ser producidos sobre pedido.

En el caso de Colombia, la penetración de impresión 3D ha sido demorada, pero va en aumento gracias a que el sector empieza a conocer las bondades de

ésta tecnología gracias a los primeros joyeros que tomaron el riesgo y se han ido convirtiendo en proveedores de sus propios colegas y competidores.

### 3.3. Ventajas de la impresión 3d para joyería

Eficiencia y productividad en el trabajo, ya que mientras la impresora realiza su función, el joyero puede dedicarse a otras actividades. Esto es especialmente importante en el caso de Colombia, donde en gran parte de los casos, el joyero es el que realiza todas las funciones empresariales: administración, ventas, diseño, producción, etc.

La impresora 3D cuenta con capacidad de sacar varias piezas al tiempo, lo cual agiliza el trabajo.

Calidad y definición en los detalles de diseño, la impresión 3D ofrece un nivel de perfección que el hombre sólo podría alcanzar con años y años de entrenamiento.

Igualdad en las series, es decir, si una empresa requiere producir “x” cantidad de piezas iguales, la impresión 3D las sacará realmente iguales, en contraste, piezas realizadas a mano siempre tendrían alguna variación, especialmente si el diseño es complejo e intrincado.

La impresión 3D está en capacidad de realizar diseños que no podrían hacerse a mano o que requerirían para su fabricación empates y soldaduras que la tecnología disminuye o elimina por completo, logrando piezas más finas y prolijas.

Esta tecnología permite que un cliente pueda ver la joya antes de su fabricación para estar seguro de que es lo que realmente desea. En caso de que haya cambios, la joyería no habrá asumido altos costos de producción ni habrá invertido material precioso.

Las unidades productivas joyeras podrían generar a partir de esta tecnología nuevas unidades de negocio, por ejemplo, joyería cuya impresión 3D es el material final, podrían convertirse en proveedor de otros joyeros, podrían desarrollar servicios adicionales para sus clientes habituales o elaborar prefabricados para ensamblar.

### 3.4. Desventajas De La Impresión 3D Para Joyería

- El joyero deberá invertir tiempo y esfuerzo en capacitarse para aprender a modelar 3D.
- Será necesario capacitarse en funcionamiento y mantenimiento de la impresora 3D que se elija.
- Hay que realizar una inversión de dinero para adquirir la nueva tecnología.
- Dificultad en el proceso de quemado o desceado.

## 4. ASPECTOS A TENER EN CUENTA ANTES DE ADQUIRIR UNA IMPRESORA 3D

En el mercado existen gran cantidad de marcas de impresoras 3D que funcionan con sistemas y materiales diversos, de modo que elegir una adecuada puede ser una tarea abrumadora. Adicionalmente, para el caso específico de la joyería los requerimientos en cuando materiales y resolución son mayores que para otras industrias. Las características a tener en cuenta son las siguientes:

- **Precio de compra:** la importancia de éste ítem va a depender del poder adquisitivo de la empresa que la vaya a adquirir, sin embargo, los costos cada vez son más bajos, mientras que las funcionalidades aumentan.

**Costo de mantenimiento:** La impresora es un equipo como cualquier otro que requiere mantenimiento preventivo, es importante conocer el costo del mismo antes de adquirir la impresora.

**Costo de los insumos de trabajo:** en ocasiones el precio de compra de la impresora es muy atractivo porque el negocio está en la compra permanente de insumos costosos para trabajar, por esto es importante conocer el precio de los insumos, dónde adquirirlos y cuál es su rendimiento, teniendo en cuenta que no cualquier material le sirve a cualquier impresora.

**Calidad y agilidad de soporte técnico:** La impresora se convierte en un equipo de trabajo fundamental dentro de las actividades de diseño y producción de la empresa, tenerla parada acarrearía grandes gastos ya que esto supone un atraso en el trabajo, por lo cual en el caso de que haya algún inconveniente, es necesario solucionarlo a la menor brevedad, por lo cual el soporte técnico debe ser rápido, inteligente y a un costo razonable, es importante conocer la experiencia que otros usuarios han tenido en caso de requerir soporte para medir la calidad de respuesta.

**Material de impresión:** Para el caso de la joyería el color del material de impresión no es tan importante como para otras industrias, lo que sí es realmente importante es que sea un material al que se le pueda aplicar el proceso de cera perdida para continuar con él la producción de la joya. Esto es fundamental y es lo que hace que la impresión 3D sea realmente relevante para la industria joyera.

**Dimensiones del área de trabajo:** ante mayores dimensiones, mayor cantidad de piezas de joyería van a poder imprimirse al tiempo, es importante entender que en caso de que área de trabajo sea pequeña y se requiera imprimir una pieza grande, ésta se puede imprimir por partes para ser ensamblada luego, sin embargo, esto depende del tipo de joyería que se realice, para el caso de anillos, por ejemplo, no se requiere un área de trabajo demasiado grande.

- **Resolución:** este es un aspecto vital en joyería y consiste en que la impresora 3D va creando la pieza por capas hasta alcanzar la altura final, la resolución responde entonces al grosor de esas capas que se mide en micras. A mayor cantidad de micras menor resolución, es decir, mientras menos micras tenga, menos visible será la escala que se genera entre capa y capa. En joyería como se manejan tantos detalles la resolución debe ser muy buena para que el trabajo quede con la calidad adecuada.
- **Facilidad de manejo de la impresora y de su software:** si bien es cierto que cada vez las impresoras son más intuitivas y fáciles de manejar, también es cierto que éste es un aspecto a tener en cuenta en el momento de elegir

Tabla 1. Comparativo de impresoras 3d

3D Printer Comparison						
	B9Creator V1.2HD	3D Systems Projet 1200	Asiga Freeform Pico 2	Solidscape MAX2	Digital Wax 008J	FormLabs Form 2
Maximum Build Envelope	104x75x203 mm	43x27x150 mm	51x32x75 mm	152x152x101 mm	65x65x90 mm	145x145x175 mm
XY Resolution (finest)	30 micron	56 micron	39 micron	10 micron	50 micron	140 micron
Accepts 3rd Party Resins	Yes	No	Yes	No	Yes	No
1kg of Manufacturer's Castable Resin	\$127	\$1200	\$350	\$700	\$650	\$299
Time to Print 5 Castable Models	4 hours	6 hours	4 hours	15 hours	8 hours	8 hours
Machine Cost	\$4,595	\$4,900	\$6,990	\$55,650	\$26,000	\$3,499

Fuente: B9 Creations. <https://www.imakr.com/global/en/3d-printers/108-b9creator-assembled-v12.html>, [27]

una impresora 3D, ya que se busca disminuir la curva de aprendizaje y familiarización con la máquina para beneficiar la rentabilidad empresarial.

Como puede observarse son varios los aspectos a tener en cuenta y no es tan sencillo como elegir por costo una de las impresoras disponibles en el mercado. La Tabla 1, tomada de [27] muestra un comparativo entre las impresoras 3D más comunes para joyería, es importante aclarar que las impresoras 3D que funcionan con filamento plástico no son adecuadas para fabricación de joyas.

## 5. MODELADO 3D COMO INSUMO PRINCIPAL

Otro aspecto importante que se debe tener en cuenta para la implementación de impresión 3D es el diseño o modelado tridimensional, sin el cual la impresión 3D no presta ningún servicio. Puede afirmarse que es en el modelado 3D donde están en “know how” y el valor agregado de la empresa. Si bien en internet hay cientos de diseños gratis y listos para descargar, esta no puede ser la sustitución del diseño porque se estaría saturando el mercado con más de lo mismo.

El modelado 3D es un punto crítico por dos razones; la primera es que pasa desapercibido ante el ruido que genera la impresión 3D, pero la realidad es que es en él en donde está la fortaleza para competir en el mercado y hacer de la joyería y de la impresión 3D algo extraordinario. Y la segunda razón por la cual es crítico es que la curva de aprendizaje para dominar

los programas de modelado 3D para joyería es muy larga, especialmente si se compara con la curva de aprendizaje sobre impresión 3D.

De acuerdo con los foros en línea y los concursos internacionales de diseño de joyas, las mejores aplicaciones de software para modelado de joyería 3D son Rhinoceros Gold de Adobe y Matrix de Gemvision. El tiempo estimado de aprendizaje mínimo se considera que está alrededor de los 8 meses, sin embargo, esto depende de la habilidad y la dedicación que cada usuario tenga.

## 6. CONCLUSIONES

La impresión y el modelado 3D no constituyen el futuro de la joyería, sino el presente. En el mundo ya se utiliza logrando múltiples modelos de negocio que generan relaciones de mutualismo entre las empresas y sus clientes. Colombia no puede quedarse atrás, es importante para las unidades productivas del país adoptar las nuevas tecnologías en pro de las mejoras del proceso con el fin de generar mayor competitividad y garantizar su sostenibilidad en el mercado.

Es necesario entender que esta tecnología es cambiante y revolucionaria, por lo cual hay que estar atentos ante las tendencias y fortalecer la capacidad de adaptación y el diseño de estrategias y modelos de negocio satisfactorios para la empresa y sus clientes.

Actualmente existen en el mercado impresoras 3D capaces de imprimir directamente en metal (sinterización láser) [28], [29], aunque todavía son muy costosas. Pero tal y como ha ocurrido el precio tenderá a disminuir mientras aumenta la funcionalidad, en cuyo caso los joyeros podrán ser sustituidos por una impresora 3D que cualquiera podrá tener en casa. Por esta razón es indispensable pensar el mercado como algo cambiante y la empresa como algo dinámico con capacidad de adaptación. De ahí la importancia de pensar en nuevos modelos de negocio, tal y como lo está haciendo la compañía MATTEL en su sector hay ofrecer para la venta una impresora 3D capaz de reproducir en casa los juguetes que ellos habían producido hasta hoy en el interior de sus fábricas.

La clave del negocio a futuro está entonces en la manufactura digital, no en la impresión 3D.

## REFERENCIAS

- [1] Redacción Revista el Impresor., «Colección de joyería de oro impresa en 3D aspira transformar la industria,» 9 septiembre 2015, [En línea]. Disponible en: <http://revistaelimpresor.com/coleccion-de-joyeria-de-oro-impresa-en-3d-aspira-transformar-la-industria/>. [Último acceso: 2016].
- [2] A. A. Marcos, «La historia del futuro industrial: cómo surgió la impresión 3D,» 1 noviembre 2013. [En línea]. Disponible en: <https://telecotowalk.wordpress.com/2013/11/01/la-historia-del-futuro-industrial-como-surgio-la-impresion-3d/>. [Último acceso: 2016].
- [3] J. Miravalls, «El padre de la impresora 3D gana el Oscar europeo de los inventores,» 17 julio 2014, [En línea]. Disponible en: <http://www.el-mundo.es/ciencia/2014/06/17/53a012fc22601dc46a8b457a.html>. [Último acceso: 2016].
- [4] Benedict, «We can 3D print a house in 24 hours, says teenage CEO of Cazza Construction,» 29 noviembre 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.3ders.org/articles/20161129-we-can-3d-print-a-house-in-24-hours-says-teenage-ceo-of-cazza-construction.html>. [Último acceso: 2016].
- [5] E. Macías, «En 2018 se venderán más de un millón de impresoras 3D domésticas,» 22 abril 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.ticbeat.com/economia/2018-se-venderan-un-millon-impresoras-3d-domesticas/>. [Último acceso: 2016].
- [6] Local Motors, 2017, [En línea]. Disponible en: <https://localmotors.com/3d-printed-car/>. [Último acceso: 2016].
- [7] P. Kote., «Así es el coche impreso en 3D de Local Motors: LM3D Swim será una realidad el año que viene,» 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.xataka.com/automovil/asi-es-el-coche-impreso-en-3d-de-local-motors-lm3d-swim-sera-una-realidad-el-ano-que-viene>. [Último acceso: 2016].
- [8] F. Piqueras, «El primer coche impreso en 3D sale a la venta en 2016,» 2016, [En línea]. Disponible en: <http://impresiontresde.com/blog/el-primer-coche-impreso-en-3d-sale-a-la-venta-en-2016/>. [Último acceso: 2016].
- [9] Redacción Interempresas, «La moto eléctrica Volta, diseñada utilizando la impresión 3D,» 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.interempresas.net/Fabricacion-aditiva/Articulos/155458-La-moto-electrica-Volta-diseñada-utilizando-la-impresion-3D.html>. [Último acceso: 2016].
- [10] Natural Machines, «Foodini,» 2017, [En línea]. Disponible en: <https://www.naturalmachines.com/>. [Último acceso: 2016].
- [11] J. Pastor, «Un corazón impreso en 3D ayuda a salvar la vida de un bebé de dos semanas,» 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.xataka.com/makers/un-corazon-impreso-en-3d-ayuda-a-salvar-la-vida-de-un-bebe-de-dos-semanas>. [Último acceso: 2016].
- [12] A. Bernardo, «Corazón obtenido mediante impresión 3D logra salvar la vida de un niño en Estados Unidos,» 2016, [En línea]. Disponible en: <https://hipertextual.com/2014/02/impresion-3d-corazon-nino>. [Último acceso: 2016].
- [13] C. Picart, «Crean una prótesis de en una impresora 3D para una compañera de colegio,» 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.lavanguardia.com/vida/20160522/401964744809/crean->

- una-protesis-de-mano-en-una-impresora-3d-para-una-companera-de-colegio.html. [Último acceso: 2016].
- [14] E. Rivero, «Prótesis de mano a partir de impresora 3D,» 2016, [En línea]. Disponible en: <https://www.unocero.com/2015/04/05/protesis-de-mano-a-partir-de-impresora-3d/>. [Último acceso: 2016].
- [15] EFE Barcelona., «Crean una prótesis de mano en una impresora 3D,» 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.diarioinformacion.com/vida-y-estilo/salud/2016/05/23/crean-protesis-mano-impresora-3d/1765039.html>. [Último acceso: 2016].
- [16] EFE, «Francés fabrica una mano biónica de bajo costo,» 29 septiembre 2015, [En línea]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16389817>. [Último acceso: 2016].
- [17] C. Contreras, «Mattel lanza una impresora 3D para crear juguetes en casa,» 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.3dnatives.com/es/mattel-lanza-una-impresora-3d-para-imprimir-juguetes-16022016/>. [Último acceso: 2016].
- [18] Redacción Imprimalia 3D., «Los Oscar también se rinden a la impresión 3D,» 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.imprimalia3d.com/noticias/2016/02/18/005775/oscar-tambi-n-se-rinden-impresi-n-3d>. [Último acceso: 2016].
- [19] Redacción Imprimalia., «Joyería Impresa en 3D Tripsion,» 16 junio 2014, [En línea]. Disponible en: <http://www.imprimalia3d.com/anuncios/2014/06/16/002528/joyer-impresa-3d-tripsion>. [Último acceso: 2016].
- [20] Empresa Sharebot., 2017, [En línea]. Disponible en: <https://www.sharebot.it>. [Último acceso: 2016].
- [21] Lupeon., 2017, [En línea]. Disponible en: <http://www.lupeon.com/galeria/disenos-joyeria-impresion-3d>. [Último acceso: 2016].
- [22] Redacción Imprimalia 3D, «Joyas mediante impresión 3D,» 26 diciembre 2013, [En línea]. Disponible en: <http://www.imprimalia3d.com/noticias/2013/12/12/00788/joyas-mediante-impresi-n-3d>. [Último acceso: 2016].
- [23] A. Bernardo, «La impresión 3D llega a la joyería de alta gama,» 2016, [En línea]. Disponible en: <http://blogthinkbig.com/impresion-3d-joyeria-alta-gama/>. [Último acceso: 2016].
- [24] Redacción Imprimalia 3D., «Réplica de joyas familiares mediante impresión 3D,» 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.imprimalia3d.com/noticias/2014/05/06/002212/r-plica-joyas-familiares-mediante-impresi-n-3d>. [Último acceso: 2016].
- [25] Emprendedores.es, «Joyas y bisutería, diseñadas y fabricadas con 3D,» 10 octubre 2015, [En línea]. Disponible en: <http://www.emprendedores.es/ideas-de-negocio/makebu-oyas-bisuteria-disenadas-fabricadas-3d>. [Último acceso: 2016].
- [26] MAKEBU JOYAS S.L, Disponible en: <http://www.makebujoyas.com/catalogo/>. [Último acceso: 2016].
- [27] B9 Creations USA., 2017, [En línea]. Disponible en: <https://www.imakr.com/global/en/3d-printers/108-b9creator-assembled-v12.html>. [Último acceso: 2016].
- [28] Cooksongold., 2017, [En línea]. Disponible en: <http://www.cooksongold-emanufacturing.com/products-precious-m080.php>. [Último acceso: 2016].
- [29] Aniwaa Beta, «PRECIOUS M 080 EOS-3D printer,» 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.aniwaa.com/product/3d-printers/eos-precious-m-080/>. [Último acceso: 2016].