



Dr. Francisco Javier Soria López  
Director de la División de Ciencias y Artes  
para el Diseño, UAM Xochimilco

## **INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL**

**Dirección de Síntesis Creativa**

**Área de Proyectos Urbanos, Ciudad Alternativa y Desarrollo Sustentable**

Profesor José Carlos Castañeda Fernández de Lara  
Asesor del Proyecto de Servicio Social

Período de 11 de septiembre de 2017 a 12 de marzo de 2018

Proyecto: **Apoyo de Servicio Social para el Área Proyectos Urbanos,  
Ciudad Alternativa y Desarrollo Sustentable, Síntesis Creativa, CyAD, UAM-  
Xochimilco**

Clave: **XCAAD000499**

Prestador de Servicio Social: **José Safa Valenzuela**  
Licenciatura en **Diseño Industrial**  
Matrícula: **2132038729**  
Correo electrónico: **jsafav@gmail.com**  
Teléfono: **5513209637**

## Introducción

La impresión 3D se ha democratizado en los últimos años. Constantemente vemos noticias resaltando nuevas maravillas de esta tecnología emergente, pero ¿Qué se puede hacer con la impresión 3D exactamente? ¿Es posible usarla no sólo para prototipado sino también para producción o generar maquetas?

Estas son algunas dudas que surgen en el departamento de Síntesis Creativa del Área Proyectos Urbanos, Ciudad Alternativa y Desarrollo Sustentable de CyAD en la UAM-Xochimilco cuando deciden comprar una impresora XYZprinting da Vinci 1.0 AiO.

Sin embargo, se encontraron que el equipo que conforma este departamento no es muy conocedor del tema y se dan cuenta de que necesitan un manual de usuario para poder poner en marcha la máquina y desarrollar los proyectos que necesiten.

Fue necesario el desarrollo de una investigación previa sobre el prototipado rápido, su historia, tipos de máquinas que se utilizan en la actualidad y específicamente sobre el tipo de impresión 3D que se quiere utilizar en el Área.

## Objetivo general

El objetivo de este proyecto es apoyar en la preparación de modelos bi y tridimensionales, así como digitales, así como desarrollar y fomentar el uso y frecuencia del prototipado 3d en la impresora adquirida por la universidad. Apoyo también en la gestión de difusión de los eventos académicos organizados por los miembros de área.

## Actividades realizadas

Durante el tiempo de trabajo se generó una investigación sobre la teoría y práctica de la impresión 3D en todas sus modalidades para empapar a los miembros del área en el tema, en esta investigación pudimos conocer a cerca de las reglas básicas para imprimir, específicamente en la impresión de tipo Impresión por deposición de material fundido (FDM)

También conocida por FFF (*Fused Filament Fabrication*, término registrado por Stratasys)

Se generaron modelos de impresión que correspondieran con lo que la teoría dicta para un adecuado uso de la impresión, así fue que se probó y utilizó la impresora antes mencionada.

Se generó un manual accesible, comprensible, legible para el correcto y conveniente uso de la impresora. Dicho manual fue desarrollado a partir de las necesidades específicas de un grupo de investigadores, buscando el fomento del uso de la máquina.

## Metas alcanzadas

Entrega de investigación sobre las técnicas diferentes y formas diversas del prototipado 3D.

Manual completo, presentado al área e impreso.

Incremento del uso de la impresora por parte del equipo creativo y de investigadores del área para sus proyectos. A partir de la difusión del manual y de las propiedades de la impresión 3D se manifestó el interés por el uso de la impresora demostrándose en la recurrencia del uso del material.

## Resultados y conclusiones

Podemos concluir que el uso de dicha tecnología aún es un área por comprenderse del todo, que las nuevas generaciones tienen más introyectada pero que aún así es un mundo altamente especializado en el que es importante educar y fomentar para lograr su uso cotidiano y natural.

La impresora XYZprinting Da Vinci 1.0 AiO que se adquirió por parte de la universidad es de tipo FDM. Se trata de la técnica más común en cuanto a impresoras 3D de escritorio y usuarios domésticos se refiere. Aunque los resultados pueden ser muy buenos, no suelen ser comparables con los que ofrecen las impresoras 3D por SLA, por ejemplo. La ventaja principal es que esta tecnología ha permitido poner la impresión 3D al alcance de cualquier persona con impresoras de muy alto costo ni tamaño.

Detectamos que en dicho tipo de impresión se presentan diferentes obstáculos añadidos que sortear. Uno de los más comunes son las limitaciones del propio proceso de deposición de material (los más comunes son PLA y ABS) fundido que afectan a las posibles geometrías que imprimimos.

La propia acción de la gravedad en el proceso de enfriamiento del filamento al ser expulsado por el Hot-End provoca una deformación en ciertas partes de la geometría de la pieza. Concretamente, se presentan dos casos en los que la

tecnología FFF/FDM tiene limitaciones, en estos casos se deberá tomar algunas medidas, para que no sucedan defectos de impresión.

La técnica de impresión 3D por deposición de material fundido basa su funcionamiento en la sucesiva deposición de capas, lo que confiere a la pieza el volumen deseado. Este hecho, lleva implícita la necesidad de una capa anterior sobre la que se sustenta la siguiente, ya que, de no existir una capa anterior, se derramaría.

Por ese motivo, en impresión 3D FFF/FDM tiene importancia el ángulo formado por las geometrías verticales respecto del eje Z. Ese ángulo, denominado como  $\beta$ , es crítico para que la impresión resulte correcta. La definición de un ángulo “ $\beta$ ” concreto es muy compleja, ya que este depende de los siguientes factores:

Velocidad de enfriamiento del filamento fundido que expulsa el Hot-end. Por este motivo, la temperatura ambiente, la existencia de ventilador de capa en el equipo y el coeficiente de conductividad térmica del material influyen mucho en el acabado de piezas con estas geometrías. Solo mencionar que no todos los materiales aceptan ventilación de capa, por ejemplo, el ABS al introducir esta característica, se produce en la pieza el fenómeno conocido como delaminación (explicado en el apartado de defectos de impresión). Este fenómeno tiene relación con el coeficiente de dilatación térmica propio de cada material.

Temperatura de extrusión. Al igual que en el factor anterior, el plástico fundido expulsado por el Hot-End se endurece tras bajar de una temperatura determinada dependiendo de cada plástico, por este motivo temperaturas excesivas en el Hot-End son factores que empeoran el acabado en geometrías con el ángulo descrito.

Velocidad de impresión/ área útil de impresión. En otras ocasiones, donde el área de la capa con esta geometría es reducida, velocidades altas de impresión provocan defectos debidos a que la capa anterior no la ha dado tiempo a enfriarse correctamente antes de que la siguiente se deposite sobre ella. Esto provoca un fenómeno de fluencia viscosa sobre estas geometrías que finalmente aparecerán deformadas y sin el ángulo/definición deseados.

De forma habitual, nos encontramos con geometrías en las que la pieza presenta un techo, es decir, entre dos pilares la siguiente capa tendrá zonas en las que no se sustenta sobre una capa anterior.

En este caso, a diferencia de la limitación de ángulo, la impresora podrá realizar estas geometrías sin problemas siempre y cuando se tenga en cuenta la máxima distancia H mostrada en la imagen.

Si la distancia H es demasiado grande, el hilo expulsado se deformará antes de encontrar soporte en el siguiente pilar.

Los factores son los mismos que en el caso anterior. Esta vez, podemos establecer una distancia máxima orientativa H de alrededor de 10mm.

Podemos concluir también que el terreno de la impresión 3D puede generar un cambio en la conceptualización del producto y el consumo de dichos productos. El desarrollo de software libre y el open source es una oportunidad para tener un centro de producción de diseños de licencia abierta y no necesitar el consumo de dichas piezas sino únicamente del material para imprimirlas.

Fue interesante el hecho de que a partir del uso de la impresión 3D se puede observar en todos los aspectos una pieza que quizás no será del material con el que se prototipó pero nos permite tomar decisiones sobre su diseño y eso ahorra mucho tiempo, esfuerzo y dinero.

## Recomendaciones

La primera recomendación sería el fomentar cursos o capacitación para las investigadoras o investigadores que trabajan en el Área en el tema del modelado 3D así como en las técnicas necesarias para sortear los obstáculos que pueden dañar la calidad en la impresión.

Es importante recomendar a los usuarios del departamento de Síntesis Creativa que se responsabilicen del uso correcto y el mantenimiento que la máquina requiere. Pues son aparatos delicados que pueden fácilmente dañarse por falta de limpieza o mal uso.

Y que no la dejen de usar.

# Bibliografía y Referencias Electrónicas

## Libros informativos

Uno de los libros más completos sobre las técnicas de fabricación aditiva es **Impresión 3D** de Mathilde Berchon y Bertier Luytde (Editorial Gustavo Gili), abarca las diferentes técnicas de impresión, los tipos de impresoras, los materiales y te ayuda a desarrollar un proyecto de impresión 3D desde cero.

De acuerdo al título del libro, está principalmente dirigido a makers, diseñadores, estudiantes y artistas, ya que está lleno de información que le viene bien a todo aquel que quiera comenzar a crear con esta potente tecnología.

Si además de querer ver el mundo de la impresión 3D de forma generalizada se quiere introducir poco a poco a este tema, está el libro **Impresión 3D: Introducción al mundo de la impresión 3D** de J. Bauer, lo útil de este libro es que se explican los conceptos de forma gradual y está lleno de ejemplos prácticos de las tecnologías de fabricación digital. Por ello es especialmente recomendable para profesionales de la educación.

Para conocer las tecnologías de impresión 3D desde una perspectiva más futurista y el cambio que esto implica en la vida cotidiana el libro es **La revolución de la impresión 3D de Hod Lipson** (Editorial Anaya Multimedia), que cuenta la historia de las impresoras 3D y nos muestra los próximos desarrollos, así como respuestas prácticas a las promesas y riesgos de esta innovación tecnológica.

Otro libro relacionado con las predicciones de este campo y la divulgación científica es **La Impresión 3D. Cómo va a cambiar al mundo** de Andrei Vazhnov (versión e-book) que aborda las distintas aplicaciones en construcción, cadenas de montaje, transporte, sistemas de abastecimiento incluso la preparación de la comida, y nos abre un abanico de posibilidades para un futuro inimaginable.

## Libros inspirativos

La impresión 3D es una tendencia que está desarrollando nuevos lenguajes visuales y nuevas formas de entender el diseño, un libro que nos ofrece un

panorama muy útil sobre estos nuevos desarrollos artísticos es ***Printing Things: Visions and Essentials for 3D Printing*** de Claire Warnier, Dries Verbruggen, Sven Ehmann y Robert Klanten que son un grupo de amantes de la tecnología y el diseño, que comparten con nosotros su experimentación con diseñadores y creativos en un recorrido fotográfico.

Para relacionar la creación artesanal con las nuevas tecnologías la mejor elección es ***Digital Crafts: Industrial Technologies for Applied Artists and Designer Makers*** de Ann Marie este libro ilustra el potencial de las herramientas de fabricación digital para agregar valor a la obra, está lleno de estudios de casos de artistas que han comenzado a incursionar en la impresión 3D y demuestra que el trabajo sobresaliente es posible con el equipo adecuado.

Por último, y no menos importante está ***3D Design Inspiration: Digital Fabrications*** de Lisa Iwamoto que está enfocado principalmente a la relación entre la arquitectura y la impresión 3D, y su capacidad de crear formas con diversos materiales. Los proyectos se muestran acabados, en planos de trabajo, plantillas y prototipos, lo que permite al lector ver el proceso de construcción paso a paso.

### Libros para la práctica

Para emprender un negocio relacionado con las tecnologías de impresión 3D, la mejor opción es ***Fabricación Digital: Nuevos modelos de negocio y nuevas oportunidades para los emprendedores*** de VVAA (Editorial Planeta), que muestra el cambio que está teniendo la producción actual y todo lo que las tecnologías de fabricación suponen al permitir diseñar, gestionar, escanear e imprimir productos personalizados, lo cual abre las posibilidades para los emprendedores.

Para comenzar con una nueva impresora y entender a profundidad el más reconocido software de creación está ***Impresión 3D con Autodesk*** de John Biehler y Bill Fane (Editorial Anaya Multimedia) que enseñan cómo sacarle el máximo partido la nueva máquina y a descubrir los programas profesionales de esta marca, así como trucos y herramientas para obtener los resultados que se buscan.

ya con un poco de experiencia tenemos ***Building your own drones. A beginner's guide to drones de Uavs y Rovs*** de John Baichtal, no es exclusivamente sobre impresión 3D, pero enseña paso a paso cómo crear un dron teniendo la opción de utilizar las técnicas de fabricación aditiva.

## Otras opciones

"3D printing." wikipedia. wikipedia, n.d. Web. 6 Dec. 2015.  
<[https://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_printing](https://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing)>.

"3D Printing Materials." shapeways. shapeways, n.d. Web. 6 Dec. 2015.  
<<http://www.shapeways.com/materials>>.

"5th Generation MakerBot Replicator Technology." makerbot. makerbot, n.d. Web. 6 Dec. 2015. <<http://store.makerbot.com/fifth-generation-replicators>>.

Anusci, Victor. "22 Biggest 3D Printers In The World." all3dp. all3dp, 2 Sept. 2015. Web. 6 Dec. 2015. <<https://all3dp.com/biggest-3d-printers-world/>>.

"A Brief History of 3D Printing." troweprice. troweprice, n.d. Web. 6 Dec. 2015.  
<[http://individual.troweprice.com/staticFiles/Retail/Shared/PDFs/3D\\_Printing\\_Infographic\\_FINAL.pdf](http://individual.troweprice.com/staticFiles/Retail/Shared/PDFs/3D_Printing_Infographic_FINAL.pdf)>.

"A Brief History of 3D Printing: 1980 to 2015." capture-all. Glasgowebe, 17 July 2015. Web. 6 Dec. 2015. <<http://www.capture-all.co.uk/a-brief-history-of-3d-printing-1980-to-2015/>>.

C., Ventola Lee. "Medical Applications for 3D Printing." ncbi. ncbi, 6 Oct. 2014. Web. 6 Dec. 2015. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4189697/>>.

"Chuck Hull explains Stereolithography." youtube. 3D Printer SA, n.d. Web. 6 Dec. 2015.  
<<https://www.youtube.com/watch?v=2i03Ry8fbrk>>.

Coraggio, Giulio. "Top 3 legal issues of 3D Printing." technologysleageledge. technologysleageledge, 7 Sept. 2015. Web. 6 Dec. 2015.  
<<https://www.technologysleageledge.com/2015/09/top-3-legal-issues-of-3d-printing/>>.



DOCKRILL, PETER DOCKRILL. "The world's largest 3D printer can now make entire houses out of clay." sciencealert. sciencealert, 24 Sept. 2015. Web. 6 Dec. 2015. <<http://www.sciencealert.com/the-world-s-largest-3d-printer-can-now-make-entire-houses-out-of-clay>>.

Duffy, Andrew. "A brief history of 3D printing." ottawacitizen. ottawacitizen, 28 Aug. 2015. Web. 28 Aug. 2015. <<http://ottawacitizen.com/news/local-news/the-evolution-of-3d-printing>>.

"History of 3D Printing." 3dprintingindustry. 3dprintingindustry, n.d. Web. 6 May 2014. <<http://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/history/>>.

"How a new manufacturing technology will change the world." economist. economist, 10 Feb. 2011. Web. 6 Dec. 2015. <[http://www.economist.com/node/18114327?story\\_id=18114327](http://www.economist.com/node/18114327?story_id=18114327)>.

Mashable. "What Is 3D Printing and How Does It Work?" youtube. youtube, n.d. Web. 6 Dec. 2015. <<https://www.youtube.com/watch?v=Vx0Z6LplaMU>>.

Tarantola, Andrew. "The 'world's biggest' 3D printer will build emergency houses." engadget. engadget, 24 Sept. 2015. Web. 6 Dec. 2015. <<http://www.engadget.com/2015/09/24/worlds-biggest-3d-printer/>>.

"Types of 3D Printers or 3D Printing Technologies Overview." 3dprintingfromscratch. 3dprintingfromscratch, n.d. Web. 6 Dec. 2015. <<http://3dprintingfromscratch.com/common/types-of-3d-printers-or-3d-printing-technologies-overview/#sla>>.

"What is 3D printing?" 3dprinting. 3dprinting, n.d. Web. 6 Dec. 2015. <<http://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>>.