

Análisis comparativo de prendas y estructuras textiles realizadas por impresión 3D

Comparative analysis of the structures of 3D printed clothes and textiles

Clara Tapia

Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)
Universidad Nacional de Lanús, Argentina
claritapia@gmail.com

Abstract

This work is an analysis about contemporary 3D printed textiles and clothes. The goal is to facilitate the work of those who want to design clothes by giving them an organized and categorized map of this new features. The categorization it is done by typologies focused into identify the minimum unit of the structures and the way that they grow to build the surfaces. As a conclusion this papers includes a discussion about what is digital fabrication good for, and the possibilities of personalized production.

Keywords: 3D Printing; Textiles Structures; Fashion; Parametric Design; Personalized Fabrication

Introducción

El presente trabajo se centra en un análisis sobre la producción de indumentaria y textiles realizados por impresión 3D. El mismo parte desde una mirada disciplinar del diseño de indumentaria y textil desde la cual se pretende organizar y categorizar el diverso universo de prendas fabricadas por esta tecnología. Dicha categorización pretende ofrecer un panorama ordenado de la producción, con el fin de facilitar el proceso de diseño de quienes decidan proyectar prendas para imprimir en 3D.

Para cumplimentar dicho objetivo resulta esencial entender las estructuras e identificar la unidad mínima de construcción junto con la lógica de crecimiento de las superficies textiles impresas en 3D. En paralelo, la comprensión de las lógicas constructivas se convierten en una herramienta para el diseño paramétrico con softwares como Grasshopper, ya que permiten desarrollar geometrías a partir algoritmos aplicando diferentes parámetros a un módulo básico.

Este análisis de estructuras parte desde una mirada centrada el diseño textil, con el fin de identificar la manera en que se unen los elementos y compararlos con las estructuras textiles tradicionales. De esta manera se pretende generar un aporte disciplinar que complemente las lecturas del fenómeno, para fomentar un análisis crítico y multidisciplinar de la impresión 3D.

Asimismo, la organización de esta publicación consta de una primer parte en la que se introducen los escenarios actuales de impresión 3D y la relación de la indumentaria con el fenómeno del *open source* (código abierto) junto con la idea de transmitir objetos por medio de internet. Una segunda parte de casos de estudio centrada en la categorización de

la producción actual, la cual es profundizada con el análisis de una colección completa desarrollada por impresión 3D. Para finalizar, una tercera parte que a modo de conclusión plantea una mirada crítica sobre la fabricación de indumentaria por impresión 3D y el desarrollo de preguntas sobre los nuevos desafíos proyectuales para la impresión 3D.

Indumentaria Digital e Impresión 3D

En la actualidad las tecnologías de impresión 3D se presentan como una nueva manera de fabricación y de construcción del entorno objetual.

Entre sus variadas cualidades, estas tecnologías cuentan principalmente con dos valores diferenciales:

En primer lugar se encuentra la posibilidad de la digitalización de los objetos, en la que tiende a desvanecerse la línea que separa el mundo digital del mundo físico. Bajo la idea de que los datos (bits) se convierten en materia (átomos) y los objetos pueden transportarse dentro del universo digital para materializarse en cualquier lugar del planeta.

En segundo lugar, el paso a la fabricación por adición implica entre otras cosas que la complejidad no aumente el costo de producto. En este sentido Neil Gershenfeld (2012) en su texto "How to Make Almost Anything" afirma "La posibilidad de enviar datos a través del mundo y luego fabricar productos a pedido tiene una implicancia revolucionaria para la industria". De esta manera aparecen nuevos horizontes para los sistemas productivos y se presenta una oportunidad para la fabricación personalizada, ya que el valor de la pieza única resulta el mismo que el de fabricación en serie. A su

vez descentraliza la producción de las industrias y permite actualizar en tiempo real el desarrollo de productos con un costo productivo tendiente a cero.

En el sector de la indumentaria el uso de las nuevas tecnologías de fabricación digital comienza a tomar mayor relevancia día a día.

Partiendo del enfoque de la digitalización del mundo objetual, acompañados por diversas tecnologías de código abierto se encuentran diseños de prendas para tejer en las que se distribuyen los archivos por internet como el caso de la plataforma OpenKnit, (<http://openknit.org/>) hasta colecciones enteras diseñadas para ser realizadas por corte láser y ensambladas por cada usuario. En esta última línea se insertan las prendas diseñadas por Martijn van Strien o una línea de calzados diseñados para ser construidos en cualquier FabLab de escala pequeña como el proyecto *Don't run beta* (Ver Figura 1)



Figura 1: Despiece de sandalias hechas por corte laser. Anastasija Mass

A su vez, desde la fabricación por impresión 3D, encontramos casos como la colección Primavera/Verano 2013 de Iris Van Herpen, que utilizan estas tecnologías para el desarrollo de trajes escultóricos que conforman nuevas referencias simbólicas (Figura 7).

En paralelo a estos desarrollos los Laboratorios de Fabricación Digital (FabLabs) comienzan a investigar sobre la construcción de textiles y emulan algunas de las propiedades físicas de los mismos.

Como se puede ver, el escenario actual presenta un panorama muy amplio y diverso en el que el diseño de indumentaria se entrecruza con el movimiento *maker*, la ingeniería y los nuevos sistemas de fabricación. Con el fin de entender dicha información, este trabajo propone ordenar el panorama actual a partir de un análisis de las formas estructurales las mismas.

Metodología

Este análisis parte de un relevamiento de la producción de prendas y textiles impresos en 3D. Para presentar un panorama representativo del sector, el mismo se centró en dos tipos de fuentes para la búsqueda de casos.

En primer lugar se relevaron medios de comunicación de diseño y tecnología de impresión 3D, que presentan información actualizada periódicamente sobre el sector. En este tipo de fuentes la intención es encontrar los casos

mayormente vinculados a una producción disciplinar del diseño y tanto de diseño como de ingeniería.

En segundo lugar se relevaron las bibliotecas *online* de archivos digitales de productos modelados en 3D, donde se comparten bajo licencia libre archivos listos para imprimir como *Thingiverse.com*. Estos tipos de casos amplían el panorama, ofreciendo diseños modelados por aficionados, principalmente de la cultura *maker* y el *Hágalo Usted Mismo* que socializan el acceso a dichos archivos y democratizan la producción de datos, para que cualquier persona que tenga una impresora pueda materializar dicho archivo sin necesidad de contar con conocimientos de modelado en 3D.

A partir de un relevamiento general, se observaron ciertas recurrencias en relación al modo en que los elementos se unen entre sí, que permitieron agruparlas en categorías elaboradas y enunciarlas a los fines de este análisis, retomando el concepto de Tipología. "El Tipo es una abstracción que permite describir un conjunto de individuos, enunciando al mismo tiempo sus características. Esta construcción abstracta nos permite informar con economía de recursos acerca de una población bastante amplia. (...) Como operación reductora, la tipología diluye los caracteres particulares para mostrar solamente las características generales, generando una visión universalista que articula un tema en su totalidad" (Czajkowski, J. y Rosenfeld, E. 1990.)

El criterio para la organización tipológica se basa en la identificación del modo en que se unen los elementos del textil, buscando la unidad mínima de unión y entendiendo sus lógicas de crecimiento.

Una vez organizados por tipologías, el paso a seguir es identificar las formas en que los recursos estructurales responden a las necesidades del cuerpo para el diseño de una prenda y el análisis sus propiedades físicas.

En este sentido el análisis se organizó en tres ejes principales: Funcionalidad, Morfología y Tecnología. El eje Morfológico centrado en la identificación de la unidad mínima estructural y su lógica de crecimiento, el eje de Funcional enfocado en la identificación de atributos físicos propios de los textiles como capacidad de cobertura y adaptabilidad al cuerpo y el eje Tecnológico apuntado a la identificación de tecnologías de impresión, sus requerimientos técnicos y los materiales utilizados.

Análisis de Casos

Como primer resultado del relevamiento se identificaron dos grandes grupos: los textiles de *estructura eslabonada* (Figura 3) y los de *estructura sin enlace* (Figura 4).

Para el caso de los eslabonados, la superficie textil se construye mediante el enlace de módulos, de la misma manera que las mallas de las armaduras medievales. En segundo lugar, encontramos los textiles sin enlace, donde la superficie se construye mediante el aglutinamiento de elementos lineales; en este tipo de casos no existe enlace formal sino que los elementos se adhieren entre sí por fusión

de materiales, logrando una estructura similar a la de los textiles no tejidos.

Tipo de estructura	Estructura	Forma	Estructura	Esquema Estructural
Con Enlace	Módulo único			
	Módulo Variable			
Sin Enlace	Malla	Con Desarrollo Plano		
		Sin Desarrollo Plano		

Figura 2: Organización tipológica

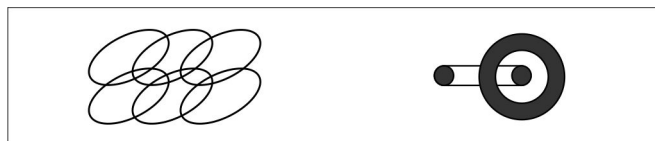


Figura 3: Esquema de Estructura Eslabonada

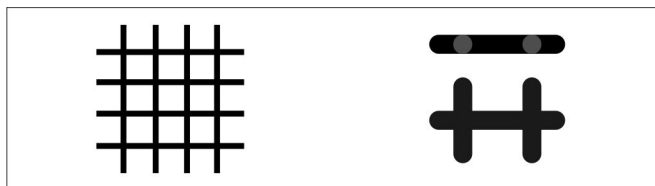


Figura 4: Esquema de Estructura Sin Enlace

Para el caso de las estructuras de eslabones encontramos a su vez dos grandes grupos, un primer grupo en el que el eslabón es un módulo único que se repite y se enlaza con otro de iguales características (Figura 5) y un segundo en el que los módulos se presentan en diversas dimensiones o variedades formales (Figura 6). Cabe destacar que todos los casos encontrados bajo esta lógica estructural responden a la tecnología de impresión de Sinterizado Laser Selectivo (SLS) puesto que es la tecnología más apropiada para generar piezas complejas o encerradas en sí mismas, ya que al desarrollarse el proceso sobre capas de polvo en donde un láser las sinteriza el mismo por coordenadas, las formas se apoyan sobre el mismo material y de esta manera pueden prescindir de espacios de salida y superficie de apoyo.

Para el caso de los textiles sin enlace la superficie se construye a través de la unión de línea y se los identifica de

esta manera porque las líneas que conforman la misma no se encuentran entrelazadas entre sí, sino que se presentan soldadas, unidas físicamente entre sí.

En esta tipología las superficies se construyen con una lógica de mallado en donde las líneas provenientes de diversas direcciones se unen en puntos de conexión. Entre los casos de prendas analizadas se encuentran dos grandes grupos, que responden a su vez a las dos técnicas de impresión. En primer lugar aquellas prendas que sus superficies presentan un desarrollo plano y que principalmente son impresas por la tecnología de Modelado por Deposición Fundida FDM y aquellas que presentan superficies de doble curvatura, sin desarrollo plano, que generalmente son impresas por SLS ya que no necesitan material de apoyo como el vestido diseñado por Iris Van Herpen. (Figura 7).

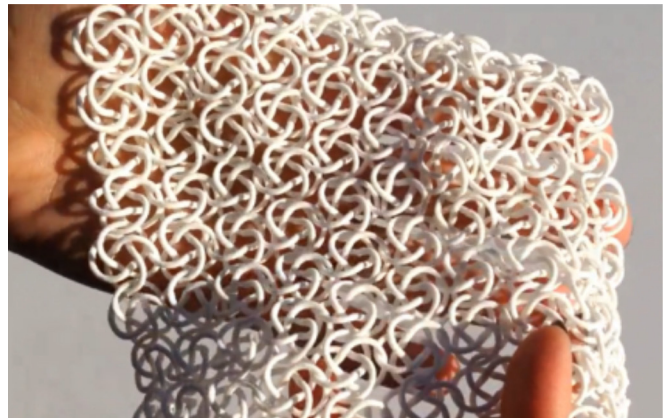


Figura 5: Estructura Eslabonada por Negar Kalantar y Alireza Borhani

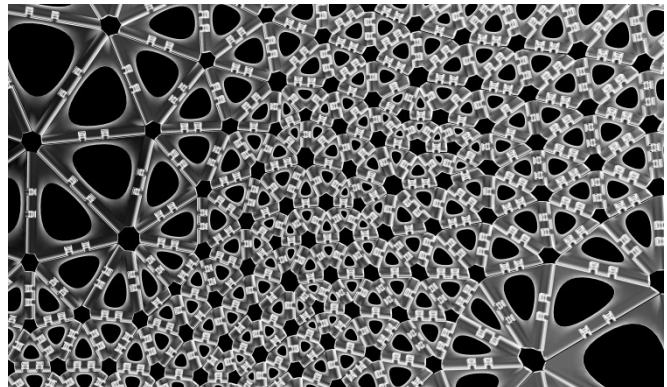


Figura 6: Estructura eslabonada de módulo variable. Detalle de Kinematic Dress de Nervous System



Figura 7: Iris Van Herpen Primavera/ Verano 2013

Análisis de colección

Una vez organizado el panorama, en esta publicación nos enfocaremos en las prendas realizadas por Modelado por Deposición Fundida (FDM). Ya que es la técnica de mayor difusión y es el formato en que trabajan las impresoras que se pueden encontrar comercios o fabricarse de modo casero.

Como caso de estudio, analizaremos cinco conjuntos de prendas diseñados por Danit Peleg quien partió de la idea de crear una colección de indumentaria que pudiera ser fabricada completamente con una impresora 3D casera en cualquier lugar del mundo.

La colección cuenta con cinco conjuntos completos entre prendas y calzado, fueron fabricadas con un filamento para impresión 3D flexible de poliuretano termoplástico (TPU) bajo la marca comercial FilaFlex. Los textiles para la fabricación de las prendas fueron hechos en impresoras FDM estándar en un tamaño A4 que luego fueron pegados para construir las prendas y el tiempo total de impresión fue de trescientas horas.

Entre las resoluciones más simples de la colección encontramos aquellas superficies que construyen mallas a partir de la unión de líneas rectas. En este caso las líneas presentan formas poliédricas que cubren la superficie del cuerpo, como en el caso del vestido celeste de la Figura 3. En este caso la flexibilidad es otorgada por el material flexible con el que es impreso. Respecto a la capacidad de cobertura la misma es inversamente proporcional a la flexibilidad, es decir, a mayor superficie cubierta del cuerpo, menor flexibilidad de la prenda.

Dentro de la colección lo que resulta importante enfatizar es el recurso estructural diseñado para el Body (Figura 9) y la Falda (Figura 10). Estas prendas están diseñadas sobre la base de un modelo de estructura desarrollado por Andreas Bastian (Figura 11) que se encuentra disponible en la biblioteca de archivos digitales Thingiverse.com. Y es este patrón el que permite que las mismas se destaquen por su buena elasticidad y la fluidez del textil ante el movimiento del cuerpo. A su vez este patrón permite aumentar la capacidad de cobertura del cuerpo sin perder la elasticidad de la prenda. Atributos como estos son muy necesarios en el

diseño de prendas, en primer lugar por el confort, pero en segundo lugar porque el movimiento tiene la capacidad de destacarse en la pasarela.

Por otra parte desde una mirada de la técnica del material, este tipo de movilidad resulta bastante compleja de lograr mediante impresión 3D, debido a que - a diferencia de un textil tradicional en donde se traman hilos compuestos por filamentos torsionados - en este caso la trama se construye mediante elementos lineales de plástico extrudado, donde la elasticidad depende principalmente de las propiedades mecánicas del material.



Figura 8: Colección completa Danit Peleg



Figura 9: Vestido y Body por Danit Peleg



Figura 10: Falda y detalle de estructura por Danit Peleg

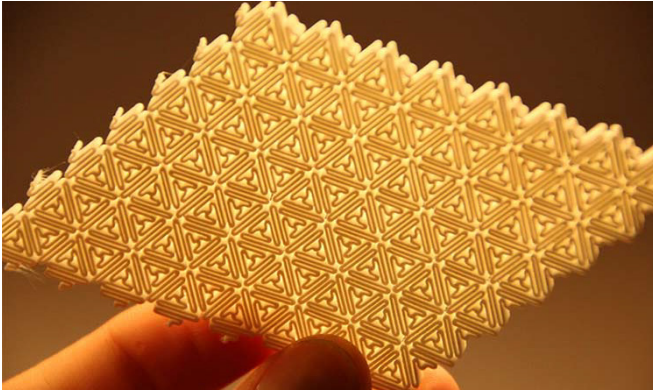


Figura 11: Estructura diseñada por Andreas Bastian (disponible en Thingiverse.com)

Esas prendas logran una excelente movilidad y elasticidad porque complementan la flexibilidad del material, con un recurso formal en la estructura de la malla, mediante formas zigzagueantes que funcionan como resortes y multiplican la capacidad elástica y de rebote de la superficie.

Además de la estructura de zeta, el movimiento y fluidez de la prenda se refuerza porque su estructura se organiza al bias, esto significa que la dirección de las líneas del zigzag se ubican rotadas. De la misma manera que cuando en las prendas tradicionales se busca generar fluidez y el tejido es ubicado al bias. Esto produce un efecto de ausencia de tensión en la prenda ya que las líneas estructurales van a cuarenta y cinco grados de la dirección de la gravedad (el eje vertical).

Entonces para el desarrollo de una prenda elástica nos enfrentamos a una consecución de recursos técnicos y de diseño que finalizan en un conjunto de prendas que mejoran la funcionalidad y el confort de las prendas. Ofreciendo una relación de mayor confort con el cuerpo y que, si bien está muy lejos de reemplazar funcionalmente a un tejido tradicional, comienza a acercarse a los parámetros de confort que un cuerpo vestido necesita.

Conclusiones y Discusiones Sobre la Indumentaria y la Impresión 3D

En principio resulta importante destacar la importancia de un pensamiento transdisciplinar para el desarrollo de este tipo de prendas. Como se ve en el caso de falda y el body, se combinan diferentes modos de diseñar que implican pensamientos de varias disciplinas. Por un lado aparece un saber específico de la técnica de la impresión 3D desde el manejo del material y la maquinaria, después aparece un saber morfológico y estructural que permite diseñar la estructura elástica, y en tercer lugar aparece una mirada propia del diseño de indumentaria con la decisión de ubicar la estructura al bias.

A su vez, al analizar críticamente este tipo de producciones surgen nuevas inquietudes. Si bien esta colección presenta un gran avance en relación a la aplicación de la tecnología, y

lo que se destaca en las prendas es su aporte técnico y conceptual al universo de la moda, desde una perspectiva funcional, presentan deficiencias que dificultan su uso por fuera de espacios la pasarela o el entorno editorial.

Entonces, si las prendas siguen siendo funcionalmente deficientes, y son de una complejidad técnica extrema. ¿Cuál el sentido del desarrollo de estas prendas, más allá del desafío tecnológico?

Por un lado entendemos que la impresión 3D se plantea como una herramienta que permite explorar nuevos lenguajes dentro de un mundo como el de la moda que necesita ser traccionado constantemente por la novedad. En este sentido nos preguntamos, si existe un lenguaje propio de la impresión 3D y cuáles son los referentes simbólicos de este nuevo paradigma de producción.

En relación a la construcción de lenguajes, esta tecnología plantea un gran desafío, ya que cambia la materialidad y la manera de concebir una prenda, rompiendo con las técnicas tradicionales de corte y confección, planteando una lógica en la que se parte de la programación digital y luego su materialización. En consiguiente como toda nueva tecnología necesita de un tiempo para instalarse y construir su propia expresión. En palabras de Marta Zátonyi (2012): "Las renovaciones técnicas y tecnológicas siempre cobran su costo estético para que luego se recompense el mismo sobradamente. Es lógico que estos avances causen rechazo en el mundo artístico; se necesita un período para construir un lenguaje nuevo y apropiado".

En relación a la infinidad de productos desarrollados mediante esta técnica, surgen cuestionamientos sobre el uso de las impresoras 3D que nos sugieren la pregunta de para qué y cuándo se justifica dicha técnica.

Como posible respuesta consideramos que el punto de partida para el diseño de nuevas prendas debe focalizarse en capitalizar las cualidades diferenciales de dicha tecnología. Por lo tanto el desafío es encontrar nichos donde la impresión 3D pueda crear un valor diferencial en comparación con otras tecnologías.

En este sentido Neil Gershenfeld (2012) se pregunta para qué es buena la Fabricación Digital, y luego ofrece una respuesta: "El objetivo de la fabricación digital no es hacer lo que se puede comprar en tiendas, sino hacer lo que no se puede comprar"

Bajo este enfoque, si pensamos en la capacidad de personalización de la impresión 3D y sus posibles aplicaciones a la indumentaria, encontramos una oportunidad bajo el concepto adaptar las formas al cuerpo de cada individuo.

Dicha idea nos permite pensar alternativas para el disciplinamiento del cuerpo fomentado por la industria del prêt-à-porter. En esta línea Andrea Saltzman (2004) se pregunta "¿Debe el cuerpo modificar sus formas para

someterse a la vestimenta? ¿Es posible pensar el vestido como un espacio de transformación capaz de establecer una relación vital con las necesidades del cuerpo?”.

Ante esta pregunta, encontramos un potencial en la impresión 3D, que al conjugarse con el diseño paramétrico y las posibilidades de compartir archivos de objetos vía web permiten redefinir las necesidades del vestir. Comenzando gradualmente a modificar las estructuras de la moda para centrarlas en las necesidades de los usuarios de una manera más sustentable y confortable.

Para finalizar, consideramos que la impresión 3D se presenta como un nuevo campo de acción para las disciplinas proyectuales y que, si bien los interrogantes sobre el futuro de aplicación siguen siendo inciertos, resulta de suma importancia fomentar el uso, experimentación y análisis crítico de esta nueva tecnología. Como ya se ha dicho, estamos frente a una tecnología que permitirá cambiar los paradigmas de producción del entorno objetual, pero seguimos pensando bajo las lógicas de diseño de los sistemas de producción anterior. Entonces el desafío para el diseño es construir metodologías proyectuales que permitan capitalizar las virtudes propias de dicha técnica y potenciar sus cualidades diferenciales.

Referencias

Czajkowski, J. y Rosenfeld, E. (1990) *Metodología para el análisis de las clasificaciones complejas y construcción de tipologías mediante la reducción del espacio de atributos. Un enfoque energético*. Reunión de trabajo de ADADES, Mendoza. Springer. Milano.

Gershenfeld, Neil (2012); *How to Make Almost Anything*; Foreign Affairs, Volume 91, Number 6.

Zátonyi, M. (2012). *Aportes a la estética desde el arte y la ciencia del siglo 20*. Buenos Aires: Ed. La marca.

(<http://www.dontrun-beta.com/>)

(<http://www.dezeen.com/2015/10/18/martijn-van-strien-the-post-couture-collective-customisable-fashion-dutch-design-week-2015/>)

<http://www.3ders.org/articles/20140128-3d-printed-flexible-textiles-a-stitch-toward-personalized-clothing.html>

<http://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/albums/kinematics-dress-6/content/dance2/>

<http://www.freedomofcreation.com/3d-printing>

Anderson, Chris. (2007). *La economía long tail*. Ediciones Urano S.A, Barcelona.

Bordegoni, Monica, Rizzi, Caterina. (2011). *Innovation in Product Design. From CAD to Virtual Prototyping*. Ed.

Dent, A. y Sher, L. (2014). *Material innovation: Product Design*. New York: Ed. Thames & Hudson.

Gershenfeld, Neil (2012); *How to Make Almost Anything*; Foreign Affairs, Volume 91, Number 6.

Ministerio de Industria. (2012). *Plan Estratégico Industrial 2020*. Buenos Aires.

Posner, Harriet. (2011). *Marketing de moda*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona.

Sexe, Nestor. (2007). *Casos de comunicación y cosas de diseño*. Ed. Paidós. Buenos Aires.

Saltzman, A. (2004). *El cuerpo diseñado*. Buenos Aires: Ed. Paidós.

Vazhnov, Andrei; *Impresión 3D. Cómo va a cambiar el mundo*; Ed Baikal

Zátonyi, M. (2012). *Aportes a la estética desde el arte y la ciencia del siglo 20*. Buenos Aires: Ed. La marca.

Anke, J. (2015). *Danit Peleg Creates First 3D Printed Fashion Collection Printed Entirely at Home*. Interview. Retrieved from Lostinfashion site: <http://lostinfashion.pl/interview-danit-peleg/>

<http://cba.mit.edu/>

<http://danitpeleg.com/3d-printing-fashion-process/>

<http://www.dezeen.com/>

<http://www.irisvanherpen.com/>

<http://monicadeprit.com/richard-beckett-en-technomoda/>

<http://www.freedomofcreation.com/3d-printing>

<https://www.thingiverse.com/>

Bibliografía