

Reparar, Adaptar y Personalizar: Posibilidades de la Impresión 3D en la Cotidianidad.

Andrés Felipe Sussmann Tobito¹, Noemi Cardona Peña², Laura Daniela Pinzon Ramirez³
asussmann@misena.edu.co¹, noemicardona316@gmail.com², laurapin535@gmail.com³
Grupo de investigación SENNOVA CTCM SENA Bogotá, Semillero de Investigación
Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera, Bogotá, Cundinamarca
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA



Imagen: "Replication of a sculpture by Scott Selkirk using 3D scanning and printing" by uomudc is licensed under CC BY-NC-SA 2.0.

Resumen

Los retos que trae consigo la Revolución Industrial 4.0, que se enmarcan en una relación de conceptos en los que nuevos modelos de producción y comercialización, la inmediatez desde lo global y el acceso a internet pueden tener relaciones jerárquicas en aspectos del día a día. Es un discurso ideal, que no contempla un panorama que parece estar fragmentado, definido por problemáticas surgidas por una sociedad de consumo desaforado, falta de identidad y producción local, que genera ausencia de reconocimiento y valor de conceptos distintivos. Alarma desde esa perspectiva, que la posibilidad de dominancia sigue estando presente, si no se propone el "fomento de la autonomía creativa de las personas, la equidad social y el bienestar, incluyendo el control colectivo sobre la energía y el trabajo" (Escobar, 2016), el poder de decidir sobre nosotros mismos, como comunidad.

Es por esto que, desde las distintas perspectivas desde las cuales se puede asumir la manufactura aditiva, la de la apropiación por parte de los usuarios, desde el acto creativo y político, puede ser la que más se acerca al concepto de la democratización de la tecnología, a su vez que puede dar respuesta a situaciones cotidianas. En esta búsqueda los conceptos de Reparar, Adaptar y Personalizar, permiten direccionar la posibilidad de aplicar la manufactura aditiva en otros contextos, no industriales. Visto desde el mobiliario, es notorio que los elementos de composición de los entornos domésticos, reciben reparaciones, adaptaciones y personalizaciones por parte de los usuarios. En ocasiones, se repara como un intento de prolongar su vida útil y significativa, en otras se reforman como una alternativa de adaptarlo a sus propias necesidades, se apropian también mediante aplicaciones de detalles, para salir de lo homogeneidad de los elementos y así diferenciarlos; estas prácticas son de interés ya que vislumbran maneras en las que los usuarios, asumen los objetos, a la vez que brindan la posibilidad de entender su dinámica e interpretarlas hacia los procesos de manufactura aditiva.

Asimilar la manufactura aditiva desde los entornos cotidianos, puede ser un aporte a las problemáticas de consumo, falta de apropiación y desecho, es una exploración que merece ser profundizada, junto a conceptos como el código abierto y la creación comunal, en los que entornos de acceso libre y colaborativo, abren las fronteras del diseño, "la capacidad de diseñar como una forma de pensar y de hacer que suponga reflexión y sentido estratégico, que obligue a fijarnos en nosotros mismos y en nuestro entorno, y a decidir qué podemos hacer para mejorar el estado actual de las cosas" (Manzini, 2015). Este panorama, puede permitir que el concepto cultural desde lo local, se fortalezca, por lo que tener posibilidades de acceso a tecnologías de manufactura podría significar una verdadera revolución, si se piensa desde la autonomía.



Reparar, Adaptar y Personalizar: Posibilidades de la Impresión 3D en la Cotidianidad.

Abstract

The Industrial Revolution 4.0 implies diverse challenges, framed by relationships between concepts where new production and commercialization models, global immediacy and internet access, can have a hierarchical associations in aspects of everyday life. It is an ideal speech, that doesn't consider a fragmentation in the big picture, problems emerging from an unbridled consumption society, lack of identity and local production, generating an absence of acknowledgment and significance of distinctive concepts. Is alarming from this point of view, that a domination possibility is still present, if there isn't a proposal to 'promote people's creative autonomy, social equity and wellness, including collective control over energy and work' (Escobar, 2016), the power to decide over ourselves, as a community.

This is the reason why, from all diverse perspectives to assume additive manufacturing, the appropriation from users as a creative and political act, can be a step closer to achieve the concept of technology democratization, giving answer to everyday life situations. In this quest three concepts, Repair, Adapt and Customize, can act as guidelines to apply additive manufacturing in different contexts, to the industrial one. Seen from furniture, the elements that compose domestic environments, are repaired, adapted and customize, from users perspective. Sometimes furniture is repaired as an attempt to extend its useful and significative lifetime, on other occasions furniture is reformed as an alternative to adapt it to specific necessities, it is also appropriated by detail applications, to step out from product homogeneity and differentiate them; this are interesting practices because enlighten some ways about how users assume objects, giving also the possibility to understand their dynamics and construe them to additive manufacturing processes.

Additive manufacturing assimilation from day to day environments, cab be a contribution to consumerism, lack of appropriation and disposal problems. It is an exploration, that deserves to be deepen, next to concepts as open design and communal creation, where free access and collaborative environments can widen the design frontiers, "the capacity to design as a way of thinking and making, involving reflection and strategic sense, forcing to look at us and our environment, and to decide what can we do to improve the current state of things" (Manzini, 2015). This panorama, allows the empowerment of local cultural concept, making a real revolution with access to manufacturing technologies, assumed by autonomy.

Introducción

El Servicio Nacional de Aprendizaje, pretende desde hace unos años construir espacios de investigación, que permitan desde la reflexión y la innovación aplicada, fortalecer la pertinencia de su quehacer, a partir del aporte de soluciones a problemáticas presentes en territorios de su dominio del saber hacer y el saber ser. Mediante una concepción de generación de conocimiento y aspectos tecnológicos, el llamado es a responder a los cambios que se aproximan en sectores industriales y de servicios desde perspectivas sustentables, basadas en el ser humano y los seres vivos, a partir de la cultura, la concepción de lo local y la tecnología.

Desde el Área de Maderas, con un enfoque en el desarrollo de productos, el Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera, en la vigencia del año 2019, ha propuesto pensar la significación de la Industria 4.0 en el contexto del país, los retos que trae y las posibilidades de asimilar los principios bajo los cuales se estructura. La detección de problemáticas u oportunidades en el campo específico de aplicación de esta área, ha definido que el mobiliario como objeto industrial y doméstico, puede permitir un acercamiento a una interpretación inicial de la manufactura aditiva, que proponga alternativas de aplicación en diversos contextos.

"El concepto "Industria 4.0" surge en Alemania a comienzos de la década de 2010, acuñado por un grupo multidisciplinario de especialistas convocados por el gobierno alemán para diseñar un programa de mejora de la productividad de la industria manufacturera" (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018), con la intención de relacionar y aprovechar los desarrollos digitales de conectividad, definidos por el Internet de las Cosas (IoT), el Internet de los Servicios (IoS), Computación en la Nube (CC) y Automatización Industrial, digitalizando así el sector manufacturero. Ya en 2013, empezó a vincularse a la política estratégica del Gobierno alemán, decantándose en uno de los ejes de su Plan Estratégico de Alta Tecnología, propuesto en 2020. En Latinoamérica, México, ha sido el país que ha liderado esta transformación.

En este crecimiento exponencial del término, la Cuarta Revolución Industrial no da espera, desde que el término fue definido, ha sido motivo de exploraciones y aplicaciones. En un acercamiento inicial mediante *Google Scholar*¹, la ecuación de búsqueda '*Fourth Industrial Revolution*'² retorna más de veintiún mil (21.000) artículos académicos en 2019, propuestos desde diversas disciplinas. Durante este tiempo, se han desarrollado además,

¹Revisión actualizada el 02/12/2019

²Cuarta Revolución Industrial en inglés

foros, congresos, seminarios y conversaciones al respecto, en intentos por definir estos conceptos y su influencia en otros temas. Con certeza en Colombia, es necesaria la preparación para afrontar los desafíos que la Cuarta Revolución Industrial trae consigo.

Los temas de la Industria 4.0, son tan amplios y diversos, que se requiere que la investigación se enfoque sobre aspectos puntuales, que a partir de metodologías participativas y de creación, potencien la articulación de tecnologías en contextos locales. También es pertinente mencionar, que no se trata únicamente de la aplicación técnica de las nuevas tecnologías, sino de los conocimientos y habilidades que trae consigo; es por esto que, junto a propuestas conceptuales, definiciones aplicadas empiezan a surgir como posibles respuestas a preguntas que surgen en entornos industriales y cotidianos, orientadas en adaptar los diversos conceptos de esta 'nueva revolución', a situaciones reales de problemáticas locales. Es por esto que, el enfoque de esta investigación está dirigido hacia una comprensión inicial de lo que puede significar la Manufactura Aditiva en la creación de productos, sus relaciones con nociones del Diseño Abierto, la Nube, el Pensamiento Creativo y la Resolución de Problemas.

MANUFACTURA ADITIVA

Las tecnologías de manufactura aditiva, más conocidas por el término global de Impresión 3D, son principales en la 'Industria 4.0', bajo el eje de la Fabricación Digital. Estos procesos de fabricación se han extendido desde algunos años, gracias al vencimiento de patentes, la liberación de software y hardware a través del código abierto, y el desarrollo de equipos por parte de entusiastas, académicos y profesionales, haciendo que estos desarrollos sean veloces, como dice Jorquera (2016) "siendo testigos del avance de este campo en los últimos años y, sobre todo, percibiendo el efecto catalizador que está produciendo en la sociedad, creo que es justo afirmar que la fabricación digital será el eje principal y protagonista de la siguiente gran revolución industrial que dará lugar a la sociedad del futuro", no solo es la tecnología, sino la posibilidad de transformación social.

El modelo de desarrollo de código abierto, ha tenido que ver también en este proceso, la liberación de software, hardware y código de programación, ha determinado que más allá de grandes corporaciones, entusiastas y emprendedores logren desarrollar propuestas propias de equipos de manufactura aditiva. Ese intento de abrir fronteras y democratizar la tecnología, es el que podría permitir que la Impresión 3D, no sea únicamente el motor del desarrollo industrial, sino una 'verdadera revolución'

que conlleve cambios, que resuelvan problemas reales en entornos cotidianos. Es un esfuerzo, por darle la vuelta aquellos desarrollos de secreto industrial, cuyas primeras patentes surgen alrededor de 1984, hacia otros entornos como laboratorios de fabricación, lugares de estudio y entornos domésticos. Los costos de la tecnología de manufactura aditiva se han ido reduciendo cada vez más, con lo que se ha propuesto que en un futuro cercano la mayoría de usuarios podrían tener una impresora 3D en casa.

Sin embargo, más allá de disponer del equipo, aprender el procedimiento requerirá la adquisición de diversas habilidades, por lo que no solo implica la existencia de la tecnología sino un desarrollo conceptual, en donde una de las cuestiones fundamentales se enmarca en la pregunta, '¿qué voy imprimir?', pregunta que requerirá también, respuestas desde el pensamiento crítico y consciente, que sobrepase los deseos de poder fabricar cualquier cosa, a fabricar aquello que es necesario, objetos que pueden dar respuesta a situaciones cotidianas, que aporten a desarrollos locales, que promuevan un grado de autonomía, que va más allá de imprimir una pieza. Así que las implicaciones van más allá de tener el equipo de Impresión 3D.

Enfrentarse los procesos de manufactura aditiva, es una apertura a nuevas lógicas de pensar y concebir un objeto, en el proceso de exploración y de investigación, pero sobre todo, un acercamiento al 'cómo hacer' y 'cómo pensar', desde la Impresión 3D. Se detecta allí, una posibilidad de acción, en la que la potestad de generar un elemento físico, puede estar otra vez del lado del usuario final, es un poder de decisión. Así que finalmente, tras pasar la documentación, el enfoque exploratorio se centra en las capacidades de creación, de resolución en la cotidianidad, de retomar conceptos del hacer; un posible espacio para lo que menciona Ezio Mazini (2015), en su libro Cuando Todos Diseñan, una sociedad de activa de redes de colaboración e individuos innovadores.

MANUFACTURA ADITIVA Y MOBILIARIO

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta que el objeto de estudio para la presente investigación es el mobiliario, la decisión inicial se ha centrado en la documentación, a manera de estado del arte, para conocer los desarrollos industriales, académicos y exploratorios, que surgen de la relación entre Manufactura Aditiva y Mobiliario. Esta documentación generó como resultado inicial, una categorización en dos grupos, como se puede ver en la Figura 1 - Mapa de Categorización:

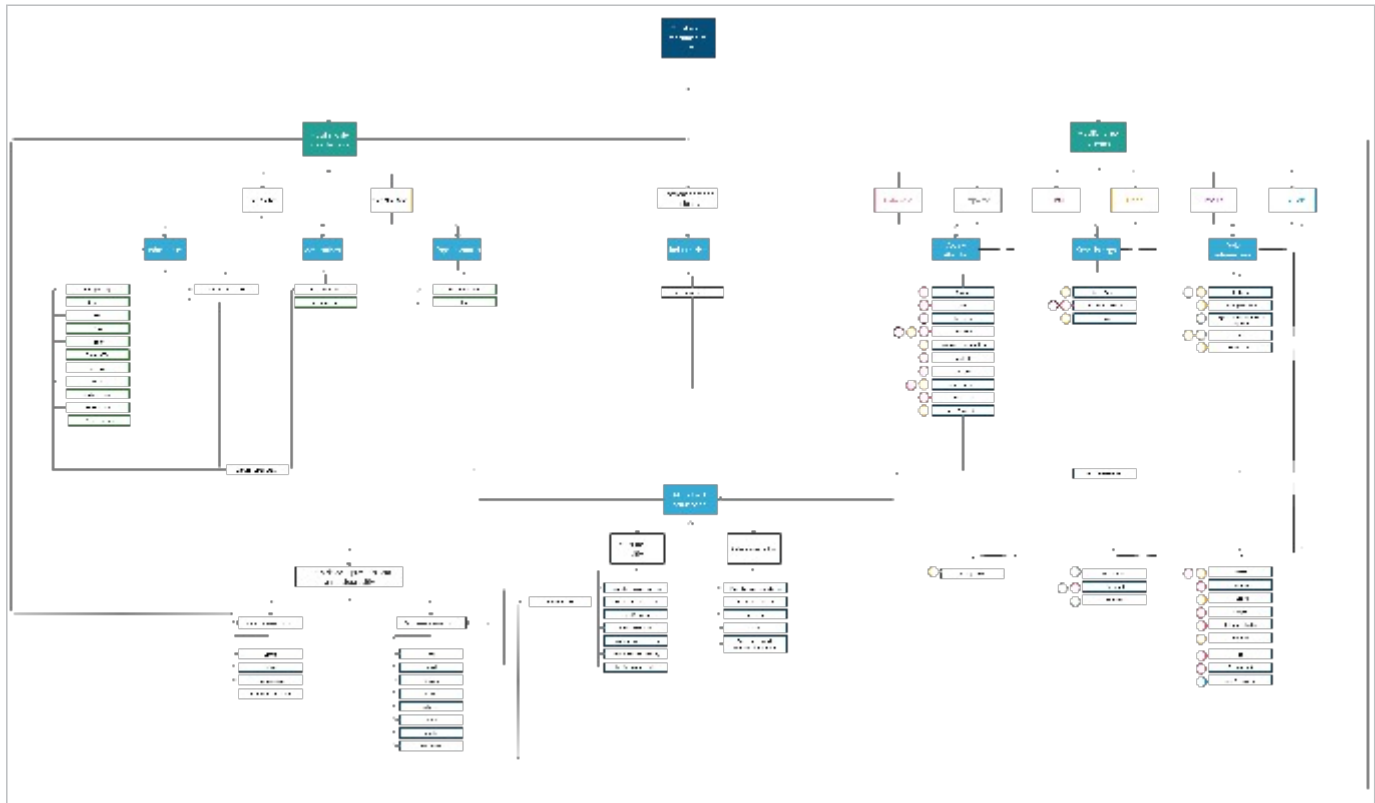


Figura 1 - Mapa de Categorización (Fuente Propia)

A. OBJETOS COMPLETOS

Objetos de escala real, que requieren equipos de gran dimensión.

- A1. Productos en los que el tipo de tecnología utilizada para fabricar es únicamente la Impresión 3D.
- A2. Proyectos que proponen la fabricación de un objeto por partes, que son ensambladas posteriormente.

B. ELEMENTOS DE UNIÓN

B. Elementos que pueden ser producidos en equipos de menor capacidad de volumen, obteniendo allí, la generación de elementos de unión entre piezas, para construir estructuras. Esta categoría, permitió definir una caracterización tipológica, a partir del desarrollo de una ficha de análisis y la creación de cinco tipos de elementos de unión:

- i. Ensamble
- ii. Empalme
- iii. Junta
- iv. Nodo
- v. Rótula
- vi. Sujeción

Algunos de las uniones investigadas, se comprobaron a

través del modelado y fabricación mediante la tecnología de Estereolitografía, en un equipo de impresión de referencia FormLabs 2.

MANUFACTURA ADITIVA: OBJETOS COMPLETOS

De acuerdo a las categorías mencionadas, inicialmente se investigaron proyectos de mobiliario impreso en 3D, en los que el producto se obtuvo únicamente por manufactura aditiva, bajo dos procesos, fabricación del objeto completo o fabricación de varias piezas que son ensambladas. Esta categoría permite comprender las dimensiones y condiciones que son necesarias, para poder obtener a partir de la Impresión 3D una pieza funcional de gran tamaño.

De la mano con el método de fabricación, en el diseño y desarrollo de una pieza de mobiliario requiere que se contemplen otros aspectos como tiempos de armado, usos particulares, sostenibilidad, reparación, entre otros, que son parte de las discusiones en equipos de desarrollo de producto, en los que se pretende dar respuesta acorde a situaciones de la vida diaria.

Sin apartarse de requerimientos ergonómicos y funcionales, las condiciones técnico-productivas, determinan en gran medida el producto resultante, la técnica, la

tecnología y el material, son la base de este proceso. Una dualidad constante se ha presentado en el contexto colombiano, entre la diversidad de maderas existentes y las posibilidades de usarlas de manera responsable con criterios sustentables, entre la permanencia de técnicas que se reflejan en la experticia de artesanos y las nuevas tecnologías, entre el desarrollo de productos con conceptos locales y la comercialización de modelos globales, entre una producción artesanal y una semi-industrial; bajo este panorama, la fabricación digital y la manufactura aditiva, se presentan como un nuevo actor.

Esta categoría, nos lleva a situarnos en el entorno industrial, ya que los requerimientos de inversión, espacio y tiempo, son de alta inversión. Este acercamiento, permite determinar las decisiones que serán tomadas por una organización, si la pretensión es contar con un equipo de manufactura aditiva, como base del proceso productivo.

Los siguientes proyectos, han sido seleccionados como referencias para evidenciar las características que permiten catalogarlos en las tipologías mencionadas en la Figura 1 - Mapa de Categorización.

PRINT YOUR CITY³

Este proyecto es una sumatoria de varios esfuerzos liderados por el estudio de diseño holandés The New Raw y la compañía de impresión 3D a gran escala Aectual, junto al apoyo de la Universidad de Delft, la empresa AEB Ámsterdam, la Municipalidad de Ámsterdam y el Instituto para Soluciones Avanzadas Metropolitanas de Ámsterdam. Un caso de estudio, en el que la manufactura aditiva, no es solo un aporte a la búsqueda de elementos diferenciados y personalizados, sino una solución a problemáticas medioambientales, que tienen como resultado un alto impacto en la ciudad.

Print Your City propone, a partir del concepto de la economía circular, el reciclaje de desechos plásticos, generando una alternativa de solución a los 23 kilogramos de residuos de este tipo, que cada habitante de Ámsterdam, genera al año. Estos desperdicios se procesan, para obtener la materia prima que será utilizada en la fabricación de mobiliario a través de la tecnología FFF⁴ de Impresión 3D. Menciona The New Raw (2016) en su sitio web que este "es un llamado a la acción de los habitantes de la ciudad, para que se aprovechen los desperdicios plásticos



Ilustración 1 - Print Your City / XXX Bench

³Información obtenida de <https://printyour.city/> - <https://thenewraw.org/Print-Your-City-Amsterdam>

⁴Fabricación por Filamento Fundido (Fused Filament Fabrication)

Reparar, Adaptar y Personalizar: Posibilidades de la Impresión 3D en la Cotidianidad.

generados en casa, en el desarrollo de elementos de equipamiento urbano”.

La tecnología utilizada, es aquella en la que un material en forma de filamento, alimenta un extrusor, que es controlado a través de los ejes X - Y - Z, como se puede evidenciar en la Ilustración 2 - Fabricación FFF - XXX Bench. El proceso de reciclaje del material es corto, sin desperdicio alguno. Con lo que la reparación modular y la personalización son factibles. La manufactura aditiva permite que las formas generadas, den como resultado geometrías tridimensionales que permiten posturas ergonómicas para los usuarios, promoviendo también estilos de vida saludables y amigables con el medio ambiente.

Este proyecto demuestra además, que el mobiliario tiene gran influencia en la manera en la que asumimos la ciudad, como ciudadanos, formas en las que podemos apropiarnos los espacios públicos y participar en lo que en esos lugares pueden proponer en vecindarios o espacios comunales. Es una muestra importante del proceso de diseño colaborativo, integrando a los ciudadanos para que participen en la transformación de su ciudad.

Es también, la evidencia que proyectos de gran magnitud, requieren la articulación de diversos actores en una red de relaciones, en la que cada uno de ellos aporta para que el proceso sea llevado con éxito. Print Your City vincula además de organizaciones privadas, entidades públicas con el fin de generar un beneficio a la comunidad y dar una respuesta a problemas medioambientales. Así que este proyecto nos permite reconocer la dimensión del equipo de impresión 3D que se requiere para producir un objeto de tamaño grande, al igual que las características interdisciplinarias de las personas que están vinculadas al proyecto.

RETRO SEAT⁵

BigRep, una de las empresas líder en el desarrollo, fabricación y comercialización de equipos de Impresión 3D de gran escala, ha demostrado las posibles aplicaciones de un equipo de estas características. De igual manera que el proyecto referenciado anteriormente, Retro Seat es una muestra de las posibilidades de Fabricación por Filamento Fundido, a una escala mayor. Es un desarrollo multidisciplinar diseñado por NOWlab y fabricado por BigRep, que da apertura a las posibilidades de la manufactura aditiva en diversas industrias.



Ilustración 2 - Fabricación FFF - XXX Bench



Ilustración 3 - Print your City - XXX Bench



Ilustración 4 - Detalle del Proyecto RetroSeat

⁵ Información obtenida de: <https://bigrep.com/posts/fully-3d-printed-high-tech-airline-seats-premiered-aircraft-interiors-expo-hamburg/> - <https://youtu.be/ckK0dSB6H8I>



Ilustración 5 - Asiento RetroSeat



Ilustración 6 - Impresora BigRep / Impresión en pequeños Lotes

Uno de los aciertos de utilizar la impresión 3D a escala industrial, es la reducción del peso de los elementos fabricados. Un beneficio evidente para la industria aeronáutica, en la que las exploraciones se han direccionado a tener el menor peso posible en cada una de las partes que configuran una aeronave, tanto el exterior como en el interior, ya que su influencia es directa en la eficiencia y seguridad del transporte aéreo. Según BigRep, el proyecto Retro Seat, logra optimizar el peso de un asiento tradicional de avión, mediante una reducción del 50% de su peso original, cumpliendo con las características y requerimientos de un asiento en la industria aeronáutica.

En esta alianza estratégica, también se articula con la plataforma 3DExperience de Dassault Systèmes, con un enfoque en el diseño y simulación de piezas optimizadas,

basadas en cargas, restricciones, procesos de manufactura y requerimientos de varios materiales. La aerolínea ETIHAD, entregó un asiento que había finalizado su ciclo de vida, para que NOWLab realizara el prototipo del RetroSeat, sobre un elemento real. Además de darle una nueva apariencia al asiento original, se le agregaron aspectos de conectividad e iluminación.

En este caso, el proceso de manufactura contempla la fabricación del producto por partes, que serán ensambladas. Esto facilita el proceso productivo ya que se pueden producir pequeños lotes de las piezas requeridas, como se puede ver en la Ilustración 6; con este método, la reparación o el intercambio de partes con fallas se puede hacer al instante, desde que se cuenta con el archivo generado en software CAD.

El proyecto RetroSeat demuestra la aplicación de la manufactura aditiva a gran escala, para el cumplimiento de requerimientos con alto nivel de especificación funcional, sin dejar de lado aspectos ergonómicos y estéticos, a la vez que vislumbran que las acciones de personalización y reparación. Plantea también una alternativa a objetos que están al final de su ciclo de vida y se convertirán en desperdicio, para que sean útiles nuevamente.

GLACIER STOOL⁶

El estudio de diseño de producto y arquitectura NOWLabs, el laboratorio de Innovación y Consultoría aliado a BigRep, ha continuado la exploración de la manufactura aditiva y la fabricación digital en el desarrollo de propuestas, que contemplen la aplicación de conceptos de manufactura automatizada y el diseño generativo, como principio de exploración. Estas propuestas resultan en elementos con estéticas particulares, que responden también a determinantes sostenibles.

El taburete Glacier, está inspirado en las formas del glaciar Mendenhall, ubicado en Alaska. La investigación, centrada en la manera en que morfologías particulares se generan en procesos naturales, los cuales pueden ser inspiradores para el desarrollo de objetos del día a día. El relieve propio del glaciar, formado por las diferentes temperaturas que se encuentran entre el agua que fluye y el hielo que cubre la superficie. El ciclo natural de capas de nieve que se suman y se compactan, volviéndose hielo, dertién-

⁶Información obtenida de: <https://www.nowlab.de/GLACIER> - <https://www.ignant.com/2015/11/11/sustainable-3d-printed-furniture-by-nowlab/>

Reparar, Adaptar y Personalizar: Posibilidades de la Impresión 3D en la Cotidianidad.

dose a estado líquido y evaporándose para ser nubes. Este ciclo fue explorado por NOWLabs en el desarrollo de Glacier, como se puede ver en la Ilustración 7.



Ilustración 7 - Glacier Mendenhall / Taburete Glacier

La exploración en el desarrollo del taburete Glacier, permite la fabricación de una pieza en manufactura aditiva, que es completamente biodegradable y reciclable, ya que el filamento utilizado cumple con ambas características. El proceso de diseño determina la menor cantidad de material posible, para lograr el mayor desempeño estructural que puede lograrse, proporcionando una resistencia alta a la compresión, por lo que la pieza es decorativa, estructural y sustentable. Este elemento toma un tiempo total de 40 horas para ser impreso, en tecnología FFF, fabricado en la impresora ONE.2, el equipo gran formato de mayor tamaño desarrollado por BigRep, que posibilita la fabricación de elementos hasta de un metro cubico.

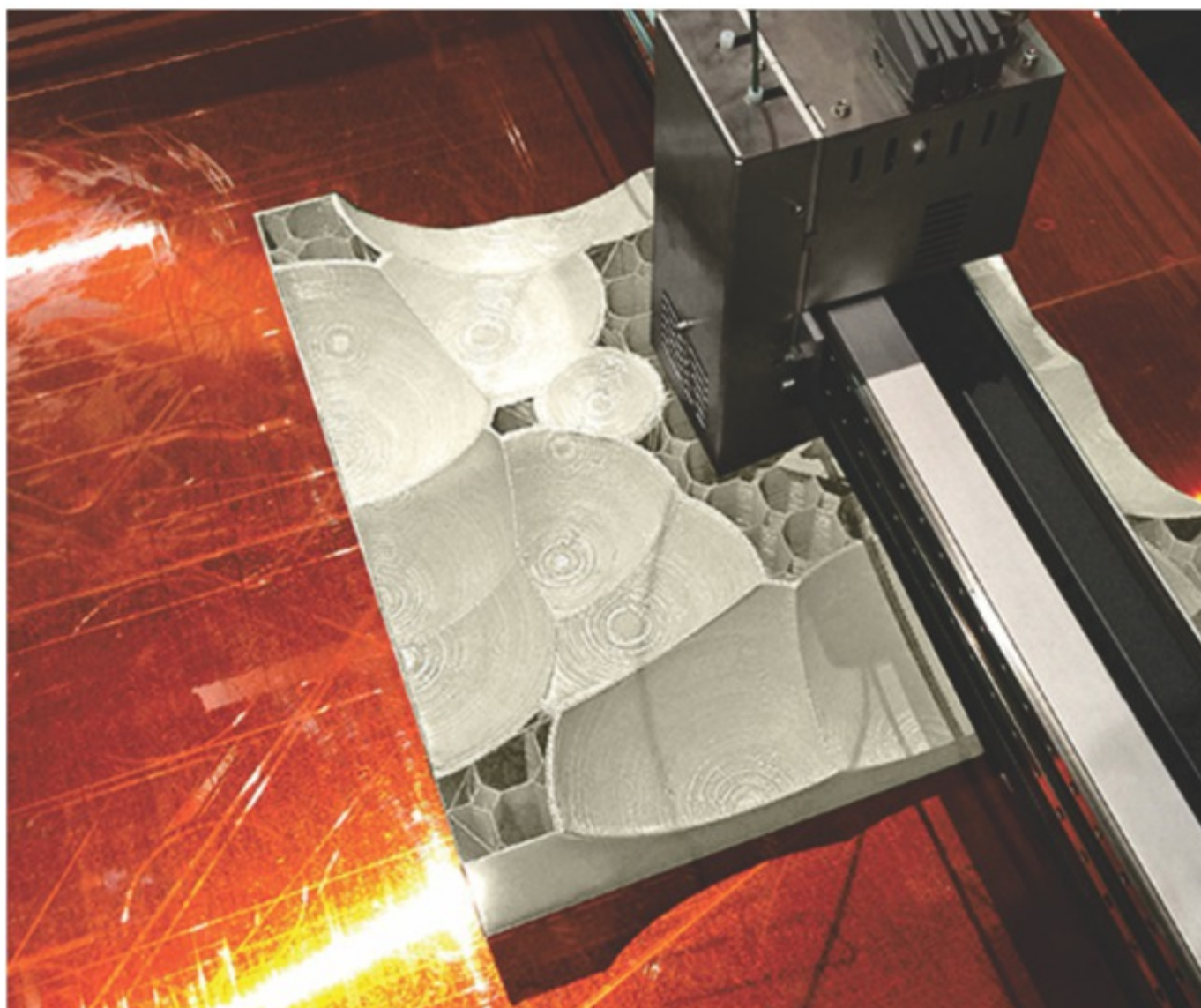


Ilustración 8 - Glacier / BigRep ONE.2

BITS AND PARTS⁷

Desarrollado por Joris Laarman Lab, estudio de diseño del diseñador holandés del mismo nombre, el proyecto Bits and Parts propone la utilización de impresoras 3D de pequeño tamaño, para fabricar mobiliario de tamaño real accesible para todos. Uno de los modelos reconocidos de este proyecto es *'Kids Maker Chair P39'*, el cual promete una silla tamaño real, cuya manera de ensamblar está inspirada en las piezas de un rompecabezas tridimensional, tal y como se puede apreciar en la Ilustración 9. La estructura de la silla es generada a partir de treinta y nueve (39) piezas, el nombre del producto se debe a estas dos referencias.

Este desarrollo, que inició con una propuesta de doscientas dos (202) piezas, que con alternativas iterativas, llegó a una versión de ochenta y cinco (85) piezas, mejorando la eficiencia y el costo del producto. En el momento, el proyecto Bits and Parts, cuenta con dos modelos más, *'Maker Puzzle'* y *'Kids Maker Chair 19'*, que pueden ser descargados de manera gratuita del sitio web, para ser fabricados en una impresora de escritorio. Es importante que las especificaciones del equipo de impresión, son responsabilidad de aquel que la vaya a fabricar, así que deberá asegurarse que las especificaciones hacen que el elemento sea funcional.

Es uno de los proyectos revisados que aplica el concepto de Diseño Abierto, ya que el acceso a la información del producto, planos y modelos, son de descarga libre, al igual que se permiten modificaciones al modelo original. La tecnología de impresión bajo la cual se propone la

fabricación de estas sillas es la de FFF, tecnología de manufactura aditiva de mayor aceptación y uso a nivel doméstico e industrial.



Ilustración - Kids Maker Chair P39



Ilustración 10 - Modelos de Bits and Parts

⁷Información obtenida de: <https://www.jorislaarman.com/work/bits-parts/> - <https://www.bitsandparts.org/>

Reparar, Adaptar y Personalizar: Posibilidades de la Impresión 3D en la Cotidianidad.

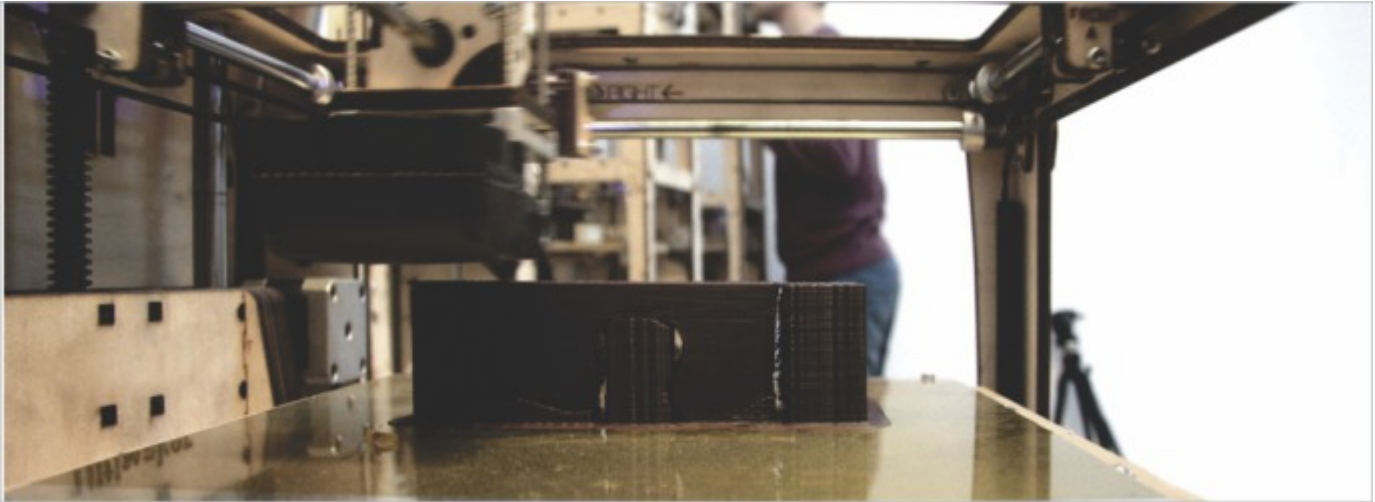


Ilustración 11 - Proceso de Impresión Kids Maker Chair.

Los proyectos referenciados anteriormente, permiten establecer los requerimientos que se tomarán en cuenta para contar con un proceso de manufactura aditiva a gran escala. Su aplicación demuestra que la sumatoria de esfuerzos, en los que las alianzas estratégicas se consolidan, es la base de un desarrollo exitoso. Es importante ver esta consideración, ya que desvirtúa el concepto de una sola empresa o una sola persona, haciendo todo el proyecto, la participación de entidades de diversos sectores, públicas, privadas, gubernamentales, la academia y los usuarios, son de carácter interdisciplinar y diverso.

Las dimensiones de un equipo que permita hacer una impresión de gran tamaño, será por supuesto, de un tamaño mayor que el objeto a producir, por lo que contempla también, un área de tamaño considerable para su instalación. Por el momento la oferta de equipos de impresión a gran escala es reducida, ya que “el desarrollo de la manufactura aditiva y la impresión 3D se ha enfocado en su mayoría en máquinas de pequeña escala” (Shah, 2019), ya que las especificaciones cambian, generando mayor dificultad en la precisión de los movimientos, temperaturas de extrusión, lo que afecta directamente la estabilidad dimensional de la pieza, “una serie de retos deben superarse para que impresoras 3D de gran escala sean viables” (Shah, 2019)

MANUFACTURA ADITIVA: ELEMENTOS DE UNIÓN

De acuerdo a las categorías mencionadas, un camino posible para investigar posibles aplicaciones de la manufactura aditiva en el mobiliario, se define a partir de

la determinante del tamaño del elemento a fabricar, de acuerdo al volumen máximo de impresión que se pueda tener a disposición. Teniendo en cuenta que la utilización de impresoras 3D de pequeña escala, llamadas también de escritorio, es la de más rápido crecimiento, los términos de búsqueda se direccionaron a encontrar elementos de unión de piezas, que sean factibles de ser fabricados en una impresora de pequeño volumen. Se obtuvieron resultados en los que elementos desarrollados por manufactura aditiva, permiten la unión de uno o más elementos con el fin de obtener una estructura, que puede resultar en una pieza mobiliario funcional.

La aplicación de los procesos de manufactura aditiva, en el desarrollo de uniones demuestra que hay una alternativa a los sistemas tradicionales de unión que se trabajan en el diseño y fabricación de mobiliario, los cuales contemplan la experticia de un trabajador de la madera para unir piezas a partir del mecanizado del material, hasta la sujeción con elementos metálicos como tornillos auto perforantes y conectores Minifix. El hecho que un elemento pueda ser ensamblado mediante las uniones fabricadas en una impresora 3D de escritorio, posibilitaría que usuarios puedan diseñar y desarrollar el objeto final, decidiendo sobre aspectos como tamaño y forma deseada, para responder a sus expectativas.

La investigación sobre uniones impresas en 3D, retorna resultados diversos, en los que la exploración contempla la aplicación de conceptos tradicionales, artesanales, híbridos, orgánicos, generativos, entre muchos otros, evidenciando que no hay una sola lógica para asumir el

desarrollo de estos elementos. Definir el término de “uniones impresas en 3D”, es definir también el proceso de armado de una estructura por medio de conexiones, que permiten modificar longitudes, áreas, direcciones, ángulos e inclinaciones, que determinan que materias primas genéricas, pueden dar diversos resultados.

Es por esto que se requiere caracterizar y categorizar los elementos encontrados. Para la presente investigación se definieron seis tipologías de clasificación que se denominaron: ENSAMBLE, EMPALME, JUNTA, NODO, RÓTULA y SUJECIÓN, tal y como se puede evidenciar en la Figura 1 - Mapa de Categorización. Estas tipologías fueron desarrolladas por el grupo de investigación, para caracterizar los elementos encontrados desde la versatilidad y funcionalidad de cada unión resultado de la búsqueda. Una decisión inicial, fue tomar como referencia los términos Ensamble, Empalme y Junta, que surgen de uniones estructurales entre piezas de madera. Las características de cada tipología, están definidas de la siguiente manera:

i. Ensamble

Elemento de unión que permite la conexión de dos o tres piezas. Manteniéndolas en posición firme y generando un cambio de dirección entre las piezas a unir. Suelen generar figuras tipo “L” o “T”. Los ángulos generados usualmente son a 90°, aunque la variación de los mismos es una exploración que definirá la estructura final.



Ilustración 12 - Ejemplo de Ensamble / Proyecto Print to Build (Ollé Gellért - 2015)⁸

ii. Empalme⁹

Conector que permite a través de la unión de dos piezas, prolongar la longitud del elemento final. Por lo general la dirección se mantiene, sin embargo puede cambiar la angulación. El empalme usualmente se utiliza en la construcción.



Ilustración 13 - Ejemplo de Empalme / Proyecto Arronde (Camille Ravanel - 2017)

iii. Junta¹⁰

Conector que se utiliza para ampliar un área de superficie, mediante la unión de varias piezas. Usualmente este elemento, junta piezas desde el canto, por lo que los resultados obtenidos pueden ser superficies de mayor dimensión. Puede tener angulaciones.

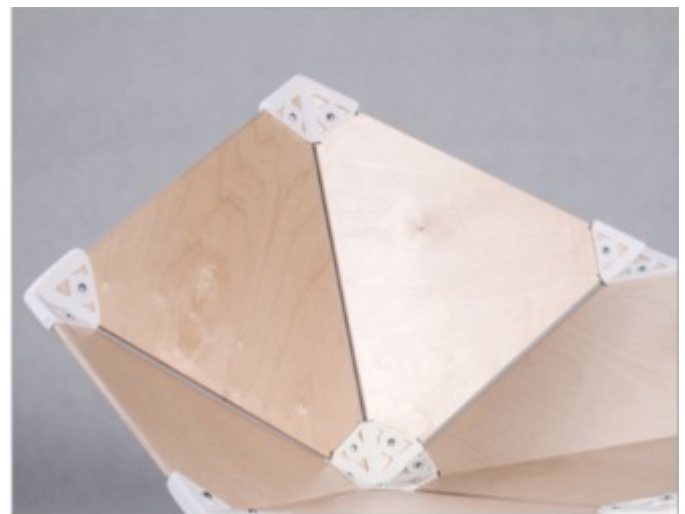


Ilustración - Ejemplo de Junta / Proyecto Link Furniture System (Tamás Boldizsár - 2014)

⁸Imágenes obtenidas de: <https://www.ducotedechevous.com/article/tutoriel-lancez-vous-et-realisez-votre-version-d-arronde/>

⁹Imagen obtenida de: <https://www.behance.net/gallery/17674011/LINK-Furniture-system-the-playful-furniture>

¹⁰Imagen obtenida de: <https://www.behance.net/gallery/17674011/LINK-Furniture-system-the-playful-furniture>

Reparar, Adaptar y Personalizar: Posibilidades de la Impresión 3D en la Cotidianidad.

iv. Nodo¹¹

Elemento de unión que actúa como foco de composición central y conecta tres piezas o más. Por lo general cambiando las direcciones a partir de ángulos propuestos. Es elemento característico de los domos geodésicos.

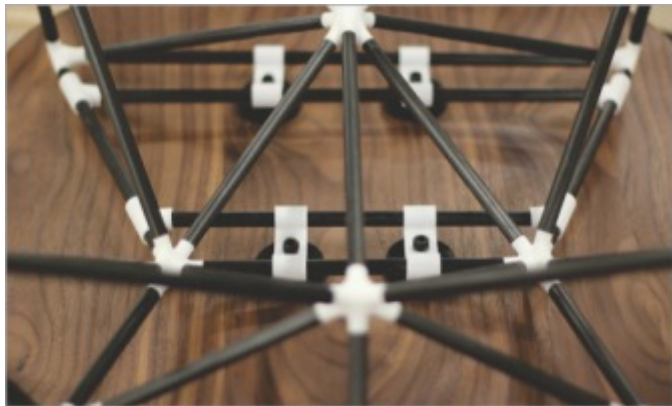


Ilustración 15 - Ejemplo de Nodo / Proyecto Node (Charles Fried - 2015).

v. Rótula¹²

Este tipo de unión, además de permitir el ensamble de dos piezas o más, genera la posibilidad de rotación en diferentes ángulos y direcciones. Suele ser un ensamble, junta o nodo, que tiene movimiento.



Ilustración 16 - Ejemplo Rótula + Nodo / Proyecto HUBS (Chris Jordan / Mike Paisley - 2016).

vi. Sujeción

Este conector, requiere un sistema de ajuste mecánico para las piezas a ensamblar. Por lo general, posterior al encaje de las piezas, se realiza una acción para asegurar. Suele ser un ensamble, junta o nodo.

Esta caracterización de tipologías, promovió el desarrollo de una ficha de análisis como se puede ver en la Figura 2, que permite inicialmente documentar las variables de

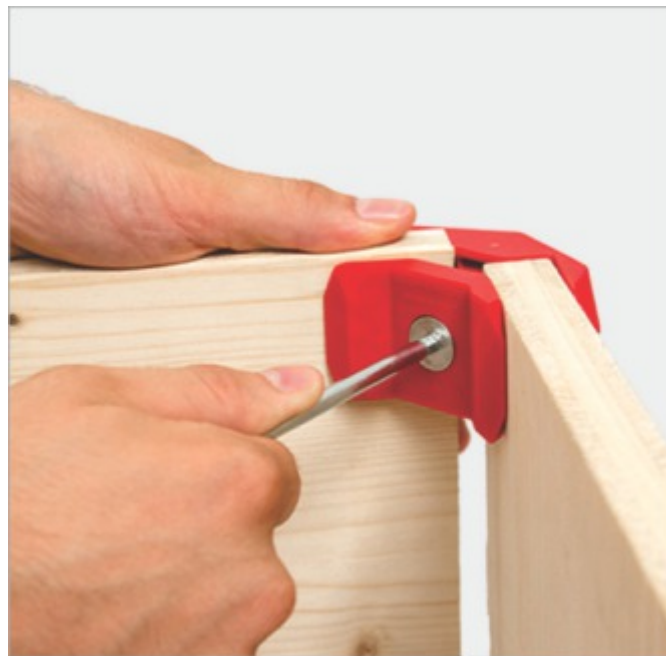


Ilustración 17- Ejemplo de Sujeción + Ensamble / Proyecto PlayWood 90° (PlayWood - 2016). Imagen obtenida de: <https://www.playwood.it/>

cada ensamble, desde una perspectiva funcional y morfológica, analizando aspectos propios de principios y relaciones de diseño, al igual que las consideraciones geométricas (figura, tamaño color y textura). Esta información de acceso abierto se puede consultar en: <https://bit.ly/3DSENA>.

El número de elementos retornados a partir de los parámetros de búsqueda, fue alto, lo que permite comprender que el desarrollo de estos elementos aplicados al mobiliario generan un ejercicio de desarrollo constante, en su mayoría por parte de diseñadores, entusiastas y académicos, que aún no se ha visto aplicado en los sectores de manufactura y comercio, por lo que tampoco ha llegado a vincularse a los espacios de la vida cotidiana. Se caracterizaron un total de treinta y tres (33) elementos, en los que la diversidad de uniones, hace parte de una experimentación propia por parte de cada desarrollador, bajo un esquema de libertad, sin los límites de requerimientos o determinantes. Algunos de estos elementos de unión se encuentran para descarga gratuita e impresión inmediata, bajo licencias de Creative Commons y conceptos de código abierto, mientras que otros, son desarrollos de carácter comercial, permitiendo su descarga y posterior impresión, pagando el costo que ha determinado el desarrollador.

¹¹Imagen obtenida de: <https://charlesfrieddesign.wordpress.com/2015/08/27/beauty-in-complexity-node/>

¹²Imagen obtenida de: <https://buildwithhubs.co.uk/>




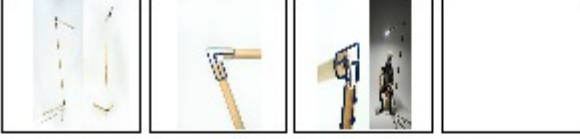
	FICHA DE ANÁLISIS															
NOMBRE DEL PRODUCTO: KIT LAMP / PROYECTO: CLASIFICACION DE ENSAMBLAJES																
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">OBJETIVO</td> <td style="width: 85%;">DESARROLLAR UN KIT DE ENSAMBLAJE PARA LA FABRICACION DE LAMPARAS</td> </tr> <tr> <td>ALCANTARADA</td> <td>ALCANTARADA</td> </tr> <tr> <td>PIEZAS</td> <td>PIEZAS</td> </tr> <tr> <td>REPARACION</td> <td>REPARACION</td> </tr> <tr> <td>VERSATILIDAD</td> <td>VERSATILIDAD</td> </tr> <tr> <td>INSTRUCIONES</td> <td>INSTRUCIONES</td> </tr> <tr> <td>ANÁLISIS PRÁCTICO</td> <td>ANÁLISIS PRÁCTICO</td> </tr> </table>	OBJETIVO	DESARROLLAR UN KIT DE ENSAMBLAJE PARA LA FABRICACION DE LAMPARAS	ALCANTARADA	ALCANTARADA	PIEZAS	PIEZAS	REPARACION	REPARACION	VERSATILIDAD	VERSATILIDAD	INSTRUCIONES	INSTRUCIONES	ANÁLISIS PRÁCTICO	ANÁLISIS PRÁCTICO
OBJETIVO	DESARROLLAR UN KIT DE ENSAMBLAJE PARA LA FABRICACION DE LAMPARAS															
ALCANTARADA	ALCANTARADA															
PIEZAS	PIEZAS															
REPARACION	REPARACION															
VERSATILIDAD	VERSATILIDAD															
INSTRUCIONES	INSTRUCIONES															
ANÁLISIS PRÁCTICO	ANÁLISIS PRÁCTICO															
																
URL/VÍDEOS https://www.youtube.com/watch?v=... https://www.youtube.com/watch?v=... https://www.youtube.com/watch?v=...																
DESARROLLADO POR:		SECCION TECNICA:														

Figura 2 - Ficha de Análisis (Fuente propia)

MANUFACTURA ADITIVA, ¿UNA TECNOLOGÍA APLICABLE EN SITUACIONES COTIDIANAS?

Retomando las referencias presentadas al inicio de este artículo, en la que se citan los textos de Arturo Escobar (2016) y Ezio Manzini (2015), para mencionar aspectos de autonomía creativa y la posibilidad que todos diseñen, las reflexiones en torno a la manufactura aditiva requieren salir del entorno industrial y comercial, para que su potencia como elemento revolucionario, pueda ser explorado desde el día a día, por parte de la comunidad en general. Una alternativa para democratizar el diseño, desde metodologías participativas, que permitan la decisión y no la imposición. El término se empieza a definir como Social Product Development¹³. Como es citado por Forbes y Schaefer (2017) el SPD¹⁴ es "un modelo que extiende las fronteras de la innovación abierta, más allá de los modelos de intervención del cliente (en el desarrollo de productos), hacia actores e individuos socialmente articulados, involucrados completamente en la ideación y desarrollo de un nuevo producto" (Abhari, Davidson, & Xiao, 2016).

El cuestionamiento sobre la aplicación de la manufactura aditiva, es la intención para que esta tecnología, tras-

cienda la esfera industrial y se inserte en los entornos cotidianos. Si hay una cuarta revolución, desde la conectividad y el acceso, si la democratización puede ser uno de los principios rectores del diseño de producto y servicios, desde lo social, si la decisión de enfrentar los modelos devastadores del consumismo, desde lo sostenible, si la posibilidad de un fortalecimiento local, desde la autonomía, hacen parte de una proyección de otras realidades y alternativas, de un giro a la tuerca de la manera en la que se ha impuesto las condiciones en lo social, lo cultural y lo ambiental.

Desde esta perspectiva y en relación al objeto denominado mobiliario, hay diversas acciones que se pueden realizar para tomar la rienda de la manufactura aditiva en la cotidianidad. Referenciando tres posibles situaciones a las que se podría enfrentar una persona en el entorno doméstico decantarían en prácticas de reparación, adaptación y personalización. Usualmente estas prácticas, se han llevado a cabo sin técnicos o teóricas de diseño y sin acceso a equipos de manufactura aditiva; estos gestos, desde el contexto local, tienen intenciones de prolongar la vida útil y significativa de los objetos, transformarlos para

¹³Desarrollo de Productos Sociales

¹⁴Social Product Development

Reparar, Adaptar y Personalizar:

Posibilidades de la Impresión 3D en la Cotidianidad.

que cumplan con condiciones específicas y darles detalles de apropiación. Cómo se podría resolver, desde la impresión 3D, actos de reparar, adaptar y personalizar, es una de las incertidumbres, que queda para siguientes exploraciones sobre este tema.

En un intento por entender la reparación, la adaptación y la personalización, se han definido como acciones, de la siguiente manera:

• REPARAR:

Las relaciones entre los seres humanos y los objetos, se dan en diferentes niveles, que abarcan aspectos funcionales, emocionales y significativos. Inicialmente, un objeto tiene como propósito suplir necesidades y cumplir expectativas, en su sentido pragmático, brinda una utilidad. El paso del tiempo las relaciones generadas, se fortalecen a través de significados que trascienden lo utilitario. La reparación es un acto de cuidado y protección, de mantener la utilidad del elemento y la carga significativa, es también, enfrentarse con lo efímero y negar la posibilidad del desecho inmediato, por lo que se considera de carácter sustentable.

Reparar, desde la impresión 3D, significa comprender y reconocer que hay otras maneras de asumir los objetos, para componerlos nuevamente, manteniendo las condiciones iniciales. Permite la generación de piezas que funcionarán como elementos adicionales, que serán precisos de acuerdo con las condiciones del objeto a reparar. Este arreglo, usualmente es visible, con lo que se sigue escribiendo la biografía del objeto.

ADAPTAR:

Uno de los principios de diseño, considera que los objetos deben adaptarse a los usuarios y no estos a los objetos, sin embargo, bajo el concepto de lo genérico y lo homogéneo, diversas transformaciones se aplican a los objetos, en un intento de hacer que cumplan con condiciones particulares de cada persona.

Adaptar mediante el proceso de manufactura aditiva, contempla el desarrollo de elementos que se ajustan a los objetos, para mejorar sus cualidades de uso o brindarle una posibilidad más que no está contemplada en la función inicial del objeto. De manera consciente o inconsciente, se extiende el tiempo de vida del objeto, al

ampliar su panorama de uso. Este elemento anexo, es funcional y puede desarrollarse con una estética propia.

PERSONALIZAR:

Los procesos de personalización, se contemplan en el desarrollo como una propuesta de valor, que suele traer un costo extra. La estandarización propone que los productos sean genéricos. Esto concibe una uniformidad, en los que la diversidad se ve disminuida.

La personalización de objetos, por medio de la impresión 3D, puede ser el intento por hacerle frente a las características de lo homogéneo, se puede entender como una aplicación de carácter estético, que refuerza la relación emocional con el objeto, a partir de la apropiación.

CONCLUSIONES:

La veloz dinámica en la que la sociedad se enmarca, desde los modelos económicos globales, jerárquicos e impuestos, que estructura una sociedad de consumo y desecho, vale la pena cuestionar las implicaciones de la impresión 3D, en aspectos de autonomía y decisión, como búsqueda de valores sostenibles y ecológicos, proponiendo la democratización de la tecnología; si bien, este puede ser el estado ideal, también es de cuestionar otra cara de la moneda, en la que la industria 4.0, continuará siendo un modelo de opresión y obligación, con formas de producción exagerada y mayor contaminación, es decir, si será parte de un modelo autocrático. Estos dos panoramas, que plantean dos conceptos opuestos, se describen en esta conclusión, como una provocación para generar nuevas conversaciones al respecto.

En cuanto a la industria del mobiliario y a los espacios domésticos, la manufactura aditiva empieza a abrir su campo de aplicación. Si bien, para la esfera industrial se requiere una inversión para la adquisición de estos equipos, también es cierto que el desarrollo de la impresión a gran escala, aún no alcanza un desarrollo que permita su accesibilidad. Por el contrario, los equipos de pequeña escala, tienen cada vez costos menores, con una amplia oferta y posibilidades mayores de acceso.

Es importante mencionar, el equipo de impresión 3D, es uno de los elementos del sistema que se requieren para

poder desarrollar una pieza, el conocimiento el software CAD, que conllevan en sí lógicas geométricas y espaciales, tendrán que ser parte de la divulgación libre, para que el proceso traspase las fronteras del consumo, hacia la producción, término que se define como el 'prosumidor', concepto anticipado por Marshall McLuhan y Barrington Nevitt, quienes en el libro *Take Today* (1972), afirmaron que la tecnología electrónica permitiría al consumidor asumir simultáneamente los roles de productor y consumidor de contenidos' (Islas-Carmona, 2009).

El panorama empieza a cambiar, el acceso libre a los recursos, la intención de lo comunal, la búsqueda del bienestar, propuestas desde una parte de la sociedad que desde el pensamiento crítico, propone alternativas de cambio a los modelos hegemónicos. La manufactura aditiva, puede tener un rol importante en este cambio, si sus posibilidades son exploradas, desde diversos entornos, con aplicación social.

REFERENCIAS

- Abhari, K., Davidson, E., & Xiao, B. (2016). Measure the Perceived Functional Affordance of Collaborative Innovation Networks in Social Product Development. 49th Hawaii International Conference on System Sciences, (págs. 929-938). Hawaii.
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Escobar, A. (2016). *Autonomía y Diseño: La realización de lo Comunal*. Popayan: Universidad del Cauca.
- Forbes, H., & Schaefer, D. (2017). Social Product Development: The Democratization of Design, Manufacture and Innovation. *Procedia CIRP* 60, 404-409.
- Islas-Carmona, J. O. (2009). El prosumidor. El actor comunicativo de la sociedad de la ubicuidad. *Palabra Clave* 11, Recuperado de <https://palabraclave.unisabana.edu.co/index.php/palabraclave/article/view/1413/1723>.
- Jorquera, A. (2016). *Fabricación Digital: Introducción al Modelado e Impresión 3D*. Madrid: Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Manzini, E. (2015). *Cuando todos diseñan: Una introducción al diseño para la innovación social*. Madrid: Experimenta Theoria.
- Shah, J. S. (2019). Large-scale 3D printers for additive manufacturing: design considerations and challenges. *Int J Adv Manuf Technol* 104, 3679-3693.
- The New Raw. (2016). *The New Raw*.