



Colectivización del Diseño y la Manufactura Digital: Laboratorios Sociales.

Tesis que para optar por el grado de Maestro en Diseño Industrial

PRESENTA:

Daniel Llermaly Larraín

DIRECTOR DE TESIS

MDI. Erick Iroel Herédia Carrillo

Facultad de Arquitectura, UNAM

COMITÉ TUTOR

MDI. Gloria Adriana Mendoza Franco

Facultad de Arquitectura, UNAM

MDI. Hugo Iván Escalante Almazán

Facultad de Arquitectura, UNAM

Dr. Oscar Salinas Flores

Facultad de Arquitectura, UNAM

MDI. Julian Covarrubias Valdivia

Facultad de Arquitectura, UNAM

Ciudad de México, octubre 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Colectivización del Diseño y la Manufactura Digital: Laboratorios Sociales.

Daniel Llermaly Larraín

Posgrado en Diseño Industrial, UNAM
Ciudad de México, 2018

Agradecimientos

Al Posgrado en Diseño Industrial de la Universidad Nacional Autónoma de México y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. A mi comité tutor y todos los maestros que tuve en este proceso. Al MedialabMx y a todos los que creen en el conocimiento libre como un bien común. A Karen Carrillo, Ana María Larraín, Isabel Larraín, Fernando Caridi, Joaquín Contreras, Joan Villaperros, Eduard Balsebre, Leonardo Aranda, Constanza Piña, Melissa Aguilar, Dora Bartilotti, Taller 30 SMA, Julián Huerta, Sabrina Zollner, Carlos Icaza, David Kornbluth y Feike de Jong. A mis compañeros de generación y todos los amigos que he encontrado en mi estadía en tierras mexicanas.

Resumen

Con la creciente popularización de la fabricación digital, un sector de la sociedad ha generado muchas expectativas en como éstas pueden aportar al desarrollo del bienestar social. Estas expectativas se ven reflejadas en una serie de iniciativas, desde el sector público, que buscan, a través de la implementación de espacios dedicados a estas tecnologías, beneficiar a la comunidad.

Tomando como punto de partida el análisis de los objetivos de algunos de estos proyectos, se revisan las propuestas de algunos autores que entregan herramientas para la comprensión de cómo un espacio de manufactura digital puede convertirse en un servicio público en beneficio de las comunidades.

La investigación revela que, aunque son muchas las posibilidades que la manufactura digital abre, es necesario antes problematizar algunas ideas que se dan por sentadas a la hora de pensar en estas nuevas tecnologías como un aporte a la calidad de vida de las personas.

Abstract

With the growing popularization of digital manufacturing, a sector of society has generated many expectations on how this can contribute to the development of social welfare. These expectations are reflected in a series of initiatives from the public sector, which seek, through the implementation of spaces dedicated to these technologies, to benefit the community.

Taking as a starting point the analysis of the objectives of some of these projects, this research reviews the proposals of some authors that provide tools for understanding how a digital manufacturing space can become a public service for the benefit of communities.

The research reveals that, although there are many possibilities opened by digital manufacturing, it is necessary to first problematize some ideas that are taken for granted when thinking about these new technologies as a contribution to the quality of people's life.

Palabras clave: Manufactura Digital, Infraestructura Ciudadana, Diseño Participativo, Diseño Abierto, *Open Source*, Economías distribuidas, Bienes Comunes, Convivialidad, Hazlo Tu Mismo (DIY), Estructuras generativas, Manufactura Digital Directa,.

Índice

Resumen	4
Abstract	4
Recorrido de la tesis.	7
Justificación	8
Objetivos	9
Capítulo 1: Antecedentes	11
1.1 Nuevas Tecnologías de fabricación	11
1.1.1 Sistemas CAD	13
1.1.2 Sistemas CAM	17
1.1.3 Materiales y procesos de Manufactura digital	21
1.1.4 Perspectivas de la Manufactura Digital como modo de producción	25
1.2 Apertura en los procesos de diseño	32
1.2.1 DIY (Do it Your self – Hazlo tú mismo)	32
1.2.2 Open Source-Software Libre	40
1.2.3 Open Design	47
1.2.4 Nuevas posibilidades, nuevos dilemas.	62
Capítulo 2: Fabricación digital en acción: Un nuevo paradigma de fabricación	68
2.1 Manufactura Digital Directa	68
2.1.1 Comparación con otros paradigmas de Fabricación	68
2.1.1 Características de los paradigmas de fabricación	70
2.2 Espacios Comunitarios de manufactura Digital	73
2.2.1 Makerspaces	74
2.2.2 Fab Labs	77
Capítulo 3: Espacios de Manufactura Digital como parte de la infraestructura ciudadana.	92
3.1 Herramientas convivenciales	92
3.2 Función pedagógica	94
3.2 Función articuladora de las comunidades y Diseño participativo	97
3.3 Inserción en las economías locales	101

Capítulo 4: El Diseño en la Socialización de la Manufactura digital	107
4.1 Modelo conceptual	107
4.2 El rol del diseñador	109
4.2.1 La Evolución de los problemas de Diseño	110
4.2.2 Valores plasmados en la tecnología	114
4.2.4 Meta Diseño	116
4.2.5 La Enseñanza del Diseño.	119
Conclusiones	124
Bibliografía	131

Recorrido de la tesis.

Cap 1:

Revisa las tecnologías de fabricación digital, sus orígenes, evolución y características técnicas.

Cap 2:

Analiza diferentes discursos en torno a la apertura en los procesos de diseño

Cap 3:

Analiza los elementos de la Manufactura Digital Directa (DDM) como un nuevo paradigma de producción de objetos. Comienza describiéndolo y luego lo compara con los otros paradigmas dominantes. Luego se analizan espacios que han surgido a partir de ésta (FabLab y Maker spaces) y los discursos que los sustentan. Examina diferentes propuestas que pueden entregar bases para la construcción de un modelo teórico para la conceptualización y diseño de un espacio público de manufactura digital.

Cap 4:

Propuesta modelo teórico. Luego se discute que rol puede jugar el diseñador en estos procesos.

Justificación

Fabricación digital, realidad virtual, realidad aumentada, Bitcoin, *smartphones*. En los últimos años una serie de tecnologías están modificando nuestra economía, relaciones personales e incluso políticas. Por este motivo se les ha llamado tecnologías radicales (Greenfield, 2017). En particular la fabricación digital plantea una revolución en la fabricación de artefactos, con el potencial de democratizar los medios de producción y resolver algunos de los grandes problemas generados por la producción en masa. Pero como plantea Maldonado, la tecnología no resuelve problemas, sino que amplía nuestras posibilidades (Maldonado, 1998) por lo que si se quiere que estas tecnologías aporten en este sentido es necesario un análisis profundo que lleve a acciones en su implementación.

Este análisis debe ser alejado de las modas y tendencias muchas veces propiciadas desde las mismas industrias que producen estas tecnologías. El entusiasmo alrededor de estas tecnologías ha llevado a que la discusión en torno a ellas se fundamente en un lenguaje superficial, lleno de términos, que al volverse tendencia se han vaciado de contenido, como participación, innovación, etc.

Es por eso que desde el campo del Diseño se hace interesante y necesario el análisis en torno a las formas en que la implementación de la manufactura digital puede efectivamente conducir a una sociedad más justa, democrática y colaborativa. Por un lado, porque esta disciplina por su posición estratégica entre tecnología, arte y ciencia social entrega un punto de visita privilegiado para el análisis de estas problemáticas. Y por otro, porque la eventual implementación de estas tecnologías como modelo de producción, ya no imperante pero al menos con una participación importante en la producción mundial, plantea un cambio radical en muchos de los pilares en los que se basa el campo del Diseño, por lo que adelantarse a estos cambios es fundamental para el desarrollo de esta disciplina.

Esta tesis busca presentar los conceptos y las temáticas más relevantes, implicados en la implementación de proyectos que involucren la manufactura digital como una forma de democratización de los medios de producción y la socialización del conocimiento tecnológico. Este documento está dirigido a diseñadores y estudiantes de diseño para provocar la discusión y el análisis crítico en estos temas.

Objetivos

Objetivo General

Analizar las posibilidades que la manufactura digital como sistema productivo propone en el contexto Latinoamericano.

Objetivos específicos

Construir un modelo conceptual para el abordaje de proyectos que planteen la manufactura digital como una herramienta para la democratización y empoderamiento ciudadano.

Construir una base teórica para la discusión en torno a cómo un laboratorio de fabricación digital se convierte en parte de la infraestructura ciudadana.

Analizar cuál es el rol que el diseñador puede jugar en estos procesos.

Antecedentes



“Si la «naturaleza humana» es una cosa construida e inseparable de las circunstancias materiales a través de las que se expresa, entonces, en principio, cambios radicales en esas circunstancias materiales deberían dar lugar a nuevas naturalezas: nuevos capítulos en la existencia de la especie, expresiones completamente nuevas de lo que significa ser humano”

Adam Greenfield,
Radical Technologies, 2017

Capítulo 1

Antecedentes

1.1 Nuevas Tecnologías de fabricación

A partir de los años ochenta una serie de herramientas tecnológicas fueron incorporadas a la producción industrial en procesos que se denominaron de prototipado rápido (Narotzky, 2010). El *Software* para el diseño asistido por computadora (CAD) permitió facilitar tanto el diseño de productos como la documentación de diseño. Utilizando estos programas, que en un comienzo permitían el trabajo en solo dos dimensiones, pero rápidamente evolucionaron a tres, se podían realizar simulaciones de mecanismos y análisis de tolerancia entre otros procesos, sin necesidad de construir cada una de las piezas que se quería probar. El complemento de estos programas computacionales fue lo que se denominan sistemas CAM (Computer- Aided Manufacturing). Este término refiere a sistemas que son capaces de manipular la materia a partir de un archivo digital. Las primeras máquinas de este tipo fueron los sistemas CNC (*computer numerical control*), en los que la información contenida en un archivo digital generado en un programa CAD, controla la trayectoria de una herramienta de corte, perforación o desgaste que materializa esta información en un objeto real. A estas herramientas, algunos años más tarde, se sumaron las de manufactura aditiva, en las que el material se va agregando capa por capa. Estas son generadas a partir de delgadas secciones transversales del modelo generado en un programa CAD. El grosor de esta sección determina la resolución del producto. Algunos materiales comúnmente usados en este proceso son aluminio, acero y plástico, pero actualmente podemos encontrar el uso como filamento de: papel, concreto, cera, azúcar o chocolate, por nombrar solo algunos (Chen et al., 2015).

La combinación de estos procesos, CAD y CAM, permitía verificar y modificar prototipos iniciales de una manera muy rápida, lo que ofrecía una ventaja significativa en los procesos industriales.

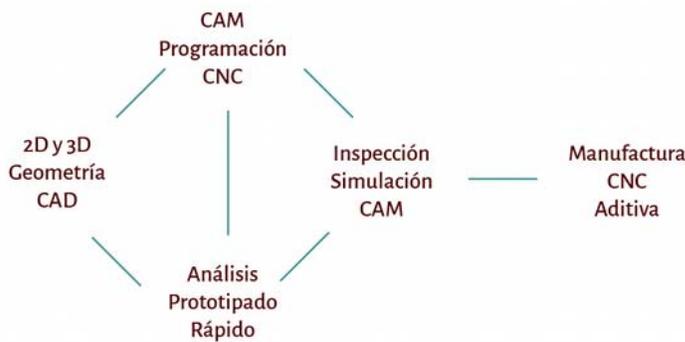


Ilustración 1: Flujo de Trabajo en sistemas CAD/CAM (Pandey, Tomar, & Sharma, 2016)

A partir de estas tecnologías surgen otros sistemas relacionados, como los CAPP (*Computer Aided Process Planning*), CAQA (*Computer Aided Quality Assurance*), CARC (*Computer Aided Robot Control*), CAIP (*Computer Aided Inspection and Planning*), CATS (*Computer Aided Transport and Stores*), CAA (*Computer Aided Assembly*), por nombrar algunos. Todos estos sistemas son subsistemas de lo que se denomina CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) una aproximación moderna a la manufactura en la que estos sistemas computacionales ayudan en el control del proceso completo de producción, desde el diseño al usuario, automatizando no solo ciertas fases del diseño y la manufactura, sino que automatizando la transición entre el diseño y la manufactura (Pandey, Tomar, & Sharma, 2016).

Con el avance de estas tecnologías, y la consecuente baja de sus precios, comienzan a ser accesibles ya no solo para la gran industria. A partir de esta masificación se extiende su uso a la fabricación de productos finales y funcionales, pasando de ser un medio de representación a un método de producción (Narotzky, 2010).

A partir de la recontextualización de estas tecnologías surgen nuevas propuestas que desafían el paradigma de la producción en masa. Fabricación personal y Manufactura Digital Directa (DDM) son dos aproximaciones a esta nueva manera de producción material, cada una con distintas particularidades.

1.1.1 Sistemas CAD

El Diseño Asistido por Computadoras (CAD por sus siglas en ingles), es una técnica en la que personas y computadoras trabajan en equipo para resolver problemas, y donde cada parte aporta sus mejores características (Pandey et al., 2016).

Para esto se ha desarrollado *software* que facilita las tareas de construcción de la lógica de diseño, manejo de información, modificación y análisis.

En estos procesos la computadora cumple cuatro funciones principales: sirve de extensión de la memoria del diseñador, expande la capacidad analítica y lógica del diseñador, evita tareas repetitivas al diseñador y lo ayuda a organizar la información de una manera en la que el diseñador pueda recuperarla de una forma efectiva y eficiente (Pandey et al., 2016).



Ilustración 2: Usos de la computadora en el proceso de Diseño. Elaboración propia en base a Pandey et al. 2016

Las tareas que debe realizar el diseñador en estos procesos son: controlar el proceso de diseño en términos de generación y flujo de información, aplicar la

creatividad, intuición y experiencia, y aplicar lo aprendido en procesos de diseño previos.

Otra ventaja del uso de estas herramientas es que la información se almacena digitalmente en vez de en papel, es por eso que se hace mucho más fácil la transferencia de esta información entre distintos actores que participan del proceso de diseño.

La aplicación de estos programas se extiende a diversas áreas y etapas del proceso de diseño, a continuación se dan algunos ejemplos:

En la industria automotriz se utilizan modelos computacionales para evaluar las características estructurales de diferentes opciones de diseño. Los ingenieros pueden ensamblar virtualmente estos modelos y realizar simulaciones de pruebas de carretera.

También en el área del transporte, el departamento de caminos de Ohio desarrolló un sistema computacional para determinar de manera rápida el impacto social y económico que tendría la implementación de las propuestas de construcción de carreteras. Este sistema permite considerar factores como la cantidad de tierra que se removerá, el número de personas que será forzada a reubicarse y el costo de otras rutas alternativas. El programa genera modelos en tres dimensiones a partir de fotos aéreas en los que se trazan las diversas propuestas de ruta.

En la industria aeronáutica los ingenieros y diseñadores generan modelos de los fuselajes de las aeronaves y realizan análisis computacionales de sus características físicas. Además pueden variar la posición, ángulo y largo de las alas y generar reportes de cómo sería su comportamiento frente a diferentes condiciones externas.

En el diseño de circuitos electrónicos los ingenieros determinan las características que su circuito deben tener y el *software* genera, analiza y evalúa propuestas de diseño que cumplen con estos requerimientos.

Uno de los criterios a tener en cuenta es el precio de estos sistemas. Al igual que en otros tipos de softwares, podemos encontrar sistemas comerciales o cerrados y no comerciales, *Freeware* u *Open Source*. En el primer grupo encontramos que son tres las compañías que dominan el mercado: Autodesk, Dassault Systems y

Siemens (Junk & Kuen, 2016). Estas tres compañías tienen una gran oferta de programas enfocados a distintas áreas del diseño, como el automotriz o el aeronáutico. Muchos de estos sistemas requieren un alto grado de entrenamiento y muchos años de experiencia y capacitación.

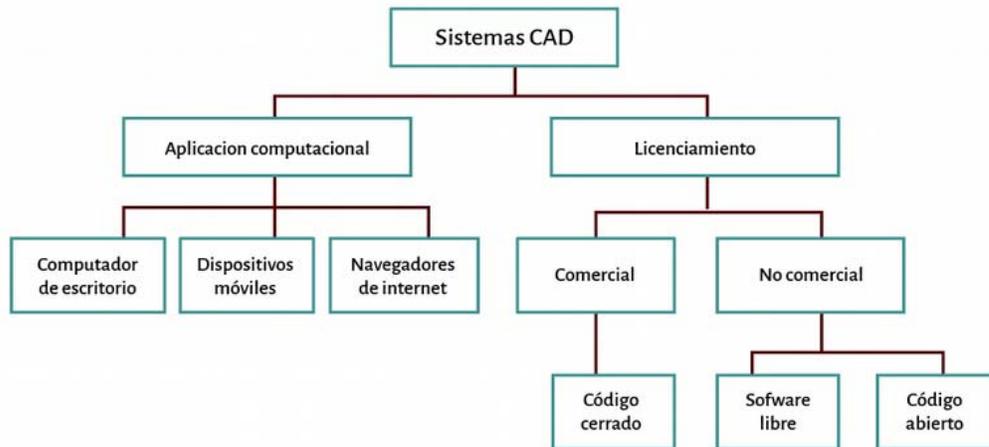


Ilustración 3: Clasificación de sistemas CAD según aplicación computacional y licencia

Por otra parte, en los últimos años han aparecido una gran cantidad de sistemas bajo licencias *freeware* y *Open Source*. Estos programas, aunque a veces tienen capacidades más limitadas que los sistemas comerciales, cumplen con los requerimientos de pequeñas empresas o personas no profesionales en el área de diseño, que comienzan a desarrollar proyectos que incorporan la manufactura digital en sus procesos.

De cualquier forma, hasta el más básico de los sistemas CAD disponibles en la actualidad, entrega herramientas que habrían sido impensadas para un diseñador de no hace mucho tiempo atrás. Es por eso que a la hora de elegir un *software* deben considerar no sólo las ventajas técnicas, sino que otro tipo de valores. En capítulos posteriores se analizan las implicaciones de utilizar *software* propietario versus *software* libre.

Los *software* CAD están presentes en diversas etapas del diseño en muchas áreas, desde el estudio de estructuras moleculares en química y la investigación médica, hasta el diseño de antenas y satélites, pasando por la animación digital y

la arquitectura y es un prerrequisito en los procesos de manufactura digital, es por esto que su accesibilidad es un factor determinante al analizar las posibilidades de expansión en el uso de estas herramientas.

1.1.2 Sistemas CAM

Sistemas de manufactura aditiva

El termino manufactura aditiva (AM) abarca una serie de tecnologías de producción que fabrican productos “capa por capa”, permitiendo “imprimir” objetos en tres dimensiones (Ford & Despeisse, 2016). A este grupo pertenecen las llamadas impresoras 3D, las que han dado mayor visibilidad a estas tecnologías.

El comité técnico ASTM F42, que es responsable de supervisar el desarrollo de los estándares de manufactura aditiva, define estas tecnologías como: “Un proceso de unión de materiales para hacer objetos a partir de modelos 3D, usualmente capa por capa, en oposición a las metodologías de manufactura sustractiva” (Ford & Despeisse, 2016).

Vayre (Vayre, Vignat, & Villeneuve, 2012) plantea que a diferencia de las tecnologías sustractivas que funcionan a partir de rotación (tornos) o desbastado (CNC, Laser), con las que la manufactura de partes planas o cilíndricas se hace más fácil, en la manufactura aditiva es posible generar prácticamente cualquier geometría utilizando el principio de manufactura adecuado. Por otra parte como una restricción de la manufactura aditiva se puede mencionar que dependiendo del principio utilizado y de la geometría a implementar, se necesitará generar estructuras que soporten la pieza mientras se imprime o en otros casos agregar volúmenes que disipen el calor para evitar deformaciones en la pieza que se está fabricando.

A partir del material utilizado en el proceso de fabricación, las tecnologías de Manufactura aditiva pueden ser clasificadas en tres grupos: basadas en polvo, líquido y sólidos (Chen et al., 2015).

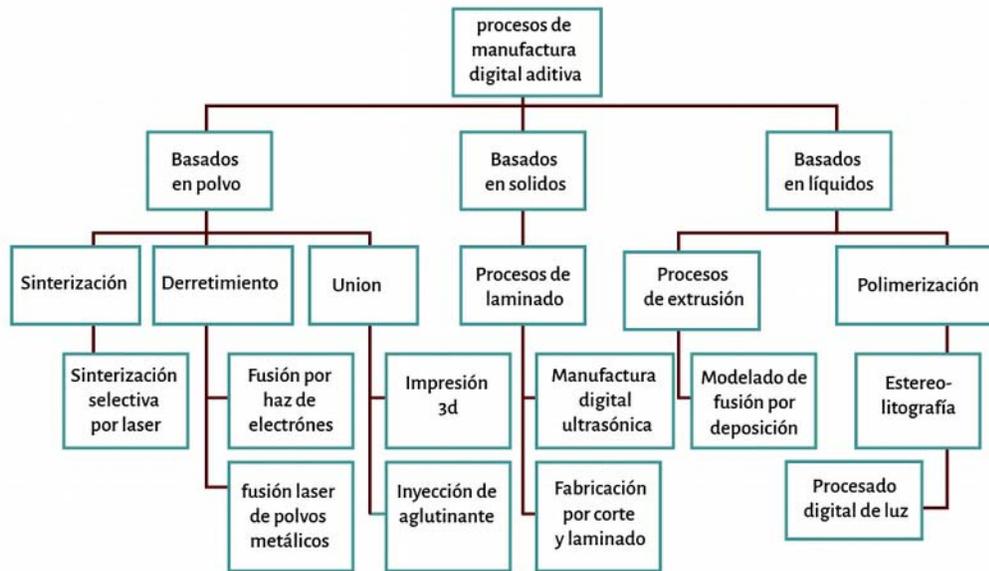


Ilustración 4: Clasificación de procesos de manufactura aditiva.

Algunas de las tecnologías más utilizadas son:

- Modelado por deposición fundida (FDM)
- Stereolitografía (SLA)
- Sinterización selectiva por laser (SLS)

Aunque hay una variedad de otros métodos en desarrollo.

Las principales diferencias entre estas tecnologías es la configuración del material que utilizan como materia prima y el método que utilizan para darle forma. La tabla 1 resume estas características:

Tecnología	Material	Método
FDM	Filamento de termomaterial	Extrusión por capas.
SLA	Fotopolímero líquido	Alteración fotoquímica directa por escaneo de laser ultravioleta
SLS	Polvo	Sinterizado selectivo por laser de alta potencia, similar al proceso de sedimentado de rocas

Tabla 1: Características tecnologías de manufactura digital aditiva, elaboración propia

De estas tecnologías es la de Modelado por deposición fundida la que ha ganado mayor popularidad, más adelante se explica en detalle su funcionamiento.

En términos de materiales, una variedad de polímeros, metales, cerámicos y compuestos pueden ser usados en procesos de AM. El uso de estos materiales depende del tipo de AM utilizada.

Como ya se dijo anteriormente, la primera aplicación industrial de la manufactura aditiva fue en el área de prototipado rápido. Esta aplicación sigue siendo usada hasta hoy, pero con el desarrollo de estas tecnologías su uso se amplió a la fabricación de productos finales. En industrias, como la aeronáutica por ejemplo, en la que se requiere la fabricación de una pequeña cantidad de piezas muy complejas, el uso de AM aparece como una alternativa ideal.

En la industria médica, donde en la fabricación de prótesis, órtesis y aparatos como audífonos, se requiere un alto grado de personalización, estas tecnologías han despertado gran interés. Pero aunque han ganado mucha atención ciertos proyectos realizados en esta área, en la práctica, las prótesis y órtesis fabricadas digitalmente aún no constituyen una alternativa a las producidas por métodos tradicionales y el uso de estas tecnologías se limita a etapas muy específicas de algunos procesos de diseño.

A pesar de que estas tecnologías existen hace más de treinta años, su alto costo no hacía posible su utilización fuera del ámbito industrial. Esto cambió drásticamente con la aparición de impresoras 3D a bajo costo y de fácil uso. Lo que hizo posible la comercialización en mayor escala de estos dispositivos , además de los avances tecnológicos, fue la expiración de la primera patente que protegía esta tecnología. En el año 2011 aparece el proyecto RepRap para el desarrollo de impresoras 3D Open Source, el que fue seguido por otras iniciativas semejantes (Chen et al., 2015), bajo la promesa de permitir a consumidores individuales diseñar y producir productos personalizados.

La mayoría de estas impresoras 3D se basan en el modelado por deposición fundida, tecnología originalmente desarrollada por la firma estadounidense Stratasys. A partir del desarrollo de estos productos, que además de bajo costo reducen el tamaño de los dispositivos, aparece lo que se denomina manufactura de escritorio o manufactura personal. En la siguiente sección se revisarán algunas consideraciones de uso de estos sistemas en la fabricación de productos finales y a pequeña escala.

1.1.3 Materiales y procesos de Manufactura digital

Aunque por definición los sistemas CAM son tecnologías que son capaces de convertir un archivo digital en objetos físicos, no toda la información requerida para este proceso está incluida en el archivo generado por el programa CAD. Es por eso que para llevar a cabo estos procesos de manera satisfactoria se requiere, además del acceso a los archivos y a las máquinas, un entendimiento de estos factores externos.

A continuación, y siguiendo la clasificación realizada por Mellis (D. a. Mellis, 2011), se revisarán los aspectos prácticos del trabajo con algunos de los sistemas CAM que se han hecho más populares en el último tiempo, para luego compararlos y definir algunos criterios y consideraciones de uso.

Impresoras 3D:

Estos dispositivos crean objetos físicos a partir de información digital añadiendo material capa por capa en los puntos especificados en el archivo, permitiendo generar casi cualquier tipo de geometría, como se muestra en la ilustración 5. El término abarca una gran cantidad de máquinas desde impresoras caseras de unos cientos de dólares a costosos sistemas industriales que pueden fabricar piezas de metal u otros materiales.

Con el rápido avance de estas tecnologías, la cantidad de materiales disponibles está en constante aumento, pudiéndolos encontrar con distintas características físicas como resistencia, propiedades ópticas y posibilidades de acabado.

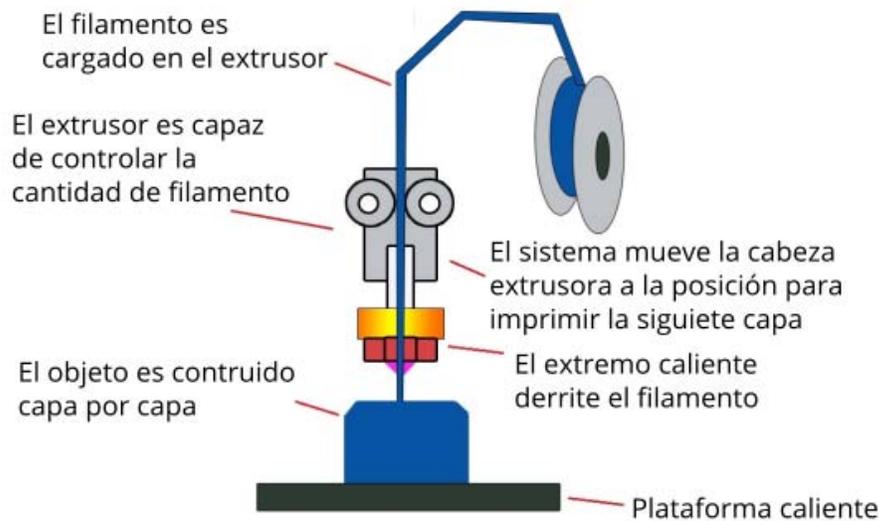


Ilustración 5: Funcionamiento impresora 3D

Para usar estos sistemas se requiere de archivos de modelos en 3D, en los que se especifica la geometría del objeto que se va a manufacturar. A partir de este archivo se genera la trayectoria que seguirá el cabezal que irá depositando el material.

Es importante mencionar que hay información que se hace más difícil de incluir en el archivo digital que es de suma importancia considerar, como los materiales y la tolerancia. Además muchos de estos procesos requerirán una etapa de post-producción manual, en la que se removerán soportes, se dará el acabado o en algunos casos el curado de la pieza. Todos estos factores pueden crear diferencias entre una impresión y otra hechas desde el mismo archivo e incluso en la misma máquina. Es por eso que a medida que aumenta la complejidad de los productos fabricados, se necesitará de un operador más capacitado. Además para poder modificar y crear variaciones de los productos, que finalmente es lo que le da el mayor potencial a estas tecnologías, se requerirá de habilidades en algún software de modelado en 3D. En este sentido también el avance en este tipo de Software está permitiendo que más personas puedan beneficiarse de estas tecnologías, ya que cada vez aparecen programas más simples y que cubren una gama más amplia de necesidades, enfocándose en tareas específicas de diseño.

Por todas estas razones es importante pensar en la impresión 3D no como una manera automática de crear cosas a partir de información, sino que como un

proceso con propiedades materiales y alcances específicos (D. a. Mellis, 2011). En la figura 6 se detallan algunos de los materiales mas usados y sus principales aplicaciones.

La impresión 3D es el proceso que más podría acercarse a los resultados que se pueden obtener con procesos industriales de fabricación en masa (por ejemplo la inyección de plástico), lo que la hace ideal para el prototipado de piezas que luego serán producidas con estas técnicas.

Ahora, si pensamos en los dispositivos de impresión 3D que actualmente están al alcance de los usuarios, aunque sus capacidades van en aumento, no pueden alcanzar el nivel de acabado de los procesos industriales, y para poder acercarse se requerirá de un alto nivel de habilidades y experiencia.

PLASTICOS PRIMARIOS DE IMPRESIÓN 3D

<p>PLA confiable grandes impresiones variedad de colores, acabado brillante tiempos de impresion menores Débil a altas temperaturas</p> <p>Recomendado : prototipos y modelos</p>	<p>ABS Resistente a impactos Acabado mate Resistente a UV facilidad de post-procesos No recomendado para partes de gran tamaño</p> <p>Recomendado para: partes de uso final, resistente a condiciones ambientales</p>	<p>Polymax PLA Extremadamente fuerte confiable impresiones grandes En algunas ocasiones necesita lijado Más caro</p> <p>Recomendado: partes funcionales que no se usarán a altas temperaturas</p>
--	---	--

PLASTICOS SECUNDARIOS DE IMPRESIÓN 3D

<p>Wood Textura de madera Fácil de lijar Solo para partes pequeñas o medianas Más caro</p> <p>Recomendado: estructuras de madera para modelos en arquitecturas</p>	<p>T-Glase/Nylon Extremadamente fuerte Transparente Solo partes pequeñas o medianas Más caro</p> <p>Recomendado: Partes resistentes</p>	<p>Flexible Alta flexibilidad Similar al caucho Solo partes pequeñas o medianas Más caro</p> <p>Recomendado: partes flexibles</p>
--	---	---

Ilustración 6: Materiales Impresión 3D

Herramientas de corte y desbastado:

Aunque menos populares que las impresoras 3D, una serie de sistemas de manufactura digital sustractivas han comenzado a masificarse en los últimos años. Cortadoras laser son capaces de dar forma a placas de diferentes plásticos, maderas, papel, cartón u otros materiales planos. Utilizando un cuchillo, las cortadoras de vinil pueden hacer lo mismo en láminas finas de materiales como papel o adhesivos. Un poco más costosas pero también en proceso de expansión, las cortadoras por chorro de agua permiten cortar metales y materiales más duros que el laser.

Aunque estas herramientas no permiten tantas posibilidades en la construcción de geometrías como la manufactura aditiva, por medio de ensambles y trabajo en capas es posible la fabricación de objetos 3D, a esto se le denomina 2.5 D. Una ventaja de estos métodos frente a los aditivos es que se pueden lograr resultados en mucho menor tiempo y trabajar en una variedad mayor de materiales.

Como desventaja se podría mencionar que al trabajar “quitando” material, producen mayor cantidad de desperdicio, pero con una buena planificación, esto puede optimizarse.

1.1.4 Perspectivas de la Manufactura Digital como modo de producción

Aunque esta breve descripción sobre las características y el estado del arte de la fabricación digital es necesaria para entender sus posibles implicaciones, se debe tener presente que los rápidos avances tecnológicos están ampliando sus posibilidades constantemente, y es difícil actualmente decir qué será o qué no será posible hacer en un futuro cercano. En este sentido Neil Gershenfeld (2012), fundador de la red FabLab, apunta que si se hace un paralelo entre la historia de la computación personal y la de la fabricación digital, esta última se encuentra en un momento comparable a la aparición de los primeros computadores para *hobistas*, o sea alrededor del año 1975 (Gershenfeld, 2012). **Entonces, lo realmente importante, o revolucionario no son las impresoras 3D o las máquinas CNC, sino que la capacidad de convertir datos en cosas, y ésta aún tiene mucho por avanzar.**

Una visión de cómo estas tecnologías pueden modificar la economía es que su verdadera masificación, es decir una vez que los costos de los equipos e insumos hayan disminuido lo suficiente, la posibilidad de cada persona de fabricar sus propios objetos pone en crisis uno de los principales sustentos en los que se basa el sistema económico actual: la escasez (Greenfield, 2017). Aunque esta visión es bastante tecnocéntrica, ya que supone que tan solo el desarrollo tecnológico determina las formas en las que se mueve la sociedad, sí es acertada en plantear la profundidad de los cambios que un nuevo paradigma de fabricación puede propiciar.

Hay incluso visiones aún más optimistas como la de Aaron Bastani, que bajo el concepto de *Fully Automated Communism* (libcom.org, 2015), apuesta por el potencial de estas tecnologías para satisfacer los deseos de la sociedad con el mínimo de trabajo humano.

Este planteamiento, aunque interesante en su visión utópica de lo que el desarrollo tecnológico puede hacer, no se hace cargo de, por ejemplo, la escasez de recursos naturales y otros problemas que acarrearía un aumento de la producción de objetos. Además se mantiene en la idea dominante en la cultura occidental, y a estas alturas bastante cuestionada, de que la cantidad de bienes producidos determina la calidad de vida.

En la actualidad cualquier persona de clase media de una ciudad posee un estándar material que hubiese sido considerado un lujo a lo largo de casi toda la historia de la humanidad. Richar Sennet realizó un catastro de cuántos objetos rodeaban a una persona en la época del renacimiento en Europa en su vida cotidiana, llegando a contar alrededor de 16.000. En la actualidad en un país del norte global este número llega a más de 300.000 (Greenfield, 2017). En otras palabras, en la actualidad en las ciudades del norte global ya se vive en un estado de post-escasez material, y aún se sigue sufriendo la sensación continua de necesidad y carencia. Es por esto que es más interesante plantear cómo estas tecnologías pueden posibilitar cambios más profundos en la organización económica y social más que cómo pueden reemplazar a los sistemas industriales en la resolución de necesidades actuales ligadas a la producción, muchas de estas causadas por estos mismos sistemas.

En su libro *Radical Technologies*, Adam Greenfield (2017) analiza cómo las tecnologías emergentes; fabricación digital, realidad aumentada, *blockchains*, entre otras, están modificando el modo en que la sociedad se organiza. En este trabajo, y en relación a la fabricación digital, Greenfield plantea que si la “naturaleza humana” es algo construido e inseparable de las circunstancias materiales en las que se expresa, entonces cambios radicales en estas circunstancias pueden llevar a expresiones totalmente nuevas en lo que significa ser humano (Greenfield, 2017). Pero para esto se deben explicitar muchas ideas que se dan por asumidas en torno al potencial democratizador que se asocia a la fabricación digital como modo de producción. Lo primero es su capacidad de distribución de la producción.

La implementación de la fabricación digital significa que las capacidades productivas se mueven hacia los lugares donde los bienes son necesitados, esto reduce los costos monetarios y de energía en la logística e incluso podría cuestionar el paradigma de las economías centrales y periféricas que actualmente predomina globalmente. El acceso a estas máquinas ha aumentado, en las ciudades del primer mundo cualquiera realmente motivado por el uso de estas tecnologías puede acceder a un espacio con estas capacidades, y en los países en desarrollo cada vez más lugares de este tipo ofrecen su maquinaria al público. Pero independiente de las buenas intenciones que los promotores puedan tener, son muchos más los factores que impiden que quienes más podrían sacarle

provecho a estas tecnologías no accedan a ellas. Es por esto que si se piensa en su masificación y en una verdadera ampliación en el acceso, no solo es necesario que estos espacios sean formalmente abiertos, sino que deben ser activamente inclusivos y buscar formas de acercar a públicos más diversos.

Otra ventaja que se le atribuye a estos sistemas de producción es su capacidad de producción *on-demand*, es decir la fabricación de objetos sólo cuando éstos sean necesarios y respondiendo a necesidades específicas, además, con tan solo los procesos de iteración necesarios sin la necesidad de reconfigurar todo el sistema de producción o *re-tooling* que requieren los procesos industriales. Esto llevaría a una baja en el costo de los productos, que en teoría con el avance de estas tecnologías llevaría a un costo de producción tendiente a cero (Greenfield, 2017) . Este factor aparece como un requisito para que estos sistemas se consoliden como una alternativa a los medios industriales. Aquí vemos otro aspecto problemático a resolver si se quieren impulsar estos modos productivos, ya que mientras el acceso a los instrumentos necesarios para la fabricación digital si se van masificando, en el costo de los insumos para estos, hay una gran brecha entre países desarrollados y en vías de desarrollo, siendo en estos último más caro adquirir los filamentos y otros materiales necesarios para la fabricación. Además esta aparente ventaja podría repercutir de manera negativa en el deterioro medioambiental en el que nos encontramos. Es por esto que en la implementación de sistemas de manufactura digital deben considerarse procesos circulares, en que los desperdicios producidos en los procesos de producción sean aprovechados. En este sentido también es un tema a considerar el alto consumo energético que estos equipos suponen, por lo que de la mano con el desarrollo de sistemas más poderosos debe considerarse la eficiencia energética y el desarrollo de sistemas más limpios de generación y distribución energéticos.

Dicho esto queda preguntarse cómo se están insertando estos nuevos sistemas de producción actualmente en la economía.

A pesar de las alentadoras posibilidades futuras que se plantean, en la práctica aún sigue siendo abismal la diferencia entre el precio de un producto manufacturado industrialmente versus el de uno elaborado mediante procesos de manufactura digital. Es por esto que si se observa en qué ámbitos estos últimos están ganando mayor interés son precisamente aquellos espacios que no

representan mayor atractivo para la industria por ser mercados muy limitados o con demasiadas restricciones. Estos podrían dividirse principalmente en dos.

Por un lado están aquellos mercados demasiados específicos, en donde se requieren productos únicos y que se ajusten de manera muy precisa a las características particulares de los usuarios. Un ejemplo de estos, y probablemente el ámbito en el que un mayor impacto mediático estas tecnologías están teniendo, es en la fabricación de prótesis y otros insumos médicos a medida. Durante los últimos años han tenido mucha difusión proyectos alrededor del mundo, y especialmente en países de las llamadas economías periféricas, en los que se desarrollan prótesis y otras ayudas para personas con discapacidad a precios muy por debajo de los de mercado. Aunque los resultados actuales de estos proyectos pueden ser cuestionables para especialistas, sus posibilidades abren un prometedor campo de desarrollo y experimentación. Además, aunque son discutibles sus capacidades actuales en la elaboración de productos de uso final en esta área, si es una realidad su uso en ciertos procesos de diseño y fabricación en la elaboración de endoprótesis, guías de cirugía, andamios para el cultivo de tejidos y modelos anatómicos altamente personalizados.

Por otra parte, otro mercado que la industria no puede satisfacer y ha llevado a

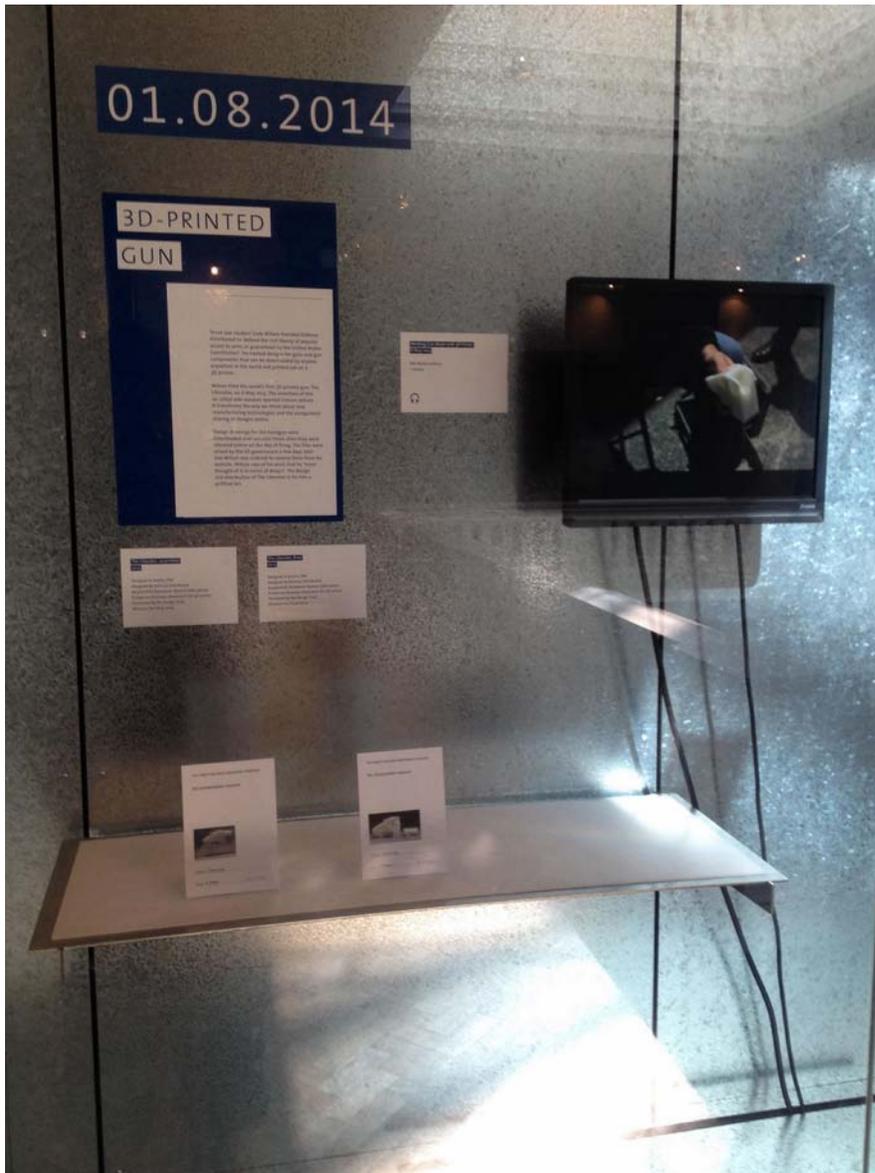


Ilustración 7: Proyecto Liberator expuesto en el Museo Victoria and Albert en Londres

personas a interesarse en la manufactura digital como una alternativa, es la fabricación de artículos que por las regulaciones no están al alcance de los usuarios, o en pocas palabras artículos prohibidos. Si la fabricación de prótesis atrajo mayor atención hacia las impresoras 3D, otro hito en la difusión masiva de estas tecnologías fue la aparición del proyecto *Liberator* (Hagan & Hagan, 1996), el

cual consistía en la divulgación de las instrucciones y planos para la fabricación de un arma de fuego de un solo tiro casi totalmente imprimible e indetectable. Este es tan sólo un ejemplo de los dilemas éticos que surgen al ampliar el acceso a los medios de producción.

Para otro tipo de productos, por ejemplo una silla de plástico, un teléfono celular o un cepillo de dientes, es poco probable que se alcancen los precios que los sistemas de producción industrial posibilitan. Es por esto que si quiere impulsar estos nuevos sistemas de producción se deben impulsar nuevos sistemas de valoración que vayan más allá de los económicos.

Por otra parte si se piensa en la influencia que pueden tener los países de las economías periféricas en este proceso de transición, además del trabajo de investigación y desarrollo en torno a estos temas, se hacen fundamentales los esfuerzos en la protección de los recursos naturales locales y el respeto y mejora en las condiciones laborales de los trabajadores industriales. Sólo si las legislaciones locales se endurecen en temas medioambientales y de extracción de recursos y se respetan los derechos de los trabajadores, alcanzando estándares que son normales en países del norte global, el precio de los productos manufacturados de manera industrial reflejará el verdadero costo que tienen. Esta es la única manera en la que formas de producción más éticas, justas y limpias podrán ser competitivas con sistemas que externalizan muchos de sus costos, los cuales terminan asumiendo los habitantes de los territorios en los que se producen y de donde vienen sus materias primas y no sus productores y consumidores.

En la actualidad los sistemas de fabricación digital no son una alternativa en términos económicos, pero la elección de estos y su promoción debe estar ligada a consideraciones ideológicas relacionadas a sus capacidades de distribución y democratización de la producción. Es por esto que se deben realizar esfuerzos en encontrar formas de comunicar estas ventajas y diseñar sistemas productivos que las aprovechen en la construcción de modos de producción que respondan a los requerimientos y problemáticas de la sociedad actual. Este no es tan solo un problema técnico, por lo que las visiones más integrales y abiertas del diseño que han surgido en las últimas décadas pueden jugar un papel fundamental. El desafío es desarrollar estos sistemas en formas y configuraciones que puedan resistir la

captación por las lógicas existentes de acumulación y explotación y que lleven a procesos basados en valores como la equidad, justicia y solidaridad.

La propiedad y distribución de los medios de producción durante toda la historia ha estado íntimamente relacionado a la forma y el control del poder en la sociedad, por lo que plantear la distribución de éstos es proponer formas más democráticas y colectivas de decidir la capacidad productiva de la humanidad.

Si se habla de una revolución de las formas de producción, esta no solo debe ser de los instrumentos de fabricación, sino que de las lógicas de gestión de la producción en su conjunto, utilizando las posibilidades tecnológicas para dotar a las comunidades de mayor participación en la gestión de sus propias necesidades.

1.2 Apertura en los procesos de diseño

1.2.1 DIY (*Do it Yourself*– *Hazlo tú mismo*)

Para entender las implicaciones que tiene pensar en modelos de producción en el que los mismos usuarios son quienes resuelven sus necesidades por medio de la fabricación digital, es importante revisar cómo estas ideas han estado presentes en otros contextos y momentos históricos para entender las motivaciones y valores que se desprenden de ellas.

El término DIY (*do it yourself*, o hazlo tú mismo), refiere a las prácticas en las que el usuario resuelve sus propias necesidades sin la participación de un profesional o un experto, construyendo, modificando o reparando cosas. Esta definición es bastante ambigua y amplia, y de hecho si se realiza una búsqueda rápida en internet de este término, se pueden encontrar desde sitios para jardinería y bordado hasta referencias al movimiento punk y otras expresiones culturales.

En su libro *La Tercera Ola*, Alvin Toffler (1980) describe tres olas de las sociedades: agricultora, industrial e informacional. A partir de estas se pueden encontrar tres olas del DIY: de subsistencia, industrial y el nuevo DIY (Fox, 2014)

En la primera, la de la subsistencia, las personas cultivaban su comida, y por medio de la autoconstrucción hacían sus casas. En la segunda, la industrial, por medio de kits prefabricados, podían construir distintos objetos, como modelos a escala o adornos. Por otra parte *La Tercera Ola*, gracias a las capacidades de comunicación de internet, y las posibilidades del diseño y manufactura guiados digitalmente, permitió a gente común y corriente diseñar, fabricar, inventar e incluso vender objetos ideados por ellos mismos.

Estas prácticas han ganado mayor popularidad en momentos históricos particulares y debido a diferentes motivaciones.

Motivaciones

De una manera general las motivaciones para participar de prácticas DIY pueden dividirse en cuatro: DIY pro-activo, reactivo, esencial y de estilo de vida (Atkinson, 2006) las que pueden resumirse en la tabla 2:

Categoría	Características de las actividades
DIY pro-activo	Alto grado de creatividad personal.
DIY reactivo	Actividades simples y guiadas, como los kits para armar.
DIY esencial	Guiadas por motivos económicos u otras necesidades prácticas.
DIY de estilo de vida	Actividades realizadas como emulación o consumo conspicuo.

Tabla 2: Motivaciones prácticas DIY (Atkinson, 2006)

Una manera aún más simplificada de categorizar las motivaciones para las prácticas DIY es situarlas en un plano en el cual en un eje se encuentran por un lado las motivaciones económicas o prácticas (beneficios económicos, no disponibilidad de un producto, necesidades específicas, mayores requerimientos de calidad) y en el otro las de expresión personal y búsqueda de identidad (artesanía, empoderamiento, búsqueda de comunidad, exclusividad). En el otro eje se podría distribuir el grado de creatividad y esfuerzo invertido en las tareas (D. A. Mellis, 2015b).

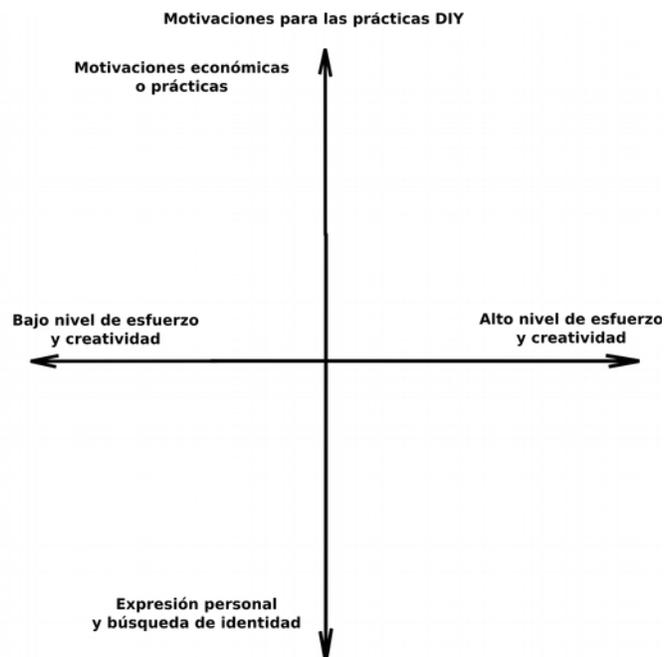


Ilustración 8: Motivaciones Prácticas DIY Elaboración propia en base a Mellis, 2015

En algunos contextos históricos estas prácticas han sido fomentadas desde los estados. Un ejemplo de esto es el *Utility Scheme* implementado en Inglaterra durante la Segunda Guerra Mundial. Este plan buscaba responder a la escasez de recursos provocados por la guerra, por un lado, y por el otro concentrar la producción en productos para el ejército (Helvert et al., 2016).

Este plan, entre una serie de recomendaciones y obligaciones de eficiencia y ahorro para las industrias, instaba a los ciudadanos a reducir el consumo y satisfacer sus necesidades con los pocos materiales disponibles. La reparación y modificación de productos por parte de los mismos usuarios era una de las estrategias propuestas.

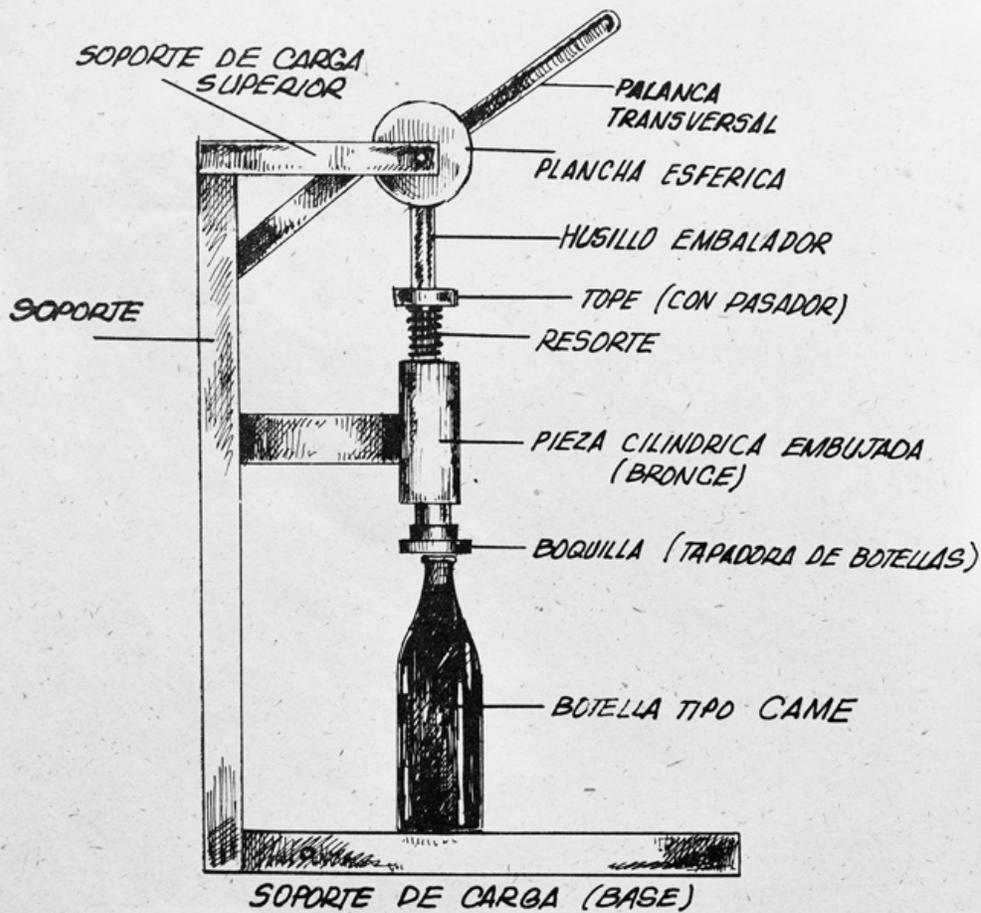
Otro ejemplo se puede observar en Cuba durante el llamado periodo especial en tiempos de Paz. Debido al colapso de la Unión Soviética y al embargo económico por parte de Estados Unidos, durante la década de los noventa la economía cubana sufrió una profunda depresión. El desabastecimiento de combustibles fósiles y otras materias primas obligó a una serie de transformaciones en la agricultura, la industria y la salud. Como respuesta a esta situación, muchos ciudadanos se vieron en la obligación de, a partir de su ingenio y de los pocos recursos disponibles, generar tecnologías locales para resolver sus necesidades. A partir de la recopilación de estas experiencias, y buscando fomentarlas, el gobierno cubano editó el libro "Con Nuestros Propios Esfuerzos" (Olivo, s/f). En él, se compilan los planos e instrucciones para algunas de estas soluciones. En sus casi trescientas páginas se pueden encontrar las instrucciones para hacer desde el mantenimiento a una bicicleta o fabricar cuerdas de guitarra, hasta reparar un rifle y hacer un bistec a partir de una toronja. En el libro también se incluían técnicas de cultivo y de cuidados de la salud.

TAPADORA DE BOTELLAS

Partir de una base a la cual se suelda un tubo vertical. Luego soldar una planchuela a 90° del tubo vertical, que a su vez lleva soldada una pieza cilíndrica de bronce embujada, por la cual pasa el eje donde va la cuchilla (tapadora). En la parte superior del tubo vertical se suelda una pequeña asa a 90° para fijar la palanca que presiona una chapa esférica al eje de la boquilla, y ésta retrocede por la acción de un resorte.

Esta pequeña base lleva soldadas dos pies de apoyo al tubo vertical. La boquilla es independiente del eje y esto permite la fabricación de distintas boquillas para el tapado de diferentes pomos y botellas.

Guane, Pinar del Río.



90

Ilustración 9: Tapadora de Botellas, Con nuestros propios Esfuerzos

**EQUIPO PARA SOLDAR
MÁQUINA DE FRÍO.**

Este equipo se confecciona usando para ello, poleas de distintos tamaños, motores recuperados (enrollados), vigas, microcircuitos, magnético, turbo de aire acondicionado, careta de soldar.

Forma de emplearlo: se monta el motocompresor en dos puntos centro, en un interruptor que tiene, se echa a andar el turbo de aire acondicionado, suelta un chorro de aire a presión que llega hasta la máquina a través de una tubería, el microcircuit va puesto en el piso (se echa a andar con el pie a la hora de soldar la máquina). Uno de los motores eléctricos mueve varias poleas hasta llegar a la más grande, con la velocidad requerida para comenzar a derretir la varilla, hasta llegar a soldar la máquina de

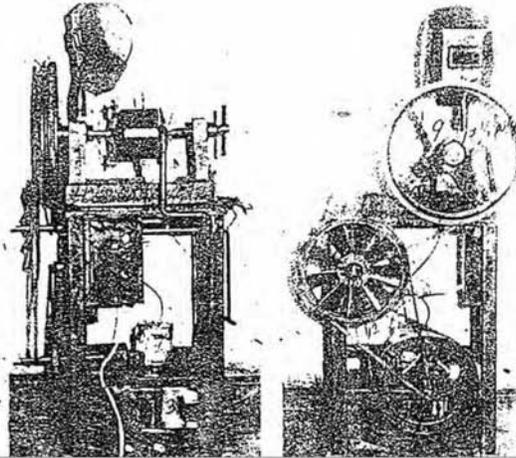


Ilustración 10: Equipo para soldar, Con Nuestros Propios Esfuerzos

Otro momento en el que las prácticas DIY ganaron muchos adherentes fue durante los años posteriores a la segunda guerra mundial, en los que hubo una explosión en la popularidad de kits de todo tipo, con ventas que fueron desde los 44 millones de dólares en 1945 a los 300 en 1953 (Gelber, 1997).

Los materiales más populares eran piel, plástico, madera y los productos que se podían armar incluían ropa, adornos y modelos a escala de medios de transporte entre otros. De entre estas diferentes opciones, un área se hace particularmente interesante para esta investigación: los kits para la construcción de dispositivos electrónicos.

Aunque ya desde los años veinte se vendían kits para construir, por ejemplo transmisores de radio (conocidos como "ham" radio, o radios amateur), estos kits se reducían a una simple colección de componentes, y no incluían demasiada documentación ni información (D. A. Mellis, 2015), incluso algunos sólo traían los componentes más caros o importantes, y el usuario debía conseguir el resto.

Fue después de la segunda guerra mundial cuando la popularidad de estos kits electrónicos despegó. Una de las compañías que acaparó este mercado fue Heath, que con su línea Heathkits tuvo un aumento sostenido en sus ventas desde 7 millones de dólares en 1955 (equivalentes a 60 millones en la actualidad) hasta 66 en 1972 (equivalentes a 375 millones en la actualidad).

Este aumento en las ventas fue acompañado por un incremento en la variedad de los dispositivos que se podían construir a partir de estos kits llegando la misma Heath a comercializar 250 modelos distintos para el año 1955.

Los kits no fueron la única forma en la que los entusiastas de la electrónica podía apoyarse para realizar proyectos. Para la época surgieron varias publicaciones impresas que incluían las instrucciones, planos y en algunos casos materiales, para la realización de proyectos de este tipo. Una de las más difundidas por *Popular Electronics*, que llegó a tener un tiraje de 400.000 unidades (D. A. Mellis, 2015). Uno de sus números más emblemáticos fué el de enero de 1975 que incluía el kit para armar la Altair 8800, una de las primeras computadoras personales para *Hobistas*.

Al igual que hoy la posibilidad para emprender estos proyectos estaba determinada por la disponibilidad tanto de los materiales como de la información y planos necesarios.

Tanto las publicaciones como las empresas que distribuían kits destacaban que no eran necesarios conocimientos previos en electrónica para poder realizar estos proyectos. De hecho el slogan de Heath era “No dejaremos que falles”. Pero a pesar de esta facilidad, y de que se reporta que muchos de los entusiastas no eran ingenieros ni profesionales relacionados a la electrónica, el 95% de los consumidores de estos kits eran hombres con al menos un grado académico de educación. La inclusión de otras poblaciones a la realización de este tipo de proyectos es un desafío que se mantiene hasta el día de hoy en los discursos que abogan por la democratización del conocimiento tecnológico.

Por otra parte, al privilegiarse la facilidad en el ensamblado de estos kits, estos se volvían más cerrados, lo que implicaba que los usuarios tenían menos posibilidades de modificar y adaptarlos, limitando el desarrollo de la creatividad.

La popularidad de estos kits disminuyó al aumentar la complejidad de las tecnologías electrónicas. Con la sofisticación y miniaturización de los sistemas electrónicos se hizo cada vez más difícil proveer kits que pudieran llevar a construir dispositivos electrónicos que fueran competitivos con los aparatos que se venden ya ensamblados. Por otra parte, los sistemas de producción automatizados y a gran escala posibilitaron que los precios de radios, equipos de medición y otros dispositivos que fueron distribuidos en forma de kits, alcanzaran precios

demasiado bajos para ser el económico un factor a considerar a la hora de emprender uno de estos proyectos.

Como tercer factor se puede agregar la migración de los interesados en hobbies orientados a la tecnología hacia el campo de la programación y las computadoras personales.

La fabricación digital ha dado un nuevo impulso a las prácticas DIY, con un creciente número de personas interesadas en desarrollar este tipo de proyectos. Además ha ampliado sus posibilidades, poniendo al servicio de individuos las capacidades para, otra vez, poder realizar dispositivos funcionales y, en ciertos ámbitos, competitivos con los fabricados de manera industrial y a gran escala.

Pero tal como se abren posibilidades, se plantean desafíos. El primero de ellos está relacionado, como se dijo anteriormente, a la inclusión. Aunque el acceso abierto es parte de los discursos que sostienen estas prácticas, en la realidad se puede ver que tal como ocurrió con los kits electrónicos de posguerra, en la actualidad las prácticas DIY asociadas a la manufactura digital siguen estando reducidas a un grupo muy acotado de la población.

Por otra parte el discurso DIY aunque fomenta valores importantes como la autonomía y la curiosidad, entre otros, tiene el riesgo de fomentar un individualismo exacerbado. El afán por tratar de ser capaz de “hacer de todo” puede limitar el potencial de asociatividad y colaboración entre diversos actores sociales. Más interesante que fomentar la idea de que cada persona pueda resolver todas sus necesidades por sí misma, aunque claramente esto es una utopía, es pensar en maneras de organizarse colaborativamente en la que cada persona aporta con sus habilidades e intereses a las necesidades comunitarias.

El impulso y la capacidad de “hacer cosas” es algo que está latente en todos los seres humanos, y potenciarla, además de los beneficios materiales que conlleva, es apuntar en la búsqueda de nuevas formas de satisfacción personal que no estén sustentadas en el consumo de bienes materiales. En el momento en que nos encontramos es urgente buscar estas alternativas, sobre todo en los países en vías de desarrollo. El agotamiento de los recursos naturales hace imposible pensar en un desarrollo que apunte a un estilo de vida como el de los países del primer mundo, por lo que se hace necesario buscar nuevas formas de realización que se

basen en prácticas más sustentables y nuevas escalas de valores, y en esa búsqueda los diseñadores deben jugar un rol protagónico.

Un objeto en el que el usuario fue parte de su proceso tiene más valor que uno que sencillamente se compró (Csikszentmihalyi, 1991) por lo que su vida útil será mayor. Además si el usuario fue parte de su fabricación tendrá más herramientas para su reparación, alargando su ciclo de vida.

Todos estos elementos deben estar presentes en la construcción de una estética de la sustentabilidad, tan necesaria en estos tiempos en los que se asocia lo sustentable tan solo con prohibiciones y limitaciones (Thackara, 2005). El regreso a prácticas DIY puede entregar nuevos valores en la construcción de una sociedad más sustentable, pero al mismo tiempo más posibilitadora para el desarrollo de la creatividad de los individuos.

En este sentido, si se quieren fomentar estas prácticas se deben, al igual que en el caso inglés y cubano mencionados anteriormente, inscribir en un proyecto social integral, respondiendo a objetivos e intereses mayores y no tan sólo por seguir tendencias.

1.2.2 Open Source-Software Libre

*“La creatividad siempre es esta agregación y cambio.
Y una sociedad libre es aquella que garantiza que
sus recursos más importantes permanecen libres,
precisamente en este sentido.”*

— *Richard Stallman*

Las ideas de propiedad intelectual y derecho de autor pueden rastrearse desde el siglo XIV, y surgen como respuesta al cambio que significó en la producción literaria y musical el advenimiento del capitalismo en Europa, principalmente en Alemania, Inglaterra y Francia (Attali, 1994).

En la época feudal, los creadores, escritores y músicos, consagraban su vida a la creación de obras para satisfacer a su protector, quién era el dueño de toda su producción, pero a partir de esta época sus auditorios y por lo tanto clientes, comienzan a expandirse por lo que surge la cuestión en torno a la propiedad de las obras generadas.

Hasta el siglo XIX quiénes ostentaban el monopolio de reproducción de las obras eran los copistas, quienes lograron frenar, por un tiempo, la irrupción de la imprenta obteniendo incluso, mediante un decreto del parlamento francés, la autorización para destruir las prensas. Esta decisión fue anulada cuando Luis XI necesitó la imprenta para difundir el tratado de Arras (Attali, 1994).

A partir de la masificación de la imprenta debieron crearse leyes que regulaban la reproducción de las obras escritas, y estas fueron trasladándose hacia otras formas de producción intelectual apareciendo toda clase de patentes, licencias y derechos de autor.

La propiedad intelectual es uno de los pilares de los sistemas de producción industrial en masa, por lo que comprender cómo han evolucionado, y qué respuestas han tenido es fundamental para imaginar nuevos paradigmas de fabricación.

La leyes de propiedad intelectual que rigen actualmente la actividad productiva, y cultural en general, nacen con la idea de fomentar la generación de ideas y están basadas en la premisa de que el ser humano es intrínsecamente un ser egoísta, y que sólo se ve motivado por recompensas y castigos (Benkler, 2012) por lo que asegurar el control de reproducción de la obra, con el consiguiente beneficio económico para el creador era la forma de estimular la creación, y de esta manera el beneficio del público .

Con la posibilidad de cesión de estos derechos por parte de los autores a las empresas editoriales, esta función original con que se crearon estas leyes se ha ido desdibujando, y a partir del *Lobby* principalmente de las grandes empresas del entretenimiento, los límites y restricciones impuestas a la circulación de las ideas han terminado jugando un papel contrario: limitando la producción y generación de nuevos conocimientos más que alentándolos.

Aunque estas ideas han sido cuestionadas por diversos pensadores a lo largo de todo este tiempo, es con el advenimiento y la masificación en los años ochenta de las tecnologías de la información y en particular, de las computadoras personales, que otras propuestas basadas en la colaboración como motor de la creación e innovación han ido articulándose como una alternativa sólida a los modelos privativos de generación y circulación del conocimiento.

A finales de los años sesenta y comienzos de los setentas, en lo que podemos identificar como los orígenes de la computación como la conocemos hasta ahora, era una práctica cotidiana entre programadores el compartir el código.

La mayoría de las computadoras existentes eran utilizados dentro de empresas y laboratorios y eran manipulados por programadores u otros especialistas. A partir del crecimiento del mercado, algunas empresas comenzaron a adoptar políticas restrictivas al software que los programadores que trabajaban en ellas desarrollaban:

“Cuando entré a trabajar en el Laboratorio de Inteligencia Artificial (AI Lab) del MIT en 1971, pasé a formar parte de una comunidad que compartía software y llevaba haciéndolo durante años. El acto de compartir software no se circunscribe a nuestra comunidad en particular: es tan antiguo como los propios ordenadores, lo

mismo que compartir recetas es tan viejo como la cocina. Simplemente, nosotros lo hacíamos en mayor medida.”
(Stallman, 2004)

Es Richard Stallman quién lideró un movimiento que bajo la denominación de *Free Software*, abogaba por la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar los programas computacionales.

Los principios básicos que debe cumplir un software para pertenecer a esta categoría son los siguientes:

Libertad 0: la libertad para ejecutar el programa sea cual sea nuestro propósito.

Libertad 1: la libertad para estudiar el funcionamiento del programa y adaptarlo a tus necesidades —el acceso al código fuente es condición indispensable para esto.

Libertad 2: la libertad para redistribuir copias y ayudar así a tu vecino.

Libertad 3: la libertad para mejorar el programa y luego publicarlo para el bien de toda la comunidad —el acceso al código fuente es condición indispensable para esto. (Stallman, 2004)

Para Stallman el software propietario afecta de manera negativa a la sociedad limitando la posibilidad de compartir entre las personas, por lo que plantear la libertad como una premisa en el desarrollo de software se convierte en un acto político que busca generar relaciones más colaborativas.

Uno de los argumentos que plantea es que el derecho de autor se ha naturalizado, siendo que fue concebido e implementado por la sociedad en su conjunto en un momento específico de la historia para fomentar la creación, y por lo tanto el beneficio público, y no para el beneficio particular de los creadores, por lo que la misma sociedad puede prescindir de ellos si así lo determina:

“Todos los derechos de propiedad intelectual son únicamente licencias que otorga la sociedad porque se pensaba, correcta o equivocadamente, que la sociedad en conjunto se beneficiaría al ser otorgados. Pero en cualquier situación particular, necesitamos preguntarnos: ¿nos beneficia haber otorgado tal licencia? ¿Qué tipo de acto estamos permitiendo que haga una persona?” (Stallman, 2004).

El objetivo de estas regulaciones, como ya se dijo, era el beneficio del público y los beneficios para los creadores y editores era tan solo un medio para alcanzarlo.

En la actualidad no es difícil ver cómo estas limitaciones impuestas por la propiedad intelectual son un impedimento para el aprovechamiento de las capacidades técnicas para la difusión del conocimiento.

Por ejemplo, con las tecnologías actuales es totalmente posible que cualquier niño en cualquier escuela del mundo tuviera acceso a todos los libros o música alguna vez editado, pero esto por las leyes del derecho de autor no es posible. Quien defienda los mecanismos de control que impone el derecho de autor debiera en sus argumentos hacerse cargo de estas consecuencias.

Para difundir estas ideas y fomentar el desarrollo de software bajo estos principios se crea la *Free Software Foundation* en 1985 .

Desde la fundación también se han generado una serie de licencias que buscan asegurar que el *software* producido a partir de software libre también lo siga siendo. En el sitio de la fundación hay una sección donde se detallan y se explica su uso (Free Software Foundation, 2018).

Estas licencias se agrupan bajo el concepto de *copyleft*, en oposición al *copyright*, y mientras este último busca mantener el derecho de autor, el primero busca mantenerlo libre:

“La idea fundamental del copyleft es que se autoriza la ejecución del programa, su copia, modificación y distribución de versiones modificadas, siempre que no se añada ninguna clase de restricción a posteriori.

...

Para que el copyleft sea efectivo, las versiones modificadas también deberán ser libres también. Esto garantiza que cualquier tarea basada en nuestro trabajo se pondrá a disposición de la comunidad si llegara a publicarse..” (Stallman, 2004)

En inglés la palabra *free* tiene varias connotaciones y se asocia también a la idea de gratuidad. Es por eso que uno de los aspectos en los que los promotores de este movimiento ponen hincapié, es en la diferenciación entre libre y gratuito. Un *software* propietario puede ser gratis, y por el contrario se puede cobrar por un *software* libre.

Como respuesta a esta ambigüedad de conceptos aparece la idea del *Open Source*, y se crea la *Open Source Initiative* en el año 1998.

Aunque las reglas que esta última propone están muy en sintonía con las del *free software* (*Open Source Initiative, 2010*) su carácter es mucho más pragmático y se pone en el centro el avance del desarrollo de *software* como un argumento para el código abierto, más que los aspectos políticos que plantean Stallman y sus seguidores. Estos últimos han empleado a veces el término Libre *Software* (así, con libre en español) para diferenciar gratis de libre y al mismo tiempo desmarcarse de los postulados más acrílicos de la *Open Source Initiative*.

Una crítica que podría hacerse a los miembros del movimiento del *software* libre es que al ser planteado por programadores y en lenguaje de programadores, se hace difícil de comprender para personas sin una formación en esta área, por lo que sus ideas no alcanzan a impactar de manera más profunda a la sociedad.

Para los defensores del *software* libre, el código cerrado es una "caja negra", en la que el usuario conoce las entradas y las salidas de los procesos pero ignora lo que sucede dentro, limitando las posibilidades de lo que puede hacer (Soria Guzmán, 2012). Para ellos el código abierto elimina estas restricciones permitiendo entrar en el funcionamiento del programa para conocer sus posibilidades e incluso adaptarlo a las necesidades particulares de cada usuario. Pero aunque esto en cierto sentido es verdad, no es tan sólo esta apertura lo que permite la adaptación. Un usuario necesita amplios conocimientos de informática para entrar en el código fuente y modificarlo, por lo que la caja negra en realidad es toda la estructura a partir de la cual se limita el conocimiento tecnológico.

A pesar de esto, el desarrollo de *software* libre ha avanzado mucho en los últimos años y ya hay muchas herramientas que son bastante amigables con el usuario. Las últimas versiones del sistema operativo Linux, por ejemplo, no distan mucho en complejidad de sus interfaces a lo que Windows o Mac ofrecen. Otro ejemplo es

Firefox, navegador libre que se ha convertido en uno de los más utilizados en los últimos años (NetMarketShare, 2015).

De cualquier forma, para entender la filosofía detrás del *software* libre, hay que poner en la balanza las ventajas técnicas versus las ventajas sociales, y poner la libertad por sobre la comodidad. Lo que plantea la ideología del *software* libre es una forma de construir conocimiento más ética, libre y comunitaria, poniendo en primer lugar las necesidades sociales antes que las técnicas, o los intereses particulares, y pone de manifiesto la importancia de poner estos valores en el desarrollo del *software* en una época en la que éste último media en la mayoría de las relaciones y actividades de, al menos, la gran cantidad de personas que habitan las ciudades:

“¿Qué es lo que la sociedad necesita? Necesita información que esté verdaderamente a disposición de sus ciudadanos. La sociedad también necesita libertad. Cuando un programa tiene un propietario, los usuarios pierden la libertad de controlar una parte de sus propias vidas.

Y sobre todo una sociedad necesita incentivar el espíritu de cooperación entre sus ciudadanos. Cuando los propietarios de software nos dicen que ayudar a nuestro vecino de una manera natural es «piratería», están contaminando el espíritu cívico de nuestra sociedad.

.....

¿Qué control deberíamos tener sobre el código? ¿Qué comprensión? ¿Qué libertad debería haber para neutralizar el control que permite? ¿Qué poder?

El «software libre» asegura que el mundo gobernado por el código es tan «libre» como el mundo anterior al código que construyó nuestra tradición.” (Stallman, 2004).

Esta filosofía, aunque no es trasladable directamente al desarrollo de objetos físicos, plantea ideas que pueden ser aplicables a diferentes ámbitos del desarrollo tecnológico, a la circulación del conocimiento y a las relaciones sociales en general, como por ejemplo poner las ventajas sociales por sobre las técnicas, o buscar las maneras de fomentar la colaboración por sobre la competencia.

A su vez, esta manera de desarrollar tecnología, de manera abierta y libre, ha sido uno de los factores que han posibilitado la explosión de los sistemas de fabricación digital que estudia esta investigación, por lo que como base es importante conocer las motivaciones que impulsaron a sus precursores.

1.2.3 Open Design

El término Open Design aparece por primera vez en el año 1998 en el trabajo del Dr. Sepehr Kiani , y a partir de ese momento comenzó a ser difundido por la *Open Design Foundation*, del MIT (Dexter & Jackson, 2013).

Desde su conformación, esta fundación planteaba una expansión de la ideología *Open Source* al campo del diseño, y en el año 2002 declaraba que su misión era:

“Promover un método alternativo para diseñar y desarrollar tecnología, basado en el libre intercambio de información de diseño” (Opendesign.org, 2002)

Según Paul Atkinson, la definición del *Open Design* es la creación colaborativa de artefactos por un grupo de usuarios que no estarían relacionados de otra forma, y la producción individualizada de bienes, por medio de la manufactura digital directa, en el lugar de uso.

Esta descripción la podemos encontrar en el libro *Open Design Now*, que compila la visión de diferentes autores vinculados al diseño sobre este tema.

En este libro, más que encontrar definiciones cerradas, lo que los autores exponen son una serie de posibilidades que se abren y desafíos que emergen al plantear la apertura como una condición en los procesos de diseño.

El mismo Atkinson en su artículo *Closing in on open design: comparing casual and critical design challenges* (Cruickshank & Atkinson, 2013) en el que utiliza dos casos de estudio para ejemplificar los desafíos de esta aproximación a contextos en el mundo real, amplía esta noción resaltando que incluso solo como ejercicio creativo, el *Open Design*, promueve un intercambio de conocimiento nunca visto entre diseñadores profesionales y aficionados, rompiendo barreras innecesarias. Además, cuando está motivado por el bien común y no solamente por la ganancia comercial, posibilita el diálogo y el intercambio de habilidades creativas entre países desarrollados y otros en vías de desarrollo para el beneficio humano, contrarrestando los efectos más negativos del sistemas globalizado de producción y consumo (Cruickshank & Atkinson, 2013).

A pesar de que las definiciones de la *Open Design Foundation* y la que presenta Atkinson en *Open Design Now* difieren en ciertos aspectos, en ambas es central la colaboración y el libre intercambio de información y conocimiento como medio para el diseño y desarrollo tecnológico.

Leon Cruickshank (2014) amplía el concepto aún más, recalcando que lo que se busca al introducir el término *Open Design* es identificar un gran número de aproximaciones en las que no se reconoce la preeminencia de un diseñador profesional en el proceso creativo. En cambio, lo que se encuentran son productos y servicios que son el resultado de actividades que sí implican habilidades de diseño, pero en las que no se incluye la participación de un diseñador profesional.

También se incluyen proyectos en los que sí participan directamente diseñadores profesionales, pero donde estos no tienen el control absoluto de los procesos, sino que participan como uno más de muchos colaboradores en el trabajo. Un ejemplo de esto son los procesos de desarrollo urbano en los que la comunidad participa activamente (Cruickshank, 2014).

También es importante recalcar que, aunque la tecnología como mediadora cumple un rol fundamental, lo que se plantea es que el *Open Design*, se apropia de las capacidades tecnológicas disponibles en cada contexto. Es decir, en esencia lo que se plantea es que no importa cual será la siguiente tecnología de impresión 3D, y que es lo que ésta puede hacer, son más importantes para la trascendencia de la propuesta de *Open Design* los procesos y actividades que conecten estas posibilidades con el entusiasmo y las motivaciones de las personas (Cruickshank, 2014).

Esta idea de integrar el conocimiento de diversos actores en trabajos colaborativos no es nueva en el campo del diseño. Ya desde los años sesenta se comienza a hablar de los "problemas complejos" (*wicked problems*) en el diseño, que ya no pueden ser abordados por un solo especialista, y que para su real entendimiento requieren del trabajo colaborativo entre diversos profesionales en articulación con los actores involucrados.

Este concepto fue introducido por primera vez en los años sesenta por el diseñador, matemático y profesor Horst Rittel en un trabajo en el que proponía una alternativa a las metodologías lineales, o paso a paso utilizadas en los procesos de diseño (Buchanan, 1992).

Gran parte de la sociedad ve al diseñador como un profesional que en un proceso cerrado a partir de sus habilidades personales y capacidad creativa desarrolla soluciones a requerimientos del cliente. Y aunque esto se ve reflejado en el trabajo de muchos diseñadores, podemos ver que en la historia de la disciplina ha habido una evolución que apunta hacia lo colaborativo. Sin embargo, la imagen del diseño como una actividad con un principio y fin determinado, basada en las habilidades de individuos particulares que producen soluciones cerradas continúa siendo una referencia en la cultura popular y sigue siendo mantenida por muchos productores, diseñadores, curadores y los medios de comunicación. Como contraparte, algunos sectores en la investigación y práctica del diseño han comenzado a elaborar una perspectiva más incluyente del diseño en las últimas décadas. La más fructífera de estas estrategias ha sido posicionar las actividades y conocimientos del diseño en campos más explícitamente colaborativos (Botero, 2013).

Además del trabajo de Rittel, estas ideas las podemos rastrear en el trabajo del *Design Method Movement*, que en la misma década, comienza a cuestionar que las principales herramientas del diseñador sean el dibujo y la introspección. Su aporte está en la búsqueda por desarrollar y adaptar herramientas que propicien un conocimiento multidisciplinario de diseño y que facilite el trabajo entre miembros de equipos multidisciplinarios (Jones, Simon, Alexander, & Ljungstrand, 2008).

Ambos trabajos fueron parcialmente inspirados por el libro de Herbert Simon "La Ciencia de lo Artificial" y por un proyecto más general que buscaba sentar modelos científicos para el diseño (Margolin, 2005).

Estos esfuerzos se encontraron con la imposibilidad de aplicar los principios de las ciencias exactas, con objetos de estudio bien definidos, a un campo como el diseño, donde el proceso a seguir varía según cada proyecto. A pesar de la imposibilidad de crear una "ciencia de lo particular" (Buchanan, 1992), el trabajo de Simon tuvo una gran importancia e influencia al plantear al diseño como una forma de pensamiento.

Buchanan en su trabajo *Wicked Problems in Design Thinking*, profundiza esta noción planteando la incorporación del diseño como un Arte Liberal de la era tecnologizada.

La artes liberales nacen en la edad media con la intención de sistematizar los conocimientos que permitieran un entendimiento integral de la experiencia humana. Con el paso de los años el desarrollo de este conocimiento cada vez se fue especializando, lo que por un lado consiguió un entendimiento en profundidad de ciertos temas, pero por otro generó una segmentación en muchas partes sin conexión entre ellas. Ante este panorama es que se hace muy importante el desarrollo de disciplinas integradoras entre artes y ciencia, que hagan posible un impacto de este conocimiento enriqueciendo la experiencia humana.

En este contexto el diseño como forma de pensamiento cobra importancia como una posibilidad de unir teoría y práctica de maneras productivas que respondan a las problemáticas actuales. Esta es la razón de considerar al diseño un arte liberal en una sociedad tecnologizada.

Para posicionar esta forma de pensar, debemos ir más lejos de la tradicional división entre teoría y práctica y mirar hacia formas integradas de conocimiento.

Esta visión del diseño tiene una estrecha relación con la idea de tecnología. Para ampliar el rango de acción del diseño, se tiene que también ampliar la definición de tecnología y desprenderse de la visión que la reduce a solo objetos y artefactos, y pensarla como un arte de pensamiento experimental, que conduce a operaciones en la ciencia, las artes de producción y las acciones políticas y sociales (Buchanan, 1992).

Por Arte Liberal, Buchanan se refiere a disciplinas del pensamiento que son compartidas en mayor o menor medida por todas las mujeres y hombres en su vida diaria. Algunas personas desarrollan una maestría en la práctica de estas, expandiendo sus límites y proponiendo nuevas aplicaciones. En ese sentido plantea que en la actualidad toda persona puede verse beneficiada en su vida diaria teniendo algún tipo de conocimiento sobre la disciplina del diseño.

Retomando la idea del diseño como un arte liberal de la era de tecnología encontramos que a partir del trabajo y reflexión de algunos diseñadores lentamente se recupera el significado más integral de lo que es la tecnología, que a partir de la revolución industrial está centrado en objetos materiales. Antes de eso la tecnología era considerada una disciplina de pensamiento sistematizado, y cada arte poseía su propia *tecnología*, o su propia disciplina de sistematización, por

medio de la cual se humanizaba y encontraba su lugar en el mundo (Buchanan, 1992).

El diseño también tiene su propia *tecnología* (Buchanan, 1992), reflejada en el plan que emerge tras la reflexión. Este funciona como un argumento que busca aplicar el conocimiento de nuevas maneras en situaciones particulares.

A partir de los años setenta, una serie de experimentos en diversas áreas del diseño reviven el interés por la colaboración multidisciplinaria, redescubriendo formas de conocimiento que se pueden adquirir en las situaciones de uso.

Ya en 1967, Sir Paul Reilly, presidente del *Design Council* en el Reino Unido, hacía notar cómo se estaba produciendo un cambio desde el apego a valores universales y permanentes, hacia la aceptación de que un diseño que es adecuado en un momento dado, para un propósito y grupo de personas en específico, y bajo una configuración de circunstancias particulares, fuera de esos límites puede no serlo en lo absoluto (Whiteley, 2003).

Tal vez uno de los movimientos que ganó más importancia en este sentido, y desde donde se ha venido generando un cuerpo sólido de conocimiento es el Diseño Centrado en el Usuario (UCD). Este movimiento dejó su marca ayudando a los diseñadores y organizaciones a incorporar conocimiento generado en las situaciones de uso a los procesos de diseño de manera eficiente y sistemática (Botero, 2013).

Es en esta línea evolutiva en la que aparece el Open Design, profundizando la idea de incorporar al usuario en el proceso de diseño, ya no sólo como alguien a quién consultar para tomar las decisiones, sino que incorporándolo como un agente activo.

Si buscamos antecedentes fuera del ámbito del diseño, Dexter menciona los escritos del economista E.F. Shumacher y los textos sobre socio política de Ivan Ilich, en los que ambos planteaban la necesidad de que la ciencia y la tecnología sirvieran a toda la humanidad, proponiendo condiciones específicas que ambos deberían cumplir (Dexter & Jackson, 2013).

Shumacher, hace tres décadas, abogaba por una tecnología que cumpliera tres características: Lo suficientemente barata para ser accesible virtualmente a

cualquiera, adecuada para aplicaciones a pequeña escala y compatible con la necesidad de creatividad del ser humano.

En la misma época y de manera similar, Ilich reflexionaba en cómo los descubrimientos científicos deberían ser tratados para beneficiar a la sociedad como un todo, y no sólo estar al servicio de sistemas de poder centralizados.

La evolución de la participación del usuario en los procesos de diseño es uno de los puntos de vista para analizar la transformación de la disciplina. La propuesta del diseño centrado en el usuario dio paso a posteriores discursos que cada vez incorporan más a los usuarios ya no solo como fuente de información, sino que como conductores de los procesos. Esto implica una apertura de los procesos de diseño, planteando un cambio fundamental en la actitud y las habilidades que los diseñadores deben poseer.

Pero, ¿que significa abrir los procesos de diseño?. Esta aproximación al diseño, y de manera más amplia al desarrollo de tecnología de manera abierta, aparece como una posible respuesta frente a los problemas de una sociedad altamente mediada por estos dispositivos, pero que no encuentra respuesta a los problemas que los mismos modelos de producción generan. La apertura entonces, es más que sólo un asunto comercial y cultural, es un asunto de sobrevivencia. Desafíos sistémicos como el cambio climático o la depredación de los recursos naturales no pueden ser resueltos utilizando las mismas técnicas que los provocaron. Investigación abierta, gobiernos abiertos y diseño abierto son prerequisites para las respuestas que la sociedad debe generar a estas problemáticas (Thackara, 2005).

En el mismo sentido, Ezio Manzini (2010) plantea a lo abierto, local, pequeño y conectado como características indispensables para cualquier proyecto que se plantee búsquedas de formas de vida más sustentables.

“La única forma sustentable de salir de la actual crisis mundial financiera y ecológica es promoviendo nuevos modelos económicos, nuevos sistemas de producción y nuevas ideas de bienestar”

“Estas cuatro palabras (pequeño, local, abierto y conectado) además son importantes porque sintetizan el resultado de veinte años de discusión y experiencias concretas, indican claramente que no hay esperanza para el diseño de soluciones sostenibles sin partir de las nociones de local y de la comunidad a las que este local se refiere principalmente.” (Manzini, 2010)

Es por eso que si como sociedad se plantea la urgencia de formas de habitar el mundo que aseguren las condiciones de supervivencia de esta generación y las siguientes, esto debe traducirse en la búsqueda de nuevas formas de relacionarnos con el medio ambiente y entre los mismos seres humanos, y en esto el desarrollo tecnológico y por tanto el diseño, deben jugar un rol central.

Desde los estudios de la ciencia y tecnología, Adrew Feenberg plantea que la historia parece mostrar que es imposible crear un cambio fundamental en la civilización moderna utilizando la misma tecnología de occidente. La degradación de las condiciones de trabajo, educación y medio ambiente tienen su raíz no en la tecnología *per se*, sino que en los valores antidemocráticos que gobiernan el desarrollo tecnológico (Feenberg, 2002). En este sentido, el discurso del Open Design no solo plantea nuevas formas de producción material, sino que plantea nuevos valores a tomar en cuenta en el diseño y desarrollo tecnológico, como la transparencia, la participación y la democracia, y revaloriza la necesidad del ser humano de ejercitar su capacidad creativa.

“Una buena sociedad debe ampliar la libertad personal de sus miembros al mismo tiempo que les permite participar efectivamente en una gama cada vez mayor de actividades públicas. En el nivel más alto, lo público implica elecciones sobre lo que significa ser humano. Hoy en día, estas elecciones son cada vez más mediadas por decisiones técnicas. Lo que los seres humanos son y llegarán a ser se decide en la forma de nuestras herramientas no menos que en la acción de los estadistas y los movimientos políticos. El diseño de la tecnología es, pues, una decisión ontológica” (Feenberg, 2009).

Lo que plantea Feenberg está muy en la línea de lo que Stallman postulaba en relación a las ventajas técnicas versus las ventajas sociales. No se trata tan solo de fabricar, más y más barato, sino que de proponer maneras de diseñar que tendrán un impacto en la sociedad más allá de los productos resultantes, promoviendo valores e incentivando la creatividad y el empoderamiento de las personas.

Aunque las posibilidades que se abren con la manufactura digital pueden parecer innovadoras, e incluso hace no mucho tiempo podrían haber sonado hasta futuristas, en muchos aspectos nos remiten a las formas de producción que tradicionalmente existieron hasta antes de la revolución industrial, como lo deja ver Atkinson en su texto *Orchestral Manouvers in Open Design*:

“La tecnología ha movido las reglas del juego desde una posición de co-creación a una donde el usuario tiene la capacidad de diseñar y fabricar productos por sí mismos por completo. Es un retorno, si se quiere, a un modelo de producción y consumo artesanal que no se ha visto desde los primeros días de la Revolución Industrial. Lo que a primera vista parece ser una fantasía futurista se revela, de hecho, para ser todo lo contrario: una recurrencia de formas pasadas de hacer las cosas.” (Atkinson, 2011)

La colaboración como motor de la creación no sólo es beneficiosa en la producción de bienes materiales. El desarrollo de la ciencia, y el conocimiento ha tenido sus bases en el compartir. Los sistemas de protección de propiedad intelectual y derecho de autor son relativamente recientes si los comparamos con el desarrollo de la ciencia. Ésta, se ha desarrollado como resultado de un trabajo colaborativo de una comunidad global y conectada. Del mismo modo el *software* ha florecido como resultado de la creatividad social, en lo que Yochai Benckler llama ‘*commons-based peer production*’ (John Thackara, 2011).

Las ideas detrás del *Open Design* pueden tener incluso un impacto en la política:

"La agenda del Open Design —aumentar la transparencia en la cadena de producción, hablar de responsabilidad— es ciertamente una agenda política. El Open Design forma parte de los movimientos posibilistas de hoy, como los del Open Data proporcionados por los gobiernos que buscan una mayor transparencia. Los efectos potencialmente extremos de las iniciativas de información abierta como Wikileaks se hacen evidentes en la enorme reacción que afectan a las personas involucradas. Esta es una manifestación del choque entre dos mundos: las personas que operan dentro de los límites de la "realidad" luchando contra el desafío a su sistema". (Stikker, 2011)

A partir de esta revisión se pueden encontrar definiciones de lo que es *Open Design*, y sobre todo ambiciosas perspectivas de cómo estas ideas pueden insertarse en las problemáticas sociales contemporáneas. A partir de esto surge la inquietud de cómo estas ideas se están traduciendo en acciones concretas y qué rol pueden desarrollar los diseñadores en estos procesos.

Para comprender cómo opera el *Open Design* será útil volver a la definición de la "producción entre pares" (*Peer Production*), que Michel Bauwens en su artículo *The Emergence of Open Design and Open Manufacturing (Bauwens, 2010)*, describe como una nueva forma de creación de valor en la que comunidades de voluntarios (además de otros profesionales remunerados una vez que un proyecto es exitoso) crean contenidos abiertos o *software* libre, esto es, usable y accesible para todo el mundo (Bauwens, 2010).

El término *Peer Production* fue creado por Yochai Benkler, quien en su trabajo *The Penguin and the Leviathan*, realiza un cuestionamiento de cómo la sociedad occidental, en sus leyes y sistema económico, se basa en la suposición de que el ser humano es una criatura en esencia egoísta. Para cuestionar esta visión propone ejemplos de modelos que funcionan en base a la colaboración, y que van desde Toyota a Wikipedia, pasando por la Policía de Chicago, que han sido exitosos en su área (Benkler, 2012).

Dentro de estos ejemplos el que representa mejor sus ideas es el caso de Linux, cuya mascota de hecho da nombre a su libro. Este sistema operativo que es desarrollado por una combinación de expertos pagados y colaboradores voluntarios, ha generado una economía de treinta y seis millones de dólares (Bauwens, 2010).

Pero, aunque el Open Design es un intento por aplicar a otras áreas del diseño la filosofía Open Source originada en el *software*, cuando se intenta aplicar principios y estructuras derivadas de la producción inmaterial a los productos materiales, surgen una serie de nuevas complicaciones, como lo manifiesta el mismo Bauwens:

“Para cualquier proyecto inmaterial, mientras exista una infraestructura general para la cooperación, los trabajadores del conocimiento podrán trabajar juntos en un proyecto común. Sin embargo, para producir bienes físicos, hay costos inevitables al reunir los bienes y recursos en el mismo lugar, y se necesitará por lo menos recuperar este coste.

Debido a esta diferencia esencial, podemos ver fácilmente que el mismo proceso no puede ser utilizado para ambos aspectos de la producción de las cosas materiales” (Bauwens, 2010)

En su artículo *The Generative Bedrock of Open Design*, Michael Avital realiza una aproximación a esta dificultad.

Para comenzar define el concepto de apertura en el contexto del Open Design:

“La apertura se refiere a la accesibilidad. La apertura es una característica relativa que se refiere al grado al cual algo es accesible para ver, modificar y usar. La capacidad de ver se refiere a compartir contenido y la disponibilidad de información detallada sobre el tema. La capacidad de modificar se refiere a compartir el trabajo y a potenciar cambios, mejoras y extensiones del tema. La capacidad de uso se refiere a compartir la propiedad y permitir la reutilización sin restricción de la materia o partes de ella.” (Avital, 2011)

Este término ha cobrado importancia en diversos ámbitos de la sociedad al asociarse con ideas como la transparencia, inclusión, tolerancia, justicia y libertad, y se ha convertido en lo que se denomina una megatendencia (*Mega-trend*), es decir una tendencia que tiene un impacto en diferentes niveles -individuos, organizaciones, mercados, países y sociedad civil- (Avital, 2011)

Avital plantea que esta tendencia se ha materializado en tres arquetipos que resume en la ilustración 9:

YUXTAPOSICIÓN ARQUETIPOS OPEN-X	OPEN INNOVATION	OPEN SOURCE	OPEN DESIGN
	INNOVACIÓN ABIERTA	CÓDIGO ABIERTO	DISEÑO ABIERTO
VALOR, PROPOSICIÓN Y CONFIANZA	CONOCIMIENTO DISTRIBUIDO	DESARROLLO DISTRIBUIDO	MANUFACTURA DISTRIBUIDA
FACETA PRINCIPAL DE APERTURA	VER	MODIFICAR	USAR
ACTORES PRINCIPALES	ORGANIZACIONES	COMUNIDADES DE DESARROLLADORES	CONSUMIDORES

Ilustración 11: Yuxtaposición arquetipos de Open-X (Avital, 2011)

Esta clasificación responde a diferentes aplicaciones, pero en los tres casos la idea central es la misma, y no son excluyentes.

En efecto, el Open Design se sustenta en software Open Source, que a su vez surge del conocimiento distribuido.

Para Avital lo principal en el Open Design es el acceso a modelos digitales que los consumidores pueden modificar y luego fabricar ya sea con sus propios medios, o utilizando proveedores *on-demand* de estos servicios.

Su visión está muy centrada en cómo este discurso puede insertarse en el ámbito comercial y competir con los otros paradigmas de fabricación y no solo se queda en su potencial simbólico como alternativa de producción. Un diseño ya no sólo centrado en el usuario, sino que conducido por el usuario.

Desde este punto de vista identifica una serie de consideraciones a tener en cuenta: especificaciones de diseño, fabricación, acción colectiva, gestión de la oferta y la cadena de valor, modelos de negocios, aspectos legales, infraestructura tecnológica, etc. Las que agrupa en cuatro capas que se resumen en la ilustración 10. A partir de esta clasificación se pueden analizar los retos presentes en cada una de ellas y qué rol pueden jugar los diseñadores profesionales en su resolución.

LAYERS OF OPEN DESIGN

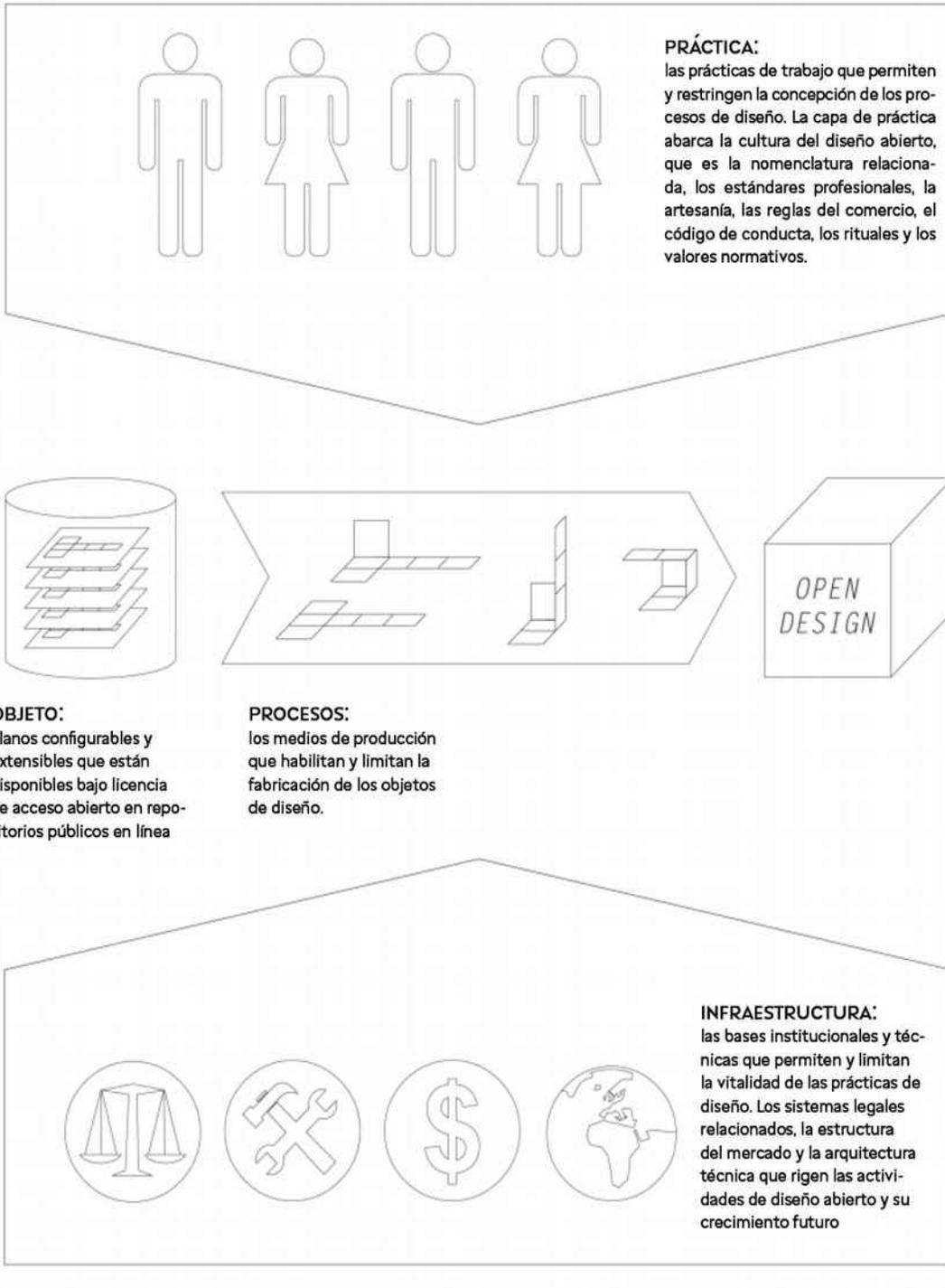


Ilustración 12: Capas del Open Design (Avital, 2011)

La primera capa, la de los objetos, se refiere a los modelos (*blueprints*) que contiene las especificaciones de diseño de los artefactos.

Estos deberán ser de libre acceso para su configuración, modificación y distribución.

La segunda, la capa de procesos, se refiere a los medios de producción que permiten y limitan la fabricación de objetos: sistemas CAD-CAM

La capa de las prácticas o de Cultura Open Design, se compone de las nomenclaturas, estándares profesionales, habilidades, reglas de intercambio, códigos de conducta, rituales, valores y normas

Por último, la capa de Infraestructuras refiere a la Infraestructura técnica e institucional que posibilita estas prácticas: sistemas legales, estructuras de mercado y arquitecturas técnicas.

En este sentido Leon Cruickshank en su artículo *Closing in Open Design* (Cruickshank & Atkinson, 2013) expone varias formas en cómo el diseño está respondiendo a estas nuevas perspectivas:

Estructuras abiertas: En esta aproximación los diseñadores crean estructuras o marcos que facilitan al usuario/ciudadano aplicar su creatividad sin un contacto directo con él.

La dificultad de esta propuesta es que para poder llevarse a cabo se necesita de una masa crítica que se involucre.

Herramientas Generativas de Diseño (GDT): Se refiere a estructuras que permitan la creación y diseño por parte de usuarios sin necesidad de habilidades técnicas. Aunque es un concepto en desarrollo y en etapa de prototipo, el servicio de blogs de Wordpress es un ejemplo de lo que se podría conseguir. En esta aproximación el desafío es crear estructuras lo suficientemente abiertas para que el usuario pueda plasmar sus ideas creativas, pero a su vez que mantengan los valores de diseño que el diseñador considera importante.

Un tema fundamental en torno al *Open Design* es el rol de los profesionales en los procesos de diseño. Aunque es complejo, plantea discusiones que pueden aportar a la disciplina del diseño en general en su constante cambio para responder a las necesidades de una sociedad en permanente transformación, que deben darse con perspectivas amplias que generen beneficios tanto para los profesionales del diseño como para la sociedad en general. En capítulos posteriores se profundiza en torno a estos temas.

1.2.4 Nuevas posibilidades, nuevos dilemas.

Para analizar los conflictos éticos que surgen de las propuestas del Open Design, un buen punto de partida es la aproximación que hace Alain Findeli a los problemas éticos del diseño desde lo que se denomina la tecnoética (Findeli, 2007).

Los desarrollos tecnológicos han experimentado una aceleración sin precedentes en la cultura occidental en las últimas tres décadas. Esto ha llevado a su incorporación en las prácticas profesionales de médicos, periodistas, ingenieros y por supuesto diseñadores. A raíz de esta incorporación estos profesionales se han visto enfrentados a conflictos que no encajan en sus respectivos códigos éticos tradicionales. A partir de éstos dilemas se ha ido desarrollando lo que se conoce como “tecnoética”. Este término deriva de lo que se denominó bioética, y se relaciona a la parte de la ética que debe lidiar con los conflictos derivados de los desarrollos y actividades tecnológicas, incluyendo la concepción, producción, distribución y uso de estos dispositivos.

La incorporación de estas tecnologías en la vida cotidiana ha modificado de manera dramática desde los sistemas económicos hasta la manera en la que los seres humanos se relacionan, por lo que la tecnoética trata sobre temas que no sólo tocan a los profesionales de estas áreas, sino que a la sociedad en su conjunto. Y lo que busca son respuestas a los conflictos que surgen en esta relación con la tecnología y no, como podría entenderse, maneras tecnológicas de resolver dilemas éticos.

En el artículo *Ethics, Aesthetics and Design* (Findeli, 2007), Findeli plantea una aproximación a la tecnoética desde la perspectiva del diseño, acotándola incluso al diseño de objetos materiales, por lo que alcanza el trabajo de diseñadores, ingenieros, artistas, arquitectos y artesanos. Más que respuestas, lo que se presenta como un cuaderno de investigación, son una serie de preguntas que emergen, hipótesis y conclusiones provisionales, de las cuales Findeli elige tres para ser desarrolladas en el texto.

La primera de estas es un intento por generar una cartografía de los artefactos.

Pensando en una primera categorización de los objetos cotidianos, rápidamente surge una división entre los que cumplen una función utilitaria y los que tienen un valor simbólico. Aunque estas categorías han sido usadas por otros autores, en la práctica la mayoría de los objetos se encuentran en un punto intermedio, más cerca de uno o de otro polo, o incluso pueden variar su valoración en el tiempo. Por ejemplo la playera de un equipo de fútbol de un fanático puede ser durante la semana una prenda más de vestir, pero el día domingo en el estadio adquirir un valor simbólico mucho mayor.

Esta visión lineal y polarizada de todas formas se queda corta para incorporar objetos que tienen un alto valor tanto funcional como simbólico, como podría ser un carro nuevo que además de transportar a su dueño todos los días, puede ser un símbolo de superación al ser producto de un ascenso o un nuevo empleo de mayor importancia. O por el contrario objetos que no poseen ninguno de los dos valores, y de esos lamentablemente en la actualidad se producen toneladas. A partir de esta observación Findeli plantea un modelo en dos dimensiones, en el que cada objeto puede tener su propia valoración en estos dos aspectos.

Esta visión se hace muy interesante porque desafía la dualidad impuesta por el pensamiento occidental entre racional/irracional, materia/mente, teoría/práctica, etc., una dualidad que durante la historia muchos diseñadores han tratado de reconciliar, empezando por la Bauhaus, que ya antes de su conformación oficial declaraba: "Arte y tecnología, una nueva unidad".

En este punto es interesante como la incorporación de las ideas del Open Design plantea la posibilidad de agregar valor a los objetos en estos dos sentidos.

El usuario por su experiencia directa en el problema a resolver mediante el proceso de diseño, posee información que a un profesional le costaría mucho tiempo y recursos adquirir, o como la define von Hippel "*sticky information*" (Von Hippel, 2005) por lo que su participación podrá agregar valor de uso al objeto diseñado.

Por otra parte, el usuario, al estar ejercitando su creatividad e incluso relacionándose con otras personas en el proceso de diseño, cargará a los objetos de un significado que aumentará su valor simbólico.

En su trabajo *Design and Order in Everyday Life*, Csikszentmihalyi presenta los resultados de un experimento en el que desde su disciplina, la psicología, intenta

explicar qué es lo que une a las personas a los distintos objetos que los rodean y dan significado a su vida (Csikszentmihalyi, 1991).

En él preguntó a una serie de individuos por los objetos cotidianos que les eran significativos. Al analizar las respuestas a esta pregunta, se encontró con que los objetos elegidos, y los motivos dados variaban mucho de una persona a otra, pero en la mayoría de los casos mostraban una tendencia a valorizar los objetos que marcan o están marcados por momentos importantes de sus vidas por sobre consideraciones formales o funcionales.

Una vez que ya se consideró una valoración de los objetos en sí mismos, el siguiente paso es analizar cómo se aborda desde el diseño su relación con el ambiente.

Para esto, Findeli se apoya en elementos de la teoría de sistemas y define cuatro esferas en las que divide el entorno: tecnocosmos, biocosmos, sociocosmos y semiocosmos.

Cada artefacto creado va a tener un impacto en cada uno de estos niveles, a veces deseado y otras veces no. Frente a la crisis medioambiental actual, desde muchos sectores se plantea este enfoque más integral sobre los efectos que tiene la producción de mundo artificial, pero la difusión de estas ideas encuentra una dificultad, en antiguas concepciones derivadas del positivismo, principalmente la división entre sujeto y objeto.

Afortunadamente cada vez aparecen más opciones que desafían este paradigma, de las cuales Findeli se queda con el "relativismo", por su capacidad descriptiva y su relación con la física del siglo XX. Desde esta perspectiva ya no se puede hablar de un sujeto aislado del objeto, sino que ambos son parte de un sistema mayor, y a su vez contienen en sí mismo un microcosmos que refleja los mismos niveles mencionados antes.

Desde muchas disciplinas se ha estudiado la relación entre las diferentes esferas del ambiente, el ser humano y los objetos, y todas estas perspectivas deben ser tomadas en cuenta si se quiere proponer una forma de pensamiento del diseño.

Las relaciones entre estos cuatro microcosmos generalmente se han planteado desde el diseño en términos de necesidades, deseos, aspiraciones e intenciones, y es aquí donde Findeli plantea la urgencia de, desde la filosofía e ideología del

diseño, replantear la definición de necesidad, alejada de la dualidad positivista problema/solución, para de esta forma dejar de pensar en el ideal de equilibrio para incorporar la idea de un mundo más dinámico, donde las propuestas de diseño no logran un estado de perfección, sino que plantean una modificación de las condiciones iniciales hacia otra configuración del ambiente.

Esto nos permite imaginar la tecnología actuando de nuevas maneras, no determinadas solo por el materialismo, y posiciona al diseñador ya no en una función intervencionista, sino que reguladora, o como dice Manzini, un diseñador de escenarios y no sólo de productos (Manzini & Jegou, 2003).

La tercera conclusión surge a partir de una comparación entre las acciones tecnológicas y las decisiones éticas.

Desde la perspectiva del diseñador (o ingeniero) como “solucionador de problemas”, las consideraciones éticas están definidas por el código profesional, y sólo aplican al proceso mismo de diseño, no a las consecuencias generadas por la implementación de estas soluciones. Esta aproximación tan limitada se basa en la idea de neutralidad de la tecnología, es decir la naturalidad con que una tecnología disponible conduce a una implementación determinada. Pero en la realidad la mayoría de los problemas pueden abordarse tanto de una manera tecnológica, desarrollando un dispositivo que lo resuelva, como de una manera moral, modificando conductas y comportamiento de los involucrados. Es por eso que decidirse por la alternativa tecnológica es en sí una decisión ética.

Debido a que históricamente las competencias de los diseñadores se han visto restringidas al desarrollo de tecnología, es poco frecuente que se consideren las soluciones morales desde esta disciplina.

Aquí, nuevamente se hace importante confrontar estas ideas con la propuesta del *Open Design*. Los mismos motivos que hacen que esta sea beneficiosa y atractiva para los usuarios, pueden generar un sesgo y una predeterminación hacia las soluciones tecnológicas. Los sistemas de manufactura digital, y en particular las impresoras 3-D, producen un encantamiento y están generando una estética propia que tiende a hacer que su uso sea un objetivo en sí mismo. Si a esto además agregamos una industria que está detrás alentando su uso mediante estrategias de mercadeo que muchas veces mitifican sus capacidades, encontraremos más usuarios buscando excusas para utilizar sus dispositivos que

personas utilizándolas para resolver problemas reales (Más adelante se profundizara en este tema y la “Cultura Maker”).

Este aspecto es muy importante, porque es lo que marcará la diferencia en que la expansión de los espacios de diseño se traduzca en la producción de objetos más relevantes o por el contrario, en una aceleración del consumo de objetos rápidamente descartables.

Es por eso que una mirada crítica es necesaria para que estas ideas puedan ser una solución frente a los problemas que se plantean, y no solo contribuyan a profundizarlos.

Además de las cuestiones éticas presentes en los procesos de diseño en general, el Open Design presenta otros conflictos que aún no están del todo definidos y que irán emergiendo conforme estas prácticas se vayan masificando.

Un nuevo paradigma de fabricación

“Detrás de la fantasía del flujo de información sin impedimentos descansa la realidad de millones de teclados de plástico, obleas de silicio, monitores de vidrio e infinitos kilómetros de cable. Todas estas tecnologías dependen de trabajadores manuales, primero para construirlos y luego para separarlos. Este trabajo sigue siendo extraordinariamente peligroso, primero para aquellos que manejan los químicos tóxicos requeridos en la fabricación y luego para aquellos que viven en la tierra, beben el agua y respiran el aire en el que eventualmente esos químicos se filtran. Estas tareas también continúan siendo competencia de quienes carecen de recursos sociales y financieros.”

Fred Turner,

From counterculture to cyberculture, 26806

Capítulo 2

Fabricación digital en acción: Un nuevo paradigma de fabricación

2.1 Manufactura Digital Directa

Como ya se dijo anteriormente, los sistemas CAD-CAM son utilizados por la industria como un método de prototipado rápido desde los años ochenta. Lo que ha generado un gran cambio es la utilización de estos sistemas en la producción de objetos de uso.

A esto se llama Manufactura Digital Directa, la que por su posibilidad de modificar los procesos de producción, eficiencia de materiales, modelos de negocios e incluso la relación entre el usuario y los productos, se ha convertido en un nuevo paradigma de fabricación (Chen et al., 2015)

Una manera de entender qué representa este nuevo sistema de fabricar cosas, es compararlo con los dos paradigmas dominantes de manufactura: la producción en masa y los métodos artesanales.

2.1.1 Comparación con otros paradigmas de Fabricación

La producción industrial en masa es sin duda el paradigma dominante en la actualidad, pero si miramos con una perspectiva histórica, es una forma relativamente reciente de hacer cosas.

Algunos autores plantean que estos sistemas estandarizados y a gran escala de fabricación son tan solo un paréntesis entre las formas artesanales y las tecnologías digitales que restablecen algunas de las cualidades del trabajo artesanal y a pequeña escala (D. A. Mellis, 2015) (Carpo, 2011) .

Es por esto que, para el análisis comparativo entre éstos, los criterios a utilizar deben ir más allá de los modos de producción (a mano, mecánicos o digitales), e incorporar las características de los procesos y los productos fabricados.

Además se incorporará un cuarto paradigma, la customización en masa, que a pesar de incorporar algunos elementos de los sistemas DDM, posee características que lo sitúan más cerca de los sistemas de producción en masa.

Producción artesanal:

Tradicionalmente fue conducido por artesanos expertos en alguna técnica o material, y conocimientos del diseño del producto. La mayoría de las veces este conocimiento se adquiría mediante la práctica.

Aunque la variedad de productos que un artesano realiza puede ser grande, siempre compartirán en común algunas características asociadas al proceso de producción.

Estos artesanos poseían una pequeña cantidad de consumidores generalmente en el ámbito local, y eran capaces de incorporar sus sugerencias y exigencias en nuevos productos.

Producción en Masa:

En la producción en masa productos altamente estandarizados son producidos a gran escala. Este proceso es conducido por expertos con una formación formal en las técnicas que utiliza.

Esta escala permite la producción de objetos a muy bajo precio, debido entre otras cosas a la externalización de ciertos costos como el impacto ambiental y social de los procesos.

Estos productos son distribuidos a grandes grupos de consumidores separados geográficamente de los centros de producción. Este consumidor tiene una influencia casi nula en el diseño de los productos.

Customización en Masa:

Tiene muchas similitudes con la producción en masa, pero en este caso los consumidores tienen influencia en el diseño de los productos. Las marcas desarrollan familias de productos, con diferentes variedades.

Un ejemplo se da en la industria de las bebidas cola, en la que a partir de un tronco común se ofrecen variantes diet, sin azúcar, descafeinadas, con cafeína, etc.

A partir de este paradigma también emerge la personalización en masa, en la que las marcas van aún más lejos e incorporan recursos como imprimir el nombre del usuario en el producto.

2.1.1 Características de los paradigmas de fabricación

Para entender cuáles son las diferencias entre estos paradigmas de fabricación en cuanto a las cualidades de sus procesos y no tan solo en función de sus productos, David Mellis en su trabajo *Do it Your Self Devices*, propone un análisis a partir de tres características: similitud y variabilidad, iteración y experimentación y materiales y procesos (D. A. Mellis, 2015)

Similaridad y variabilidad:

Esta cualidad se refiere a la capacidad de los procesos para generar copias iguales de un producto, y en el otro extremo, para poder generar variaciones de estos. En el caso de los procesos artesanales, las diferencias entre una copia y otra están dadas por la variabilidad inherente al proceso de producción. Por otra parte estos productos “hechos a mano”, aunque suponen un mayor costo por unidad, cuando son realizados *on demand* permiten realizar modificaciones que se adaptan mejor a las necesidades de cada usuario.

En el caso de la producción en masa, lo que se generan son replicas exactas producidas mediante procesos mecánicos, que aunque permiten costos de producción mucho menores por cada unidad, generan productos altamente estandarizados y no modificables ni adaptables fácilmente.

En el caso de la manufactura digital, la variabilidad no está dada por la imprecisión de los procesos, sino que puede ser diseñada y programada con la ayuda de herramientas computacionales. Además estas variaciones pueden ser realizadas por múltiples personas en diferentes momentos, lo que permite la creación de versiones personalizadas según las necesidades de diferentes usuarios.

Iteración y Experimentación:

Otra característica importante que diferencia los diferentes modos de producción es el potencial de continuidad entre una versión de un producto y la siguiente (D. A. Mellis, 2015)

En los sistemas de producción en masa, el cambio de una versión a otra requiere un completo rediseño de la cadena de producción, lo que implica modificar o reemplazar sistemas que involucran maquinaria, personal y complejos procesos de logística.

La capacidad de los sistemas de manufactura digital de poder fabricar una nueva versión de un producto tan solo modificando un archivo digital, permite incorporar mejoras a los productos mediante una iteración mucho más rápida.

Acercar el proceso de prefiguración al de ejecución tiene el potencial de romper la separación entre diseño y producción que la industrialización le impuso a los procesos artesanales. A partir de eso, y luego de dos siglos de separación, la concepción y ejecución de los objetos cotidianos puede volver a estar en las mismas manos (McCullough, 1998).

En cuanto a la experimentación, los sistemas de manufactura digital también ofrecen ventajas. Mediante el uso de *softwares* CAD, es posible generar y evaluar de manera muy rápida alternativas en cuanto a la geometría y el funcionamiento de los productos.

Procesos y Materiales

El trabajo con sistemas CAD-CAM permite lograr formas muy complejas que serían muy difícil expresar a partir de dibujos en 2D y construir con máquinas sin control numérico CNC.

Es cierto que por el momento las impresoras 3D, cortadoras laser y otras máquinas de manufactura digital que están al alcance masivo aún presentan limitantes, el avance de estas tecnologías se esta desarrollando muy rápido, por lo que es muy probable que versiones con mayores capacidades estén disponibles a precios accesibles. Con este desarrollo también, la cantidad de materiales disponibles para estos procesos va en aumento, apareciendo cada vez más posibilidades.

Otra ventaja que presentan los procesos de manufactura digital son la facilidad para la colaboración de diferentes diseñadores y usuarios. Al estar la gran parte de los parámetros de diseño y fabricación contenidos en archivos digitales y gracias a las capacidades de internet, no se requiere de grandes convenciones de lenguaje y notación para que distintas personas puedan interactuar en el diseño de un producto.

A partir de este análisis, se puede ver que aunque en muchos sentidos esta nueva forma de fabricar cosas plantea nuevas posibilidades, en otros lo que hace es conjuntar las ventajas de los procesos automatizados de la producción industrial con las posibilidades de adaptabilidad y personalización de los procesos artesanales a pequeña escala.

Acercar el proceso de prefiguración al de ejecución tiene el potencial de romper la separación entre diseño y producción que la industrialización le impuso a los procesos artesanales. A partir de eso, y luego de dos siglos de separación, la concepción y ejecución de los objetos cotidianos puede volver a estar en las mismas manos.

2.2 Espacios Comunitarios de manufactura Digital

A pesar de la disminución de los precios de estos sistemas, al día de hoy sigue siendo difícil para un particular contar con los recursos y el espacio para poder montar un laboratorio con todo el equipamiento para realizar proyectos de manufactura digital directa.

Es por esto que partir de la popularización de las tecnologías de manufactura digital, o más en bien en paralelo a ella, han emergido diversos espacios donde se colectivizan impresoras 3D, cortadoras láser y otros equipos.

Además, la conformación de estos espacios propicia la interacción presencial entre personas, llevando a otro nivel la colaboración ya iniciada de manera *online* (Dexter & Jackson, 2013).

A estos laboratorios se les ha llamado genéricamente Makerspaces, y aparecen en una gran variedad de formas y con diversos modelos de financiamiento, desde espacios en museos o universidades, a espacios sin fines de lucro que requieren una membresía, hasta servicios comerciales (Troxler, 2011).

Aunque laboratorios de este tipo pueden encontrarse bajo diferentes denominaciones (*FabLabs, Makerspace, Tech Shop, Hackerspace*) son los FabLab y Makerspaces los que se han convertido en los modelos más consolidados y que están siendo más replicados.

A continuación se revisarán algunas características de estos espacios y de los discursos que materializan. De esta forma se busca identificar qué elementos pueden ser útiles a la hora de pensar en la manufactura digital como un servicio público, y qué otros elementos deben ser replanteados.

2.2.1 Makerspaces

A los usuarios y entusiastas del uso de tecnologías de manufactura digital se les ha llamado Makers, e incluso se habla del Movimiento Maker y la Cultura Maker.

El término fue popularizado a partir del año 2005 por la revista Make y las *Maker Faires*, encuentros presenciales de *Hobbistas* que en la actualidad se realiza en cerca de 200 lugares alrededor del mundo (Maker Media Inc., 2013) incluyendo hasta a la Casa Blanca en Estado Unidos. Ambas son iniciativas de la empresa Maker Media, que explícitamente se atribuye la creación de este movimiento (D. A. Mellis, 2015b).

Aunque en la actualidad el movimiento Maker incluye desde técnicas artesanales tradicionales así como también otro tipo de actividades DIY, su principal foco de interés son las tecnologías y fabricación digital.

Caracterizar este movimiento o cultura se hace complicado por lo diverso de sus manifestaciones. Bajo este concepto paraguas se denominan procesos muy distintos, con motivaciones igualmente dispares.

“todo este interés por lo maker, sin embargo, disfraza distinciones significativas. Making es un término que se utiliza para prácticas materiales radicalmente diferentes. Una trayectoria da como resultado accesorios imprimibles en 3D que imitan el diseño minimalista de los productos de Apple, mientras que otra trayectoria lleva a sitios como Instructables y comunidades de Lifehackers. Un maker puede descargar un archivo para imprimir un soporte de pared Apple TV, mientras que otro maker suelda un rollo de alambre a una placa de circuito, y otro pone tomates en tarros de cristal. ¿Estas prácticas realmente pertenecen a la misma categoría? ¿O es que el frenesí por lo maker nos lleva a pasar por alto algunas preguntas importantes?” (Bean & Rosner, 2014)

Rosner plantea que es importante diferenciar lo *maker* como un movimiento social de lo *maker* como una marca. Ambos, movimientos sociales y marcas, pueden atraer al público, pero mientras el primero se caracteriza por ser un fenómeno *bottom-up*, el segundo responde a lógicas *top-down*.

La pregunta que se hace Rosner es, por una parte, qué es lo que hace al Movimiento *Maker* constituirse como tal, y cuáles son los elementos que lo definen y diferencian, y por otra parte ¿Qué es lo que quiere cambiar?

Para esto revisa las palabras de Chris Anderson, fundador de la revista *Wired* que en su libro “*Makers: La Nueva Revolución Industrial*” planteaba:

“cualquier niño con una idea y una Laptop puede crear las semillas de una compañía que cambie al mundo” (Anderson, 2014).

Lo primero que se puede observar es un fuerte determinismo tecnológico, aunque a pesar de esto muchos de los que defienden la cultura *Maker* como un movimiento social, ponen más énfasis en los procesos involucrados que en las consecuencias materiales de estas prácticas (Bean & Rosner, 2014).

En lo que se pone énfasis es en el potencial de cambio, incluso revolucionario, que se le asigna a las prácticas que prometen fomentar estas tecnologías.

Pero esta revolución (la de la compañía que cambia el mundo) no es del tipo que se enfrenta al capitalismo y sus modos de producción monopolizados, sino que más bien expande sus posibilidades por medio de la incorporación de estas nuevas tecnologías (Bean & Rosner, 2014).

También puede ser motivo de cuestionamientos en la frase de Anderson el retrato que hace de “el *maker*”. Aunque es indiscutible que el acceso a estas tecnologías ha aumentado considerablemente, como se dijo anteriormente, no son solo los equipos y dispositivos los que permitirán llevar a cabo un proyecto exitoso de manufactura digital. Es necesario, además, contar con una serie de habilidades y conocimientos en diversas áreas.

Por lo que el sólo hecho de poseer una *laptop*, o incluso toda la infraestructura para la manufactura digital, no garantiza el acceso a los beneficios que estas tecnologías plantean. Esto está íntimamente relacionado a que a pesar de que este discurso pone énfasis en la democratización y el acceso universal, en la práctica quienes frecuentan estos espacios, tanto *Makerspaces* como foros virtuales, responden a un perfil bastante marcado: hombres, blancos, con educación superior en temas ligados a la tecnología y el diseño y con un nivel de ingresos

promedio mayor al doble de la población general (Dubrow, 2016; D. A. Mellis, 2015).

Otra crítica que se hace a este movimiento está vinculada a que el fomento de economías socio-locales que plantea como una de sus metas se ve eclipsado por la promesa de éxito de otro tipo, medido en lucro económico y el resguardo de éste mediante la propiedad intelectual: precisamente frente a lo que estos discursos se supone se posicionan (Kohtala, 2016).

El movimiento *Maker* se enuncia a sí mismo como una alternativa liberadora frente al consumismo, y a sus prácticas como actos empoderadores y democratizadores, pero en la práctica lo que se observa es que el *making* es otra forma de consumismo (Arieff, 2014) y los *makers* son personas que juegan con herramientas tecnológicas y fabrican productos irrelevantes y de baja calidad (Sadowski, 2014).

El Movimiento *Maker* es una comunidad de comunidades, que no necesariamente responden a las mismas ideas y búsqueda de medios de producción más sustentables y autosuficientes (Kohtala, 2016).

Sin duda el movimiento *Maker* está jugando un papel importante en la popularización de las tecnología de fabricación digital. Bajo esta denominación están surgiendo comunidades alrededor del mundo, que bajo la lógica del *Open Source*, comparten conocimientos sobre estos temas. Gracias a estas comunidades este conocimiento está llegando a personas que tradicionalmente estaban excluidas de los procesos de diseño y desarrollo tecnológico. Pero a pesar de esto, por la superficialidad con la que desde éste se abordan todos los factores, además de los tecnológicos, que rodean la producción material de objetos, y por lo tanto que deben ser parte del diseño, no es claro que este modelo pueda ser útil si lo que se quiere es cuestionar el paradigma de fabricación industrial. Incluso si se quiere ser más crítico aún, se podría preguntar si acaso no va en un sentido contrario al cooptar muchas de las ideas del hazlo tú mismo y el *Open Source*, pero despojándolas del sentido político con que surgieron.

2.2.2 Fab Labs

FabLab es una red internacional de *Makerspaces* asociados al Centro de Bits y Átomos (CBA) del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Aunque cada centro posee independencia en sus modelos de gestión, comparten un reglamento llamado Fab Charter:

¿Qué es un Fab lab?

Los fab labs (acrónimo del inglés Fabrication Laboratory) son una red global de laboratorios locales hacen posible la creatividad e invención, a través de herramientas de fabricación digital.

¿Qué hay en un Fab Lab?

Los Fab Labs comparten un inventario común en constante evolución, con máquinas y procesos para hacer casi cualquier cosa. Esto permite que se compartan proyectos entre diferentes Fab Labs y que cualquier persona habituada a estas herramientas y métodos estará igualmente familiarizada con cualquier Fab Lab de la red.

¿Qué ofrece la red de fab Labs?

La red permite un apoyo operativo, educativo, técnico, financiero y logístico más allá del que se puede encontrar en un único laboratorio.

¿Quién puede utilizar un fab Lab?

Los Fab Labs están disponibles como recursos comunitarios, permitiendo el acceso abierto a individuos y desarrollo de programas y proyectos.

¿Cuáles son tus responsabilidades en un Fab Lab?

- seguridad: trabajar sin hacer daño, ni a las máquinas ni a las personas.
- funcionamiento: colaborar en la limpieza, mantenimiento y mejora del laboratorio.
- conocimiento: contribuir a la documentación y el aprendizaje.

¿A quién pertenecen las creaciones de un Fab Lab?

Los diseños y procesos desarrollados en los Fab Labs pueden protegerse y venderse de la manera que elija el inventor, pero deben estar disponibles para que los individuos puedan usarlos y aprender de ellos.

¿Pueden los Fab Labs acoger negocios?

Un Fab Lab puede acoger actividad comercial en la fase de prototipado, siempre y cuando el desarrollo del producto o proyecto crezca fuera del laboratorio, no entre en conflicto con los otros usos del Fab Lab, y beneficie a los investigadores, laboratorios y redes que hayan contribuido a su éxito. (Fab Foundation, s/f)



The Fab Charter

What is a fab lab?

Fab labs are a global network of local labs, enabling invention by providing access to tools for digital fabrication

What's in a fab lab?

Fab labs share an evolving inventory of core capabilities to make (almost) anything, allowing people and projects to be shared

What does the fab lab network provide?

Operational, educational, technical, financial, and logistical assistance beyond what's available within one lab

Who can use a fab lab?

Fab labs are available as a community resource, offering open access for individuals as well as scheduled access for programs

What are your responsibilities?

safety: not hurting people or machines

operations: assisting with cleaning, maintaining, and improving the lab

knowledge: contributing to documentation and instruction

Who owns fab lab inventions?

Designs and processes developed in fab labs can be protected and sold however an inventor chooses, but should remain available for individuals to use and learn from

How can businesses use a fab lab?

Commercial activities can be prototyped and incubated in a fab lab, but they must not conflict with other uses, they should grow beyond rather than within the lab, and they are expected to benefit the inventors, labs, and networks that contribute to their success

Una de las características que los diferencia de otro tipo de *Makerspaces* es que aseguran, al menos en determinados momentos, el acceso abierto de la comunidad a su infraestructura (Troxler & Wolf, 2010).

Los espacios miembros de esta red son animados a interactuar, y se organizan encuentros periódicos tanto locales (Fab Lat, Fab Asia, etc.) como globales, las reuniones anuales son conocidos como FABx. Además se realizan programas formativos, bajo el nombre de Fab Academy. Las clases son coordinadas por el MIT y realizadas en laboratorios que son escogidos como nodos, y abarcan temas como diseño de electrónicos, escaneo e impresión 3D, modelos de negocios, propiedad intelectual, entre otros.

Cursar este programa tiene un precio de 5000 USD (Fab Academy, 2009). Este costo podría ser una limitante para el acceso abierto que sustenta a los FabLabs, sobre todo en países en vías de desarrollo.

El equipamiento necesario para instalar un FabLab y obtener la certificación oficial consiste en diversas máquinas como una cortadora láser, un CNC Router, una impresora 3D, entre otros, y tiene un valor aproximado de 50.000 dólares (Troxler, 2011)

Más allá de los altos costos asociados a implementar un espacio de este tipo (la compra de los equipos y la capacitación de personal en la FabLab Academy), lo que hace cuestionable si el modelo de FabLab es útil si se piensa en socializar la manufactura digital a escala local, es su vocación enfocada al desarrollo de tecnología de punta.

Los FabLabs están concebidos como centros para la invención y de hecho en sus bases se plantea que una vez desarrollado el producto, los miembros deben buscar otros espacios para realizar la producción. Esto lo hace muy interesante en procesos educativos pero limita mucho lo que podría ser su aporte directo en las comunidades donde se insertan, ya que esta búsqueda de la innovación como un fin en sí mismo cierra la puerta a la búsqueda de otro tipo de soluciones que vayan más allá de las tecnológicas.

En estos espacios, FabLabs y Makerspace, la gente puede “aprender haciendo” sobre las tecnologías de manufactura digital, pero por el enfoque centrado en la tecnología que estos espacios tienen, este aprendizaje queda limitado tan solo a los aspectos técnicos y las características de estas tecnologías que a estos espacios

les interesa resaltar, sin lograr visualizar el cuadro completo de las capacidades y el potencial que estas herramientas realmente tienen. (Kohtala, 2016)

Otra crítica que se hace a estos modelos es que la retórica que utilizan cae en un utopismo-digital, invisibilizando la infraestructura material y técnica en la que se basa internet y las mismas tecnologías de manufactura digital:

“Detrás de la fantasía del flujo de información sin impedimentos descansa la realidad de millones de teclados de plástico, obleas de silicio, monitores de vidrio e infinitos kilómetros de cable. Todas estas tecnologías dependen de trabajadores manuales, primero para construirlos y luego para separarlos. Este trabajo sigue siendo extraordinariamente peligroso, primero para aquellos que manejan los químicos tóxicos requeridos en la fabricación y luego para aquellos que viven en la tierra, beben el agua y respiran el aire en el que eventualmente esos químicos se filtran. Estas tareas también continúan siendo competencia de quienes carecen de recursos sociales y financieros.” (Turner, 2006)

Socializar las capacidades de la manufactura digital no pasa tan sólo por la capacitación en el uso de las herramientas técnicas, sino que debe incluir un análisis más profundo sobre el potencial transformador que éstas tienen y de los efectos que producen. Es por esto que si bien los modelos de los *Makerspace* y *FabLabs* pueden aportar bastante en la construcción de formas de socialización del diseño y la manufactura digital, es necesario ir más allá y buscar formas que respondan a las realidades locales, centradas en las comunidades y no en las tecnologías.

A partir del estudio de la apertura y la distribución como un valor en los procesos de diseño, y sobre todo de la propuesta del *Open Design*, surge la idea de que éste puede ser un factor importante para hacer frente a la actual crisis económica, social y medioambiental a la que nos enfrentamos.

Por otra parte, las tecnologías de manufactura en las que se apoya esta propuesta están ganando un creciente interés por parte de la población, lo que ha generado una gran difusión de su uso y de los espacios dedicados a ellas. Incluso ya se proponen iniciativas desde las instituciones públicas en la implementación

de espacios comunitarios de manufactura digital, como una forma de empoderamiento ciudadano y generación de innovación social.

Aquí aparece una gran oportunidad para el diseño, ya que la expansión de los espacios de diseño y la participación de cada vez más y más diversas personas en ellos, lejos de cerrar espacios a los diseñadores, abre todo un campo de trabajo en la creación de las estructuras generativas que propicien estos procesos. Es decir, diseñar la infraestructura (que involucra a la esfera social, tecnológica y de conocimiento) para que otras personas diseñen (Avital, 2011).

El diseño de estas infraestructuras generativas es un desafío que está lejos del tipo problema-solución, sino que presentan una serie de complejidades y múltiples abordajes posibles. Esto nos obliga a tomar una perspectiva del problema de diseño como un sistema en un estado A que a partir de una acción de diseño se transformará en un estado B (Findeli, 2001a).

Si tomamos el caso particular de la implementación de espacios públicos de manufactura digital, lo primero que debemos hacer es identificar las condiciones iniciales del sistema. Esto lo podemos hacer a partir del análisis de varios factores:

- Capacidades y disponibilidad de tecnologías de manufactura digital
- Otras experiencias de espacios de manufactura digital (*FabLabs, Makerspaces*) presentes en la zona
- Funcionamiento de Espacios públicos de Manufactura Digital en otras regiones, esto primero para aprender lecciones a partir de su funcionamiento, y además porque probablemente serán modelo para otras instituciones que buscarán implementarlos
- Objetivos planteados por la institución que patrocina el proyecto

A pesar de no existir muchos referentes de este tipo, ni estudios en profundidad al día de hoy, ha tomado fuerza la idea de que estas tecnologías por si solas son capaces de mejorar las condiciones de vida de las personas.

Esto está relacionado con que la innovación se ha instalado como un paradigma de este nuevo siglo, planteándose como un ideal en todas las áreas del quehacer

humano. Basta tomar cualquier revista para encontrarnos con propuestas como “cinco formas de innovar en el matrimonio” o “innovación en los negocios”, pero tal como se ha popularizado, esta idea se ha vaciado de sentido. Es importante notar que aunque muchas propuestas desde el diseño apuntan en esta dirección, y por otra parte hay un cierto consenso en que estamos en un momento de tránsito hacia nuevos sistemas de producción post-industriales, en donde la información tendrá un papel fundamental, no es posible encontrar muchos trabajos que propongan vías de articulación entre estas propuestas del diseño basadas en la incorporación de usuario como un agente activo (*Open Design, manufactura personalizada, DG-ML*) y estos nuevos sistemas económicos. A partir de esto cabe preguntarse ¿Que papel juegan los espacios comunitarios de manufactura digital en este tránsito?, ¿Pueden ser éstos un factor para que estos cambios se traduzcan en soluciones a las problemáticas de nuestro tiempo y no tan sólo una nueva reinención de un sistema de producción centralizado que da respuestas parciales a las demandas sociales?

Ahora, si se buscan casos reales que utilicen estas ideas, es aún más difícil. Aunque en el campo del desarrollo del software sí podemos encontrar ejemplos de producción distribuida y abierta, al pasar estas ideas al mundo de los objetos materiales aparecen una serie de complicaciones que apenas están siendo estudiadas.

Pero a pesar de la falta de experiencias de este tipo, si revisamos los objetivos de algunas de estas iniciativas, podemos ver que son bastante ambiciosos y abarcan una gran amplitud de temas. La tabla 3 muestra los objetivos planteados por dos de estos espacios, laboratorios públicos de manufactura digital, que ya funcionan en Barcelona (Proyecto *Ateneus de Fabricació*) y en Sao Paulo (FabLab Livre) y un tercero que está siendo implementado en Cuernavaca, Morelos (C.C. Los Chocolates).

Proyecto Atheneus	FabLab Livre	C. C. Los Chocolates
<p>-Acercar la tecnología y la ciencia de la fabricación digital (y sus aplicaciones) a toda la ciudadanía: personas, colectivos, entidades, empresas, escuelas e instituciones.</p> <p>-Desarrollar modelos de participación y trabajo en red, orientados a la innovación social y el fomento de la economía colaborativa, que promuevan nuevas formas de comunicación, de intercambio de talento y de aprendizaje abierto y compartido.</p> <p>-Apoyar proyectos que tengan reversión social y sean transformadores para un colectivo, para el barrio, para la ciudad o para el mundo. A cambio de utilizar los recursos</p>	<p>El objetivo de los Fab Labs es proporcionar oportunidades de aprendizaje libres en la tecnología y la innovación social a través de cursos, conferencias y talleres.</p> <p>Además, se fomenta el libre uso de laboratorios para el desarrollo de proyectos personales que benefician a la comunidad.</p> <p>Los laboratorios tienen computadoras para la creación de diseños en 2D, y la maquinaria y equipos que permiten la fabricación de 3D creado ideas. En Fab Labs puede manejar máquinas de corte por láser, plotters, impresoras 3D, fresadoras, entre otros, para llevar una idea innovadora a la realidad!</p>	<p>- Propiciar la formación en arte y oficios del siglo XXI a través de laboratorios y talleres.</p> <p>- Promover la participación de la comunidad en la producción de proyectos de arte, ciencia y tecnología.</p> <p>- Ofrecer a la comunidad un espacio de experimentación con nuevas tecnologías.</p> <p>- Reducir la brecha o rezago tecnológico de la comunidad, promoviendo el uso de tecnología a favor de la comunidad.</p>

<p>públicos de un Ateneo de fabricación (espacios, máquinas y personas) se requerirá una o más contraprestaciones.</p> <p>-Compartir el conocimiento generado en todos los procesos para el máximo aprovechamiento de los mismos.</p>		
---	--	--

Tabla 3: Objetivos de algunos espacios públicos de manufactura digital

De estos proyectos, el que lleva más tiempo en funcionamiento, y es uno de los referentes a nivel mundial de este tipo de iniciativas, es la Red de *Ateneus de Fabricació*.

Para conocer en profundidad este proyecto se realizó una visita a uno de los centros, el Ateneu de Ciudad Meridiana y se entrevistó a Eduard Balsebre, director de la red de *Ateneus de Fabricació*.

A continuación, se presentan algunos aspectos importantes sobre el diseño y el funcionamiento de este proyecto. Los textos en cursiva son dicho de manera textual por el entrevistado:

El proyecto nace en el año 2013 como un encargo político: diseñar y pensar cómo podría ser un fablab público. Para esto se toman dos ideas como pilares: Recuperar la tradición de los ateneos en Cataluña, que son centros comunitarios, casas del pueblo y casinos, donde la gente se reúne y se realizan actividades de formación y capacitación.

Estos centros nacen en los años 20 y 30 principalmente al rededor de partidos políticos y sindicatos.

Este aspecto le da mucha potencia a este proyecto ya que se enmarca una tradición de espacios de difusión del conocimiento desde la ciudadanía. Las herramientas de manufactura digital se ponen al servicio de esta tradición. La sociedad catalana se caracteriza por su historia de organizaciones sociales. Hasta el día de hoy cada barrio tiene sus asociaciones culturales, deportivas, etc

Las herramientas de manufactura digital sirven como un medio para propiciar la colaboración entre distintos miembros de la comunidad. Con la guía de los profesionales, por un lado se educa en temas tecnológicos a algunos mientras se resuelven problemas concretos de otros. En esto es indispensable la articulación con las instituciones y organizaciones sociales que ya están constituidas en el territorio. El otro pilar es evitar que se produzca la brecha digital que se generó con la difusión de internet. En este sentido se puso mucho énfasis en el acceso, y en que no se realicen cobros en dinero por el uso de la infraestructura. Aunque podría pensarse que para un habitante de un país Europeo no debería ser un problema reunir una cantidad de dinero para pagar unas horas de uso de máquinas, si pensamos en el desarrollo de un proyecto completo de diseño, las cantidades ya se convierten en una barrera.

Para esto desarrollaron un concepto llamado contraprestaciones como lo explica Eduard Balsebre:

“La contraprestación consiste en que el Ateneo te presta una serie de servicios, una persona que te ayuda a definir el proyecto que tú quieres hacer, te da los pasos para cómo hacerlo, y un equipo tecnológico que te enseña y te acompaña en tu proceso de aprendizaje para que lo hagas tú. Qué te pedimos a cambio, ni los materiales, ni las horas de trabajo de los tecnólogos, ni la dinamización, ni el uso de la luz, la electricidad, el agua, lo que te pedimos a cambio, que tu retornes a la sociedad esas horas que se te han dedicado. No hacemos una contabilidad, le proponemos a cada persona que en este proceso de acompañamiento mientras va haciendo aquello que quiere trabajar, piense cómo puede retornar a la sociedad. Entonces todas las contraprestaciones van en esta idea, no hace falta que seas un genio de la fabricación digital pero todo el mundo sabe hacer cosas”

La contraprestación funciona como un modo de retribuir, no tan solo al espacio mismo, si no que a la sociedad que lo está sustentando. Además ésta funciona como un vehículo para articular diferentes organizaciones del barrio. Este aspecto aparece como la mayor función de los *Ateneus de Fabricació*.

Por ejemplo, si hay jóvenes que quieren utilizar la fabricación digital pero no saben qué hacer, se los vincula con asociaciones para que realicen un trabajo que las beneficien. Un caso es un proyecto en el cual jóvenes ayudan a organizaciones de ancianos a desarrollar dispositivos que faciliten la lectura. Los jóvenes ayudan a los abuelos y a los abuelos se les pide que lo expliquen a otras asociaciones que luego podrán acercarse al Ateneo.

Eduard pone mucho énfasis en que el peso no está en las máquinas, si no en la gente. Lo importante es la gente y cómo pueden trabajar juntos. Es por esto que se refiere a la Red de *Ateneus de Fabricació* como un proyecto de valores, un servicio municipal de valores, que utiliza las máquinas de fabricación Digital.

La red trabaja con asociaciones de vecinos, casas de juventud, colegios, movimientos sociales, migrantes, y cualquier persona que tenga algún proyecto que piense que puede aportar a la sociedad.

El proyecto se define explícitamente guiado por valores ideológicos progresistas. Esto es muy interesante ya que marca una diferencia con una gran parte de espacios de manufactura digital, que al plantearse desde lo tecnológico no explicita la ideología que los sustenta y limitan su alcance tan sólo a soluciones técnicas a los problemas. Esto es también una postura ideológica, que aunque no se enuncie, está por detrás del funcionamiento y acciones de estos espacios.

La primera etapa del proyecto consistió en una experiencia piloto de dos años. En esta se invitó a diferentes miembros de la comunidad a dar su opinión sobre cómo podría ser un espacio de estas características. A partir de esto se buscaba definir la filosofía, el modelo de gestión y los programas de los Ateneos de Fabricación. El modelo obtenido se plasmó en un libro llamado El Libro Azul que está disponible online.

Cada ateneo, en la actualidad ya son cinco, nace en un barrio con sus características propias, y decide unirse a la red.

La red ayuda, pero cada ateneo tiene su vida propia y su propio modelo de gestión. Lo que tienen en común todos los Ateneos son los 3 programas de trabajo:

-Pedagógico educativo: vinculación con escuelas públicas, en coordinación con el consorcio de educación, crear vocaciones. Participan al rededor de 3000 alumnos y profesores al año. Se elige el proyecto, se capacitan a los profesores, y luego se capacita a los alumnos

-Innovación social: colectivos que no son escuela, individuos: makers y pequeños grupos.

-Familias: Con las contraprestaciones que van saliendo se realizan actividades familiares: jóvenes, niños, pero también la familia, adultos y ancianos.

Los tres programas están en los todos los ateneos. Cada ateneo, además de los tres programas, está especializada en un tema:

Ateneu Les Corts: Inclusión

Ateneu Ciudad Meridiana: Ocupación (temas laborales).

Ateneu Fábrica del sol (Barceloneta):Sostenibilidad y reciclaje

Ateneu Nou Barris: Emprendimiento

Ateneu Gracia: Artesanos y arte

Cada Ateneo está a cargo de la administración de cada barrio o Distrito:

La administración del Distrito se encarga de: local, mantenimiento, personal y el plan director: se contrata a alguien para definir qué tiene que ir dentro del Ateneu qué máquinas y para qué se necesitan.

La Red se encarga de: coste de las máquinas, mantenimiento, todo aquello que pueda permitir el desarrollo de la red: comunicación, formación (no tecnológica si no que en valores: feminismo y tecnología, economía social y colaborativa, contraprestaciones, etc.).

Un tema pendiente que aún siguen trabajando en la Red de Ateneos, son los mecanismos de evaluación. En el momento de la entrevista Eduard manifestaba que por el momento sólo están utilizando criterios cuantitativos, es decir número de usuarios, cantidad de talleres y alianzas con otras instituciones. Como uno de sus objetivos a corto plazo está el desarrollo de instrumentos de evaluación más acordes con la filosofía del proyecto. Este aspecto se hace muy importante si se piensa en la implementación de este tipo de espacios como un problema de diseño.

Los procesos de diseño son iterativos, por lo que deben estar en una constante evaluación y replanteamiento. Un espacio público que genere un verdadero impacto producirá cambios en la comunidad en la que se inserta, y a partir de estos cambios surgirán nuevos desafíos que conducirán a cambios en la configuración de estos espacios. En estos procesos iterativos, los instrumentos de evaluación son fundamentales y su diseño deben ser una prioridad en este tipo de iniciativas.

Otro aspecto importante a resaltar es el tiempo que tomaron para consultar a diferentes actores, preguntar opiniones, y a partir de eso conceptualizar como serían los *Ateneus*. La Red de Ateneos es un buen ejemplo de cómo las nuevas tecnologías se ponen al servicio de la organización comunitaria, buscando potenciar la colaboración entre estas. En Barcelona ya existe una tradición de espacios comunitarios de aprendizaje, los Ateneos, y es en este modelo en el que se basa la Red de Ateneos para poner al servicio de la comunidad las herramientas de manufactura digital. Articular diferentes actores de una comunidad es una tarea compleja, que requiere procesos largos que van más allá de disponibilizar un determinado equipamiento. El entusiasmo exagerado al rededor de estás

tecnologías puede llevar, incluso con muy buenas intenciones, a pensar que éstas pueden provocar un beneficio en cualquier caso y contexto. Esto puede llevar a la imposición de este tipo de infraestructura, llevando que, en el mejor de los casos, la comunidad no se apropie de estos espacios, o incluso a resultados más extremos como lo ocurrido en Francia, en donde un FabLab fue incendiado por un grupo de activistas que vio esta iniciativa como una forma de colonialismo tecnocrático (Makery.info, 2017).

Retomando el análisis de los objetivos de los espacios de manufactura digital antes nombrados, si pensamos ahora en el estado B al que se quiere llevar el sistema, también surgen otras complicaciones. Para empezar, en los objetivos de estos espacios se mencionan recurrentemente conceptos como innovación, desarrollo y comunidad, los cuales no pueden ser entendidos completamente sin un modelo referencial. Es decir una visión de futuro a la que se quiere llegar.

Si se plantea la socialización y democratización del conocimiento tecnológico, primero es necesario realizar ciertas definiciones y posicionarse frente al tema.

A continuación se plantean algunos aspectos a tener en cuenta a la hora de pensar en cómo la socialización de la Manufactura Digital puede convertirse en un valor para la sociedad.

Capítulo 3

Espacios de Manufactura Digital como parte de la infraestructura ciudadana.

“La herramienta justa responde a tres exigencias: es generadora de eficiencia sin degradar la autonomía personal; no suscita ni esclavos ni amos y; expande el radio de acción personal. El hombre necesita de una herramienta con la cual trabajar, y no de instrumentos que trabajen en su lugar. Necesita de una tecnología que saque el mejor partido de la energía y de la imaginación personales, no de una tecnología que le avasalle y le programe.”

Ivan Illich,
La Convivencialidad, Morelos, 1978

Capítulo 3

Espacios de Manufactura Digital como parte de la infraestructura ciudadana.

3.1 Herramientas convivenciales

Las tecnologías no son neutrales, responden a ideologías y formas de ver el mundo, es por ésto que se debe pensar en cuales son las tecnologías que se desean y cómo estas pueden ayudar a resolver las problemáticas actuales (en un capítulo posterior se profundiza esta idea), y no caer en el encantamiento por los escenarios futurísticos planteados por la ciencia ficción e impulsados por la industria del espectáculo y las grandes corporaciones de la tecnología, desde la comunicación a la medicina. Para esto se recoge la idea de convivencialidad de Ivan Illich (Illich, 2008).

En su trabajo, además de realizar una crítica a la monopolización del conocimiento tecnológico por parte de la industria y los especialistas, que podemos ver por ejemplo en la industria médica y la del transporte, plantea que la tecnología y el progreso científico de ben estar al servicio de construir una sociedad postindustrial en la cual el ejercicio de la creatividad de una persona no imponga jamás a otra un trabajo, un conocimiento o un consumo obligatorio. La herramienta justa responde a tres exigencias: es generadora de eficiencia sin degradar la autonomía personal; no suscita ni esclavos ni amos y expande el radio de acción personal. El ser humano necesita de una herramienta con la cual trabajar, y no de instrumentos que trabajen en su lugar. Necesita de una tecnología que saque el mejor partido de la energía y de la imaginación personales, no de una tecnología que le avasalle y le programe. La herramienta es convivencial en la medida en que cada uno puede utilizarla sin dificultad, tan frecuente o raramente como él lo desee, y para los fines que él mismo determine. El uso que cada cual haga de ella no invade la libertad del otro para hacer lo mismo. A grandes rasgos, el concepto de Convivencialidad, tal y como fue propuesto por Ivan Illich, se trata de la posibilidad de poner la tecnología y sus productos al servicio de la creación de la vida social y la creación de bienes comunes. Este concepto, además abre una serie de caminos para analizar el

sistema social actual a través de una serie de críticas generales al capitalismo, que se pueden resumir en tres líneas:

a) la crítica al conocimiento especializado y la atomización de la sociedad consecuencia de ella;

b) crítica al uso y desarrollo de las tecnologías como medio de privatización y destrucción

c) la crítica a las formas legitimadas de generación y divulgación del conocimiento, que se centra sobre todo en las estructuras de privatización del mismo, así como las estructuras pedagógicas modernas;

d) crítica al desperdicio energético, la exhaustión de los recursos naturales y el perjuicio al medio ambiente

e) crítica al empobrecimiento del ser humano por las formas de trabajo de la sociedad industrial.

A partir de esto, cabe preguntarse como se puede convertir la manufactura digital como modo de producción, y no tan solo los dispositivos, en una herramienta convivencial al servicio de la comunidad. Es por esto que, si se plantea la democratización de las herramientas de manufactura digital, es necesario ir más allá del ideal de “todo el mundo puede hacer de todo” y pensar en cómo estas tecnologías aportan a la democratización y distribución de los medios de producción. El potencial de este cambio de paradigma de fabricación es devolver a las comunidades la posibilidad de gestionar sus propias necesidades y de esta forma aportar en su autonomía y autodeterminación.

3.2 Función pedagógica

Por el sólo hecho de ser un tipo de infraestructura ciudadana nueva, ya involucra que sea cual sea la orientación que se le dé, deberá tener un carácter educativo para formar este nuevo público.

Además, si retomamos los objetivos que las instituciones plantean, podemos ver que en todos ellos está de forma explícita presente la función pedagógica.

La relación entre pedagogía y tecnología también es un tema sobre el que mucho se ha dicho y en el que encontramos diversas posturas. Para esta investigación se retoman algunas ideas que Gilbert desarrolló a partir del trabajo de Pacey (Gilbert, 1992a).

Si se quiere pensar en la educación tecnológica se debe estudiar y comprender esta en su complejidad. Para esto es necesario considerar no tan solo los principios de funcionamiento de las máquinas, sino todas las interacciones humanas que la rodean y constituyen.

Pacey define las prácticas tecnológicas como

“... la aplicación del conocimiento científico y de otro tipo a tareas prácticas mediante sistemas ordenados que involucran a personas y organizaciones, seres vivos y máquinas ...” (Paycey, 1985) Y la caracteriza a partir de tres aspectos que se muestran en el siguiente diagrama:

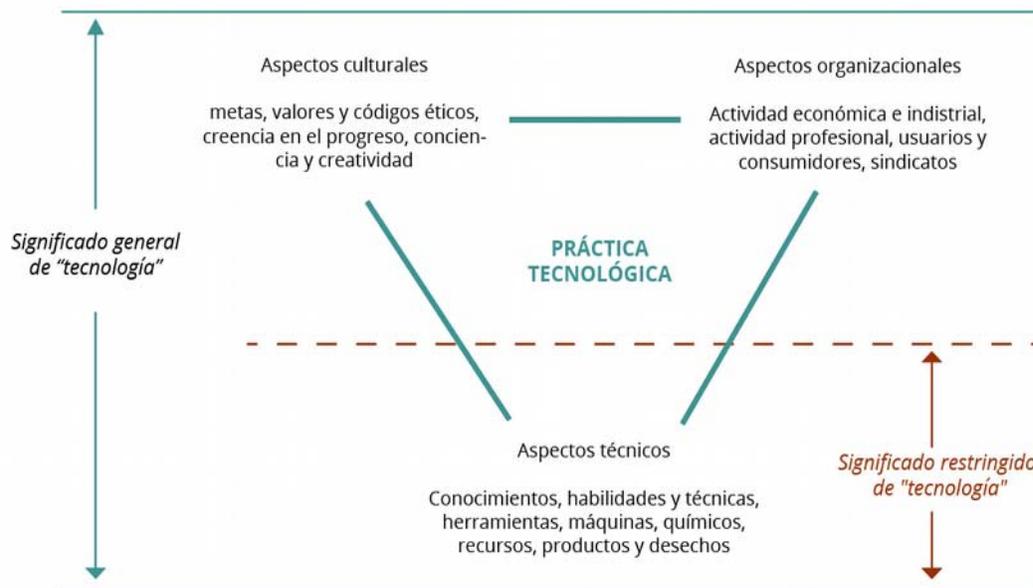


Ilustración 14: Diagrama definiciones Tecnología y práctica tecnológica (Pacey, 1985)

Un aspecto específicamente técnico que abarca las técnicas, artefactos, los conocimientos y las habilidades desplegados por las personas en el quehacer tecnológico.

Un segundo aspecto, organizacional, involucra el contexto económico y social en el que se desenvuelven los profesionales y trabajadores relacionados con la tecnología, así como también los usuarios y consumidores de los productos y procesos tecnológicos.

El tercer aspecto, el cultural, involucra los valores que influyen en la creatividad de los diseñadores e inventores, y las creencias y hábitos que caracterizan la actividad técnica (Paycey, 1985).

Entonces si se quiere pensar en una educación tecnológica integral que lleve a la comprensión de los fenómenos que la rodean y no tan sólo al funcionamiento de los instrumentos y máquinas, es necesario incluir estos tres elementos en las acciones que se emprendan.

El trabajo que desarrolla Pacey, Gilbert lo traslada a la educación proponiendo tres aproximaciones (Gilbert, 1992):

Enseñar **en, para y sobre** la tecnología: Enseñar en la tecnología considera los tres aspectos del modelo de Pacey con la intención de “ proporcionar una preparación inicial para ser un ciudadano que ejerza como tecnólogo. Esto es un ciudadano que entienda el contexto actual altamente mediado por la tecnología, siendo capaz de tener una mirada crítica sobre cómo éstas influyen en su quehacer cotidiano, y cómo puede beneficiarse de ellas.

Una aproximación más limitada es la que Gilbert denomina enseñar para la tecnología. Esto es una educación que pone énfasis en los aspectos técnicos de la tecnología y que busca preparar a los participantes de estos procesos para desarrollarse laboralmente en el ámbito tecnológico. Esta aproximación puede llevar a reforzar el determinismo tecnológico en los estudiantes.

Con enseñar sobre la tecnología Gilbert se refiere a una educación que ponga énfasis en los aspectos culturales y organizacionales, pero sin profundizar en los aspectos técnicos. Los estudiantes podrán entender las consecuencias y el origen de las tecnologías, pero en la práctica no poseerán las habilidades para efectivamente “hacer” tecnología. Esto puede llevar a fomentar una visión destructiva de la tecnología, o una satanización de esta.

El programa educativo de un centro público de manufactura digital, debiera incorporar los tres aspectos definidos por Pacey, es decir educar en, sobre y para la tecnología.

Los aspectos técnicos pueden enfrentarse a partir de programas de formación en áreas como programación, diseño y electrónica, y para su implementación se puede recurrir a recursos que se vienen desarrollando por diversas instituciones y colectivos independientes.

Los otros dos, culturales y organizacionales, plantean mayores desafíos pero posibilidades más interesantes, y para abarcarlos, se deben aprovechar estos espacios para generar discusión y pensamiento crítico en torno a la influencia que la tecnología tiene en la construcción de la sociedad, para a partir de ahí apropiarse de ellas para el beneficio local.

Entender desde donde viene la tecnología que nos rodea es un pre requisito para a partir de ellas poder generar respuestas propias, que contengan y expresen los valores de las comunidades que las generan.

3.2 Función articuladora de las comunidades y Diseño participativo

El segundo nivel en el que un espacio de este tipo debiera operar, según los objetivos propuestos, es en el fortalecimiento de la redes y agrupaciones comunitarias.

Para esto se plantea el diseño participativo como una herramienta en este sentido desde el inicio del proceso. Para determinar las características del espacio, tanto físicas como operacionales, es indispensable contar con la información que los propios usuarios tienen sobre su contexto, sólo de esta forma se podrá aspirar a cumplir los ambiciosos objetivos propuestos.

Por otra parte, el proceso en si será una forma de empoderamiento para los participantes, y permitirá el intercambio de conocimiento entre quienes proponen y quienes serán los beneficiarios de esta infraestructura.

La participación es un concepto que se ha convertido en tendencia. Al igual que otros como innovación o estrategia, se puede ver como desde programas públicos a campañas de mercadotecnia, incorporan la participación como un elemento central. Pero así como su uso se va extendiendo, el significado de la palabra se va desdibujando, y toma diversos sentidos según quién y dónde se utiliza. Es por eso que es importante definir estos y otros conceptos si se quiere emprender un proyecto en el que se busque la participación de los usuarios como parte fundamental del proceso.

El desarrollo de las tecnologías de la información ha dotado a la sociedad de nuevas herramientas para la participación, pero aunque para algunos esta participación se reduzca a la posibilidad de recibir datos de los usuario por medio de los dispositivos personales, debemos pensar en ella como procesos más profundos.

Como punto de partida podemos tomar la definición de participación del arquitecto norteamericano Henry Sannoff:

“participación significa la colaboración de personas que persiguen objetivos que ellas mismas han establecido.” (Sanoff, 2000)

A partir de esta definición podemos identificar varias ideas. La primera de ellas es la colaboración. El proceso participativo debe ser entendido como un proceso

de intercambio de conocimientos entre diferentes actores. Para que éste sea efectivo debe ir más allá de la simple consulta a los usuarios e involucrar una apertura de parte de los técnicos (diseñadores, arquitectos y otros profesionales articuladores de los procesos participativos) para escuchar e incorporar los conocimientos e inquietudes de todos los actores involucrados.

Esto supone un completo cambio de actitud en profesiones que en su formación resaltan la idea del especialista como el poseedor de la verdad absoluta para dar solución a los problemas (Romero, 2004).

Si se quiere adoptar la participación como una herramienta, se debe ser capaz de dejar atrás y romper con algunos de los paradigmas y las bases de la formación académica.

Esta colaboración, además de ayudar en la búsqueda de soluciones más apropiadas y apropiables, funciona como un ejercicio de construcción comunitaria que tiene un valor en sí mismo.

La neoliberalización de la ciudad ha producido una privatización/financiarización del espacio urbano y la mercantilización de la vida urbana (Castro-Coma, 2016), por lo que a partir de estos espacios de participación pueden promoverse valores e invitar a la reflexión en torno a la gestión colectiva de lo común en los distintos contextos.

El otro punto que nos muestra la definición de Sanoff es la autodeterminación de los objetivos por parte de la comunidad.

Se debe impulsar la participación desde el comienzo de los procesos, ya que de esta manera se podrá saber realmente que es lo que quieren los usuarios.

El diseño, la arquitectura, y en general cualquier campo profesional, no son capaces de, desde su campo, resolver la inequidad de la sociedad. Aunque si pueden mejorar las condiciones de los humanos en determinadas situaciones, el ejercicio profesional sólo puede moverse dentro de los límites establecidos en la esfera política de la sociedad.

¿Es posible hacer una vivienda en la que una persona con una situación laboral precarizada pueda encontrar el confort?

¿Un mobiliario urbano bien diseñado puede generar una comunidad saludable en una sociedad poco democrática?

Es por eso que al incluir procesos participativos en el diseño se generan simulacros de democracia, en los que se puede ejercitar la capacidad de discusión y diálogo de la ciudadanía, esto tal vez puede ser un aporte mucho mayor hacia una sociedad más justa que cualquier proyecto en particular.

En este punto cabe preguntarse por el rol que la técnica y los especialistas están teniendo, y que respuestas están entregando a la sociedad.

Según Ivan Illich (Illich, 2008), con la sistematización de conocimiento humano en diferentes ramas y especialidades, luego de una etapa en la que se logra una mayor difusión de este, comienzan a generarse un grupo de especialistas y una industria que comienzan a monopolizar este conocimiento. A partir de este punto, las tecnologías pierden su rumbo inicial de responder a los requerimientos de la sociedad como su fin principal, y comienzan a trabajar en perpetuar el control que especialistas e industria ostentan, además de aumentar los beneficios que a ellos reporta.

Es por eso que se hace necesario reforzar el compromiso de las ciencias con la sociedad. En esta tarea, una nueva mirada y aproximación a los problemas se hace necesaria. Es aquí donde los procesos participativos aparecen como una forma de devolver a la comunidad la capacidad de decisión y gestión de sus propias necesidades a partir del conocimiento técnico.

Para ser un articulador y dinamizador en estos procesos, el diseñador debe reconocer los siguientes puntos: Ante cualquier problema no hay una única respuesta y que el conocimiento de la realidad se amplía y se enriquece al involucrar distintos puntos de vista, existe una necesidad social de relaciones más equitativas y transparentes, los actores involucrados directamente en un problema son los que mejor conocen sus propias necesidades, deseos y posibilidades, y que en la mayoría de los casos hay en juego distintos intereses que necesitan de un proceso de negociación y acuerdos para lograr consensos colectivos.

Desde distintas ramas del diseño se vienen proponiendo metodologías de participación. Por tratarse de proyectos comunitarios que involucran la participación de grupos amplios y diversos de ciudadanos, para este proceso se propone la utilización de metodologías de diseño participativo provenientes de la arquitectura, como lo son las metodologías de Habraker o Livingston, que lejos de

plantear marcos cerrados, proponen dinámicas y métodos para obtención y análisis de la información y su traducción en propuestas (Romero, 2004).

El trabajo que vienen realizando algunos arquitectos en la articulación de comunidades y grupos de pobladores para la producción de vivienda puede entregar luces sobre como organizar un espacio comunitario de manufactura digital, y como convertirlo en parte del hábitat urbano.

Cabe destacar que si se piensa en un proyecto de estas características se deben considerar procesos previos de investigación y participación que pueden llevar incluso años, los cuales deben apoyarse en experiencias previas, pero deben buscar proyectos específicos para cada contexto, en donde las tecnologías de fabricación se pongan al servicio de las necesidades locales y no se conviertan en un fin por si mismas.

3.3 Inserción en las economías locales

A pesar de la masificación de las tecnologías de fabricación digital, no es fácil encontrar proyectos que se basen en ellas que estén siendo efectivamente utilizados y generando beneficios para la comunidad.

Si se revisan los sitios web que sirven de repositorios de proyectos podremos encontrar que la mayoría corresponden a juguetes, adornos u objetos funcionales que probablemente sería más eficiente fabricar con otro tipo de procesos de producción.

Por otra parte, en los productos fabricados con estos métodos que efectivamente están siendo distribuidos, el mercado al que apuntan esta muy acotado a otros entusiastas de éstas tecnologías, que ven en la fabricación digital un valor en sí mismo que los motiva adquirir esta clase de productos.

La inserción en las economías locales de los productos de la fabricación digital es lo que podría convertir estos sistemas de producción en la cuarta revolución industrial que prometen. Solo logrando que estos sistemas reemplacen en algunas áreas a los de producción industrial se pueden cumplir las expectativas que ofrecen de resolver problemas asociados a la producción en masa, fomentando economías más sustentables, en sus aspectos económicos y sociales.

La manufactura digital directa como un añadido a la producción industrial, sólo agudiza e intensifica los problemas que este último ha generado, ya que sólo aceleraría la producción de objetos irrelevantes y de rápido deshecho, con el aumento de deshechos y consumo de energía que eso implicaría.

La forma en que los sistemas de manufactura digital directa se han insertado en la economía ha venido generando un modelo basado en la distribución a través de plataformas como *Kickstarter* en las que un individuo, por ejemplo en España, diseña un producto, lo ofrece a nivel mundial y de esta forma reúne el dinero para su producción que puede ser realizada en China u otro país. Luego los productos viajan al país donde se diseñó, para desde ahí ser distribuidos globalmente.

Este modelo de financiamiento ha ganado mucha importancia , y cada vez son más las pequeñas marcas que entran a competir al mercado global. Pero es claro que a pesar de la posibilidad de entrada de actores que no tendrían como entrar a los sistemas de producción en masa, el modelo de financiamiento para este tipo

de productos que propone *Kickstarter* y otras plataformas, comparte con la producción en masa muchos de los elementos que han llevado a la crisis ambiental y social en la que nos encontramos. Las tecnologías de fabricación como parte de un sistema productivo que sigue basado en el flujo de materiales a nivel global y en la externalización del impacto ambiental de la producción en países del tercer mundo como China y otros, no plantea una salida a las problemáticas asociadas a la producción en masa.

Apostar en la fabricación digital como una respuesta a los problemas generados por la producción industrial no se trata de reproducirla a menor escala, se trata de cambiar en profundidad la forma en que las sociedades gestionan sus necesidades.

La propuesta del Diseño global/producción local plantea que lo que debe fluir a nivel planetario son las ideas, los diseños y el conocimiento, pero que la producción debe realizarse a nivel local, evitando, por un lado los grandes flujos de materias primas y devolviendo el valor de los procesos de producción a quienes los llevan a cabo (Kostakis, Niaros, Dafermos, & Bauwens Ragnar, 2015).

Es aquí que la propuesta de las Economías Distribuidas ofrecen un horizonte muy interesante hacia el cual dirigir los esfuerzos.

Las estrategias de Economías Distribuidas incorporan a las dimensiones sociales, económicas y medioambientales en la búsqueda de patrones de producción y consumo más sustentables (Johansson, Kisch, & Mirata, 2005), y se apoyan en premisas que tienen mucha coherencia con los postulados del Open Design. El siguiente esquema resume algunas de las relaciones entre las propuestas del Open Design y las Economías distribuidas.

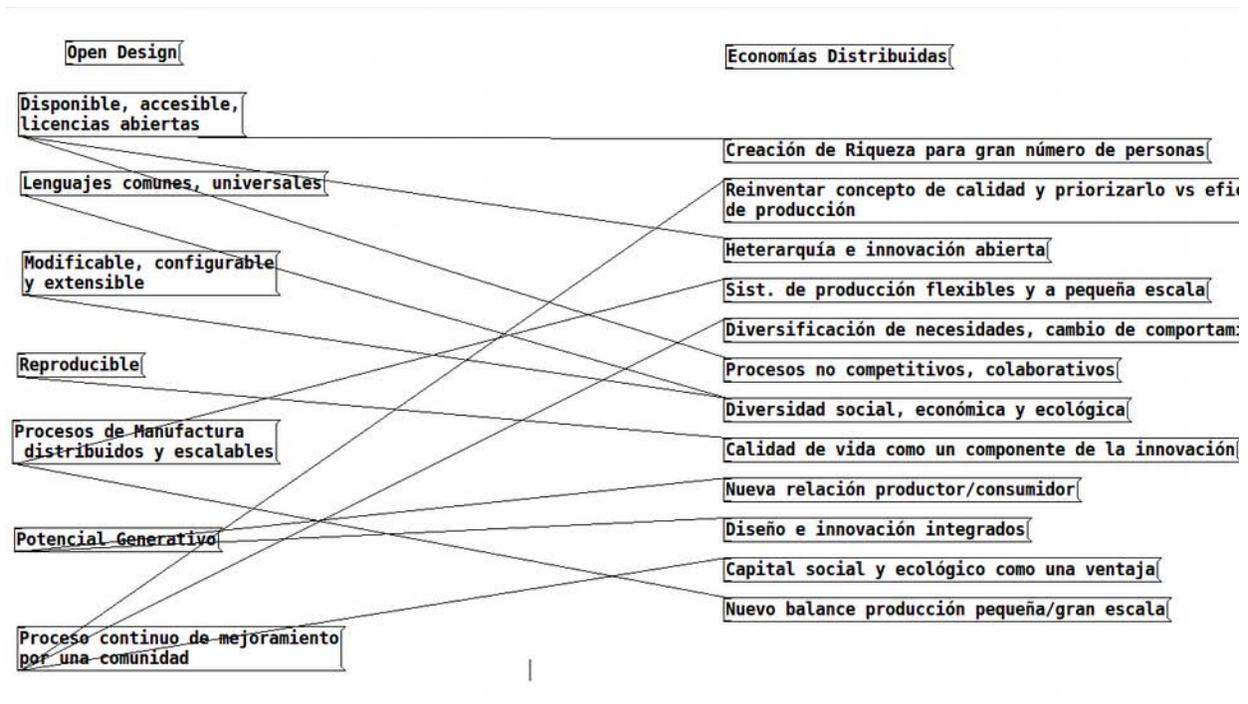


Ilustración 15: Relaciones entre Estrategias de Economías Distribuidas y Open Design. Elaboración propia.

Este cambio de enfoque cuestiona uno de los supuestos de la economía clásica, que se enfoca en un crecimiento infinito basado en recursos naturales ilimitados. Esta idea es cuestionada por nuevas propuestas como la de la la fundación P2P, quien hace una llamado a volver a poner las lógicas económicas y del mercado al bienestar de la sociedad.

“Sin el reencuadre de la lógica económica en las limitaciones físicas requeridas para sostener la biosfera, y sin poner la cuestión de la meta y la finalidad de las actividades humanas a la vanguardia de nuestra lógica, el problema no puede resolverse verdaderamente.” (Piques & Rizos, 2017)

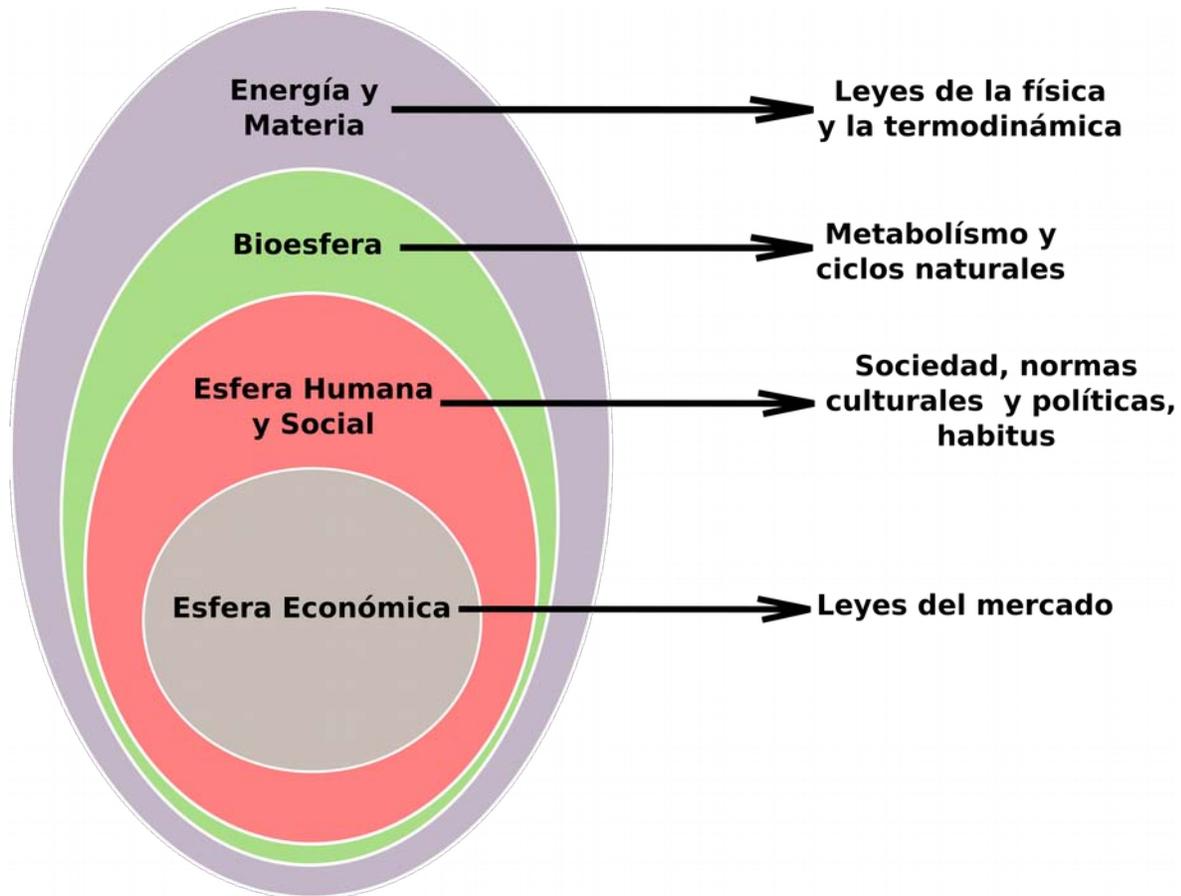


Ilustración 16: El reencuadre de la lógica económica dentro de las esferas humana, bio y energética (Piques & Rizos, 2017)

Estas dos propuestas, la de las economías distribuidas y la de la P2P Foundation, son tan solo dos ejemplos de iniciativas que buscan respuestas a los problemas generados por el modelo Industrial que rige la producción en la actualidad. Si se quiere pensar en los sistemas de Manufactura Digital como una forma de hacer frente a estos problemas se debe buscar la manera de articularlos con este tipo de propuestas. El impacto de éstos está íntimamente vinculado a la forma en como estos productos se insertan en la economía, por lo que no incorporar este ámbito en la planeación de formas de socialización de estas tecnologías limita el impacto que estas pueden tener en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

Un ejemplo en como la incorporación de nuevas tecnologías en una comunidad puede plantear nuevas dinámicas organizativas y económicas lo podemos encontrar en el proyecto Rhizomática.

A partir del 2013, 18 comunidades del estado de Oaxaca, México, han generado las bases de un sistema autónomo de telefonía celular, apoyados por dos organizaciones sociales: Rhizomatica y REDES A.C.

En éste proyecto convergen dos comunidades, por una parte las comunidades indígenas del estado de Oaxaca, que basan en la comunalidad su organización social y por otro lado miembros de la comunidad de Hackers.

A partir del uso de software y hardware libre, estos colectivos han montado redes de telefonía celular en lugares alejados que, por no ofrecer un mercado atractivo para las compañías de telefonía estaban excluidas de estos servicios.

En la actualidad son 19 comunidades que han implementado este sistema. Cada comunidad decide los lineamientos de uso y cómo será la implementación del sistema en su contexto particular (Baca-Feldman, Parra Hinojosa, & Huerta Velázquez, 2017).

Por esta iniciativa Peter Bloom, fundador de Rhizomatica fue distinguido en el año 2015 por el MIT como uno de los innovadores menores de 35 de ese año ("Innovadores Menores De 35: Peter Bloom, 33 - MIT Technology Review", 2015).

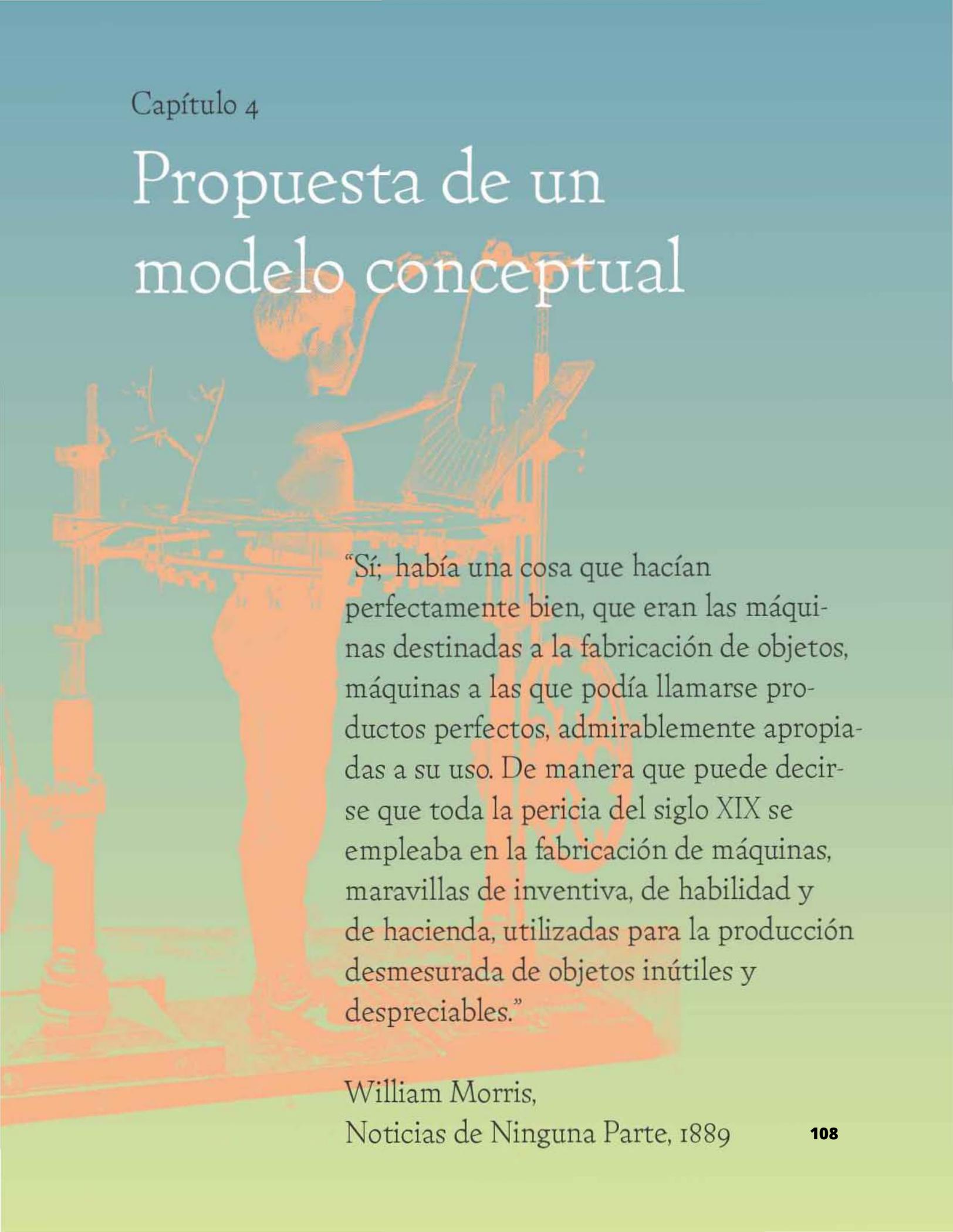
El objetivo del proyecto según Bloom es poner la infraestructura de telecomunicaciones en manos de la comunidad, y la innovación reside en encontrar una tecnología fácil de usar para que puedan ser los mismos miembros de la comunidad quienes la gestionen.

Lo interesante de este proyecto, además de la innovación tecnológica, es cómo ha propuesto un modelo de gestión de las telecomunicaciones alejado de la lógica de las transnacionales. Es la misma comunidad la que decide cuál será el sistema de gestión, cómo se paga y qué se hace con esos recursos. Las comunidades se organizan como cooperativas en las que cada usuario paga una cuota mensual fija, que se establece en función de los gastos de mantenimiento del servicio, y una cantidad variable en función de las llamadas a teléfonos fuera de la red local.

Este es un ejemplo de como se pueden articular avances tecnológicos, la filosofía *Open Source*, y los sistemas organizativos locales para proveer una respuesta a una

necesidad concreta de la comunidad. Si se quiere poner a la manufactura digital al servicio de las comunidades se deben buscar este tipo de articulaciones, y es ahí y no tan solo en los aspectos técnicos, donde se pueden poner en acción los nuevos discursos y las habilidades de un diseño con visión integral y al servicio de la sociedad.

Propuesta de un modelo conceptual



“Sí; había una cosa que hacían perfectamente bien, que eran las máquinas destinadas a la fabricación de objetos, máquinas a las que podía llamarse productos perfectos, admirablemente apropiadas a su uso. De manera que puede decirse que toda la pericia del siglo XIX se empleaba en la fabricación de máquinas, maravillas de inventiva, de habilidad y de hacienda, utilizadas para la producción desmesurada de objetos inútiles y despreciables.”

William Morris,
Noticias de Ninguna Parte, 1889

Capítulo 4

El Diseño en la Socialización de la Manufactura digital

4.1 Modelo conceptual

A continuación se presenta un modelo que condensa los resultados obtenidos en la investigación sobre los diferentes aspectos que deberían ser considerados en la implementación de proyectos que planteen la manufactura digital como una herramienta para la democratización y empoderamiento ciudadano.

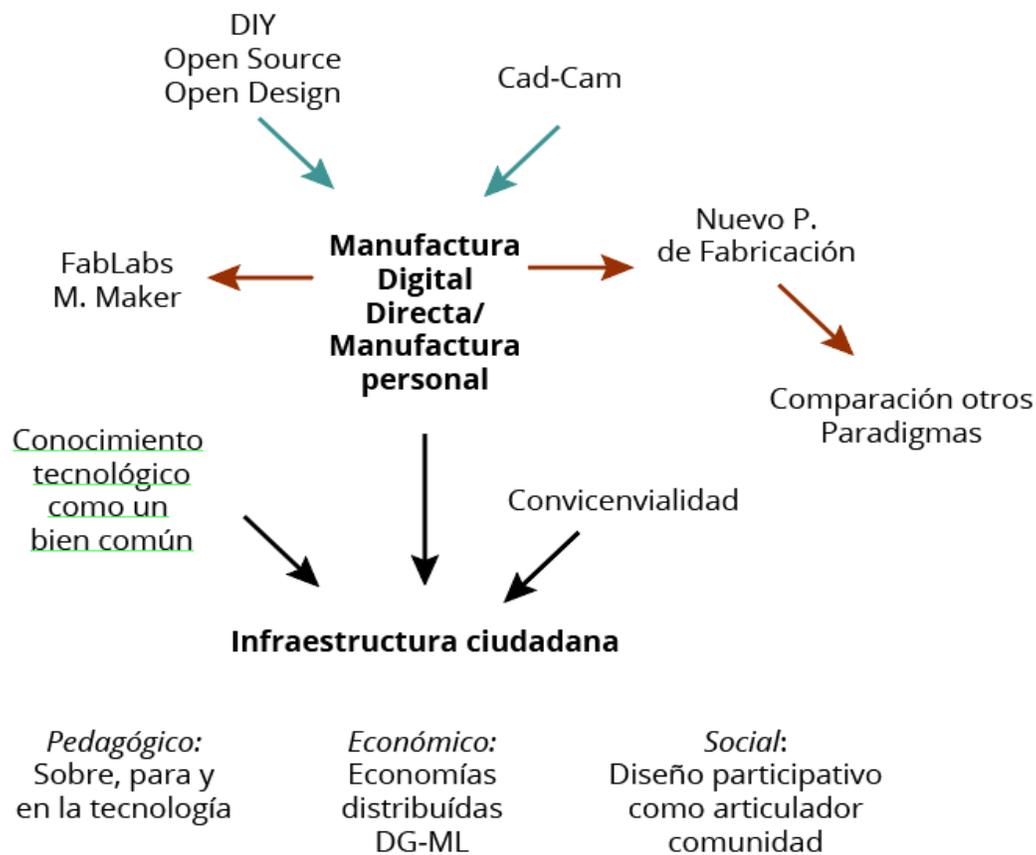


Ilustración 17: Modelo Conceptual Socialización de la Manufactura digital. (elaboración propia)

Con el desarrollo de esta investigación se pudo apreciar que desde los discursos que están llevando adelante más acciones en pos de la difusión de las tecnologías de manufactura digital, se están abordando principalmente los aspectos técnicos y en menor medida los económicos de esta nueva forma de fabricar cosas. Pero proponer un cambio en los modos de producción de la sociedad, no se reduce a un problema técnico. Es necesario plantear el problema de la construcción de lo artificial desde otros puntos de vista y considerando más aspectos en la búsqueda del entendimiento de la complejidad del fenómeno.

A partir del mapeo de diversos temas que se relacionan con la manufactura digital directa, se busca profundizar en algunos de los conceptos que aparecen en la promoción de estas tecnologías y en las expectativas que han generado.

Lo que el modelo plantea es una hoja de ruta para la problematización de proyectos que busquen en la socialización de las herramientas de la manufactura digital un modo de mejorar la calidad de vida de las personas.

A partir de este modelo también se busca aportar en el entendimiento del tema por parte de profesionales e investigadores de otras áreas. Al masificarse estas tecnología comienza a generarse una estructura en torno a ellas que va requiriendo especialistas de diversas áreas. Debido al entusiasmo que la manufactura digital ha generado, la mayor parte de la información ligada al tema que se ha difundida masivamente tiene relación sólo con sus beneficios, muchas veces exagerados. Es por esto que a partir de las relaciones que se muestran, se plantean más puntos de vista y herramientas para las personas que comienzan a acercarse al tema.

Si se observa el esquema se pueden identificar relaciones entre temas de diversas áreas del conocimiento. Aspectos técnicos se cruzan con consideraciones sociales y problemas pedagógicos. El diseñador puede cumplir un rol fundamental en la articulación de estas diferentes dimensiones de la problemática de la socialización de la manufactura digital.

4.2 El rol del diseñador

"el diseño, despojado hasta su esencia, puede definirse como la capacidad humana para dar forma y sin precedentes en la naturaleza a nuestro entorno, para servir a nuestras necesidades y dar sentido a nuestras vidas."

(Heskett, 2005)

Todos, en algún determinado contexto o situación nos veremos en la necesidad, o el deseo de realizar una intervención en nuestro entorno cercano, y por lo tanto nos podríamos ver beneficiados de tener ciertas habilidades de diseño. Por esto Buchanan (1992) habla del diseño como un arte liberal de la época tecnologizada , que puede llevar a cambios estructurales en la sociedad.

La definición de Heskett se hace cargo de esa universalidad de los procesos de diseño en su visión integral, pero aún deja pendiente la duda sobre que significa la profesión del diseñador. O más general, que debe hacer aquella persona que elige el diseño como su quehacer principal, y posición desde donde hacer su aporte a la sociedad.

El diseño como disciplina emerge como un reflejo de la modernidad, en el momento en que se necesitaron especialistas para poder realizar proyectos de mayor envergadura. A lo largo de toda la historia las mismas personas, por ejemplo, construían sus propias casas sin la necesidad de un especialista. Estos aparecen cuando se propone realizar las grandes catedrales y palacios, en los cuales si se necesitaba de un mayor conocimiento (Romero, 2004)

Es por eso que al entrar en crisis el discurso de la modernidad, y el de la producción en masa que la sustentó, el diseño también se ve cuestionado y obligado a replantear sus tesis y paradigmas (Rodríguez, 2011). En el siguiente capítulo se analizarán algunas propuestas útiles para comprender el rol que puede tener el diseñador profesional en el contexto de la fabricación digital como un nuevo paradigma de producción.

4.2.1 La Evolución de los problemas de Diseño

“La forma sigue a la función” fue un principio que casi como un mantra se repetía dirigiendo las prácticas del diseño durante el siglo XX. Desde ese tiempo hasta ahora, no solo la tecnología se ha desarrollado y complejizado, también lo han hecho las sociedades y los mismos individuos. Es a partir de este nuevo escenario que Krippendorff plantea un modelo para entender como han evolucionado los problemas del diseño (Krippendorff, 1997) y desde ahí generar nuevos principios acordes a las condiciones actuales.

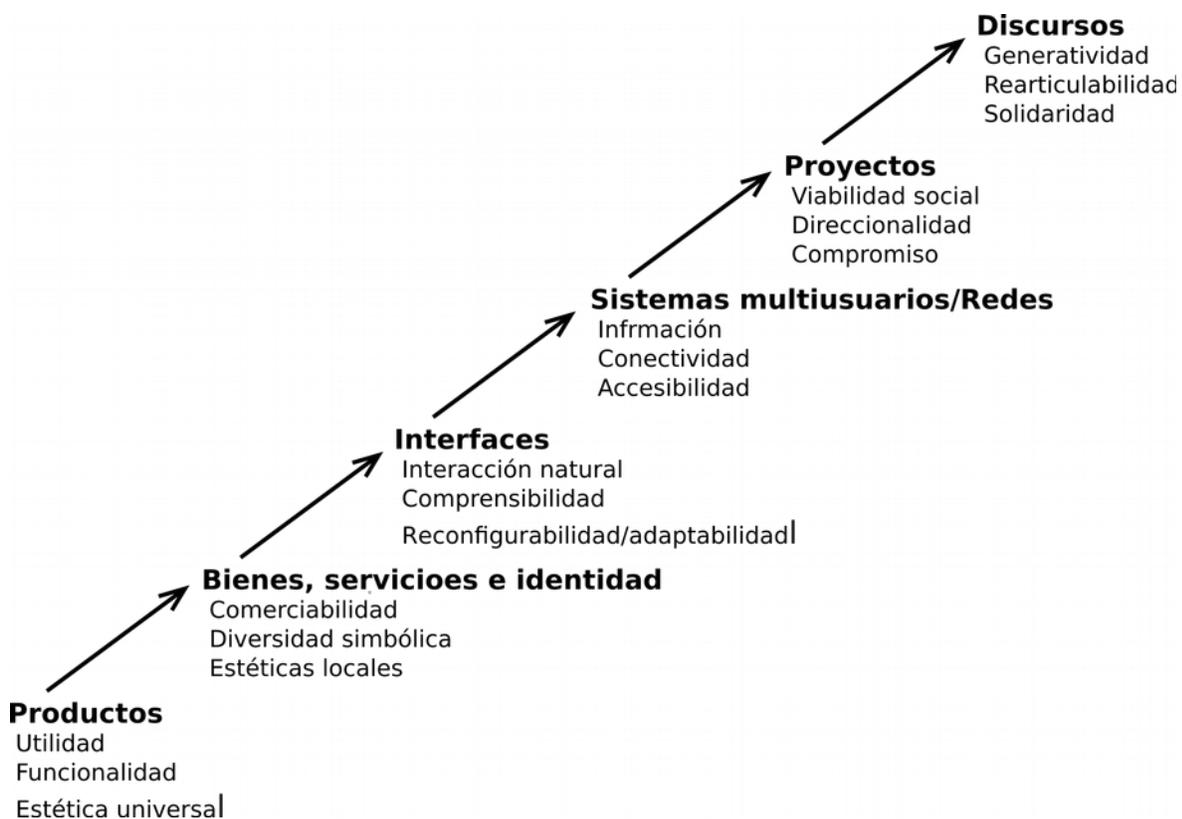


Ilustración 18: Evolución de los problemas de Diseño (Krippendorff, 1997)

Es así como plantea que los primeros problemas de diseño pertenecen a la clase de los productos y estaban asociados a su forma, función y utilidad. Con el correr del tiempo los problemas a los que se enfrentaron los diseñadores fueron complejizándose cada vez más, y para su respuesta se ha hecho necesario conocimiento de diversas áreas y por lo tanto, la participación de más agentes.

Kippendorf divide esta trayectoria de lo artificial en nueve clases. Cada una de éstas ha ido apareciendo para modificar la anterior y preparar el camino a la siguiente.

Aunque estas etapas han ido apareciendo con el correr de los años, en la práctica podemos ver que se superponen y que el diseñador en la actualidad puede encontrar todos estos tipos de problemas en su quehacer.

Para entender esta multiplicidad de niveles en los que opera el diseño al mismo tiempo, Leon Cruickshank recoge el concepto de Rizoma de DeLeuze y Guattari (que a su vez lo toman de la biología) y lo traslada al campo del diseño (Cruickshank, 2014).

El organismo vivo más grande es un rizoma, un hongo (*Armillaria ostoyae*) en Oregón, EE.UU., que tiene una superficie de 8.8 km cuadrados. La estructura de este hongo se conforma de filamentos que se hunden hasta un metro bajo el suelo. Este organismo solo es visible en la superficie a través de las setas que emergen de la tierra en algunos puntos y momentos específicos, para esparcir las esporas. Estas setas son formas más estructuradas y jerárquicas que los filamentos bajo tierra.

El rizoma sirve de metáfora para el diseño en la época en la que vivimos en la que los problemas de la disciplina son mucho más amplios, los procesos se abren y cada vez más personas participan de ellos.

Mientras algunas actividades de diseño pueden ser más evidentes, como las setas del hongo, otras no lo son tanto. Es solo cuando las acciones se materializan en un producto más visibles cuando estas actividades ganan mayor atención. Pero acciones de diseño pueden generar desde un objeto, hasta un plan de financiamiento, pasando por el diseño de espacios o campañas de información.

Esta visión del diseño como rizoma también plantea una alternativa a la visión binaria diseñador-usuario (Cruickshank, 2014).

Entonces, en este contexto el rol del diseñador es el de un dinamizador entre estos distintos procesos, aportando con sus habilidades y conocimientos en el flujo de ideas y la materialización de valores en productos y sistemas.

Por ejemplo, si se piensa en la implementación de un espacio público de manufactura digital, el trabajo de un diseñador profesional transitará por todos los

niveles de problemas de diseño planteados por Krippendorf. Sus conocimientos serán muy importantes en la configuración del espacio, guiando procesos participativos en el diseño del mobiliario y la selección del equipamiento. En un nivel superior, el diseño de la identidad, la comunicación y los servicios que este espacio ofrecerá, es una tarea que requerirá conocimientos específicos. Definir el tipo de membresías, los horarios de apertura y los reglamentos, requerirá de habilidades que un diseñador bien preparado podrá aportar. Ya en los niveles más avanzados del modelo de Krippendorf podremos encontrar problemáticas vinculadas a la conexión y articulación entre distintos espacios con similares características. Además de desafíos vinculados a la inclusión, que ya se ha visto en este trabajo es uno de los temas pendientes de los discursos vinculados a la manufactura digital. También aparecen temas relacionados a la gestión y los recursos económicos. Estos temas se escapan a la comprensión de un diseñador y entran en el área de la administración y las finanzas, pero en la articulación de los diferentes actores participantes puede jugar un rol fundamental.

Por último, en el modelo de Krippendorf el nivel más elevado es el diseño de discursos. Éste es el punto más importante si se piensa en un espacio público de manufactura digital como una herramienta al servicio de la comunidad. Como se ha visto en este trabajo no es claro como debe ser la implementación y la socialización de estas tecnologías para alcanzar los resultados que propone. Lo que si es claro es que esto no se reduce tan solo a un problema técnico. Pensar en este desafío como un problema de diseño es diseñar para la colaboración en la comunidad, potenciando las capacidades generativas y la solidaridad entre sus miembros. Diseñar un espacio de este tipo es proponer a la comunidad cual debe ser el rol de la tecnología en las dinámicas productivas de la sociedad, materializando los valores que esta persigue en productos de diseño en todos los niveles en los que estos se presentan.

El diseño de discursos del que Krippendorf habla es proponer cambios en la estructura más profunda en la que se sustenta la sociedad.

Frente a la incapacidad de los sistemas organizativos actuales para lidiar con los problemas contemporáneos, pensemos por ejemplo en el cambio climático, las habilidades del diseñador pueden ser un gran aporte.

Pero proponer e influir a este nivel en las problemáticas sociales requiere un entendimiento de estos y un posicionamiento claro en torno a cuales son los valores que se quieren potenciar y cuales otros se deben limitar. Diseñar así se convierte en un acto político. En este sentido podemos ver a diferentes teóricos haciendo un llamado a la comunidad del diseño a posicionarse y actuar en la defensa de valores y en la búsqueda de nuevas formas más abiertas y democráticas de construir el futuro de manera colectiva (Sims, 2016). Un ejemplo de esto es la carta abierta que en marzo del 2017 publicaron Ezio Manzini y Victor Margolin. En ella llaman a diseñadores a generar acciones concretas en defensa de la democracia en un momento en que desde diversos lugares del mundo discursos autoritarios ganaban mayor poder (Manzini & Margolin, 2017).

Otro ejemplo es el libro de Tony Fry *Design as Politics*. En el propone que los diseñadores tienen capacidades únicas que pueden marcar una diferencia al abordar los problemas de la sustentabilidad. Para el la capacidad prefigurativa debe estar al servicio de una vasta gama de disciplinas en la búsqueda de respuestas, para Fry los diseñadores pueden hacer la política real (Fry, 2011).

Si diseñar es un acto político, se requiere que quienes guíen esos procesos estén debidamente preparados para asumir esa responsabilidad. Es por esto que al plantearse desde la disciplina del diseño una expansión de su campo de acción, se debe también ampliar el espectro de consideraciones a tener en cuenta a la hora de realizar propuestas, incorporando aspectos sociales y culturales, además de económicos y técnicos.

4.2.2 Valores plasmados en la tecnología

Si como sociedad se plantea la apertura, la transparencia y la democracia como valores a los que se aspira, esto debe traducirse en la búsqueda de sistemas que encarnen estos valores, y en esto el desarrollo tecnológico y por tanto el diseño, debe jugar un rol central.

El desarrollo de la tecnología ha sido un factor fundamental en las transformaciones sociales durante toda la historia. Estos avances, o al menos la aplicación de éstos, no son procesos autónomo de desarrollo que no responden a agentes externos a la propia tecnología, como plantea el determinismo tecnológico (Diéguez, 2005), sino que por el contrario están determinados por las diversas relaciones de poder e ideologías presentes en las diferentes épocas, materializando ideales y propuestas de mundo y formas de habitarlo en objetos y productos.

La teoría de los “Valores incorporados en el diseño” (Flanagan, Howe, & Nissenbaum, 2008) plantea que hay una ética de los sistemas tecnológicos separada de la ética del uso de estos sistemas, por lo tanto que los objetos y dispositivos no son neutros y pueden encarnar valores desde su mismo diseño. Esta propuesta se desmarca del determinismo tecnológico y del discurso de la neutralidad de la tecnología. El determinismo tecnológico se puede resumir en los siguientes tres aspectos:

- a) explica que todo cambio social se debe a la tecnología
 - b) que entonces la tecnología rige su propio desarrollo por una lógica inherente a si misma y aislada de la sociedad y
 - c) que ese desarrollo es índice del progreso de las sociedades, permitiendo ordenarlas entre sociedades desarrolladas, subdesarrolladas y bias de desarrollo
- la neutralidad de la técnica es que la tecnología no tiene valores inherentes en su diseño, sino que los valores están dados por el uso que se la a la misma.

Si una sociedad ideal es aquella en la que las tecnologías promueven no tan solo valores instrumentales como funcionalidad, eficiencia, seguridad y usabilidad, sino que también valores sociales, morales y políticos, quienes diseñen esos sistemas tienen la responsabilidad de incorporar estos últimos valores en su trabajo (Brey, 2009).

Desde el campo específico del diseño de sistemas computacionales, esta teoría afirma que estos no son moralmente neutros y que es posible identificar tendencias en ellos a promover o negar valores morales y normas en particular. La discusión en torno a estos valores debe ser incorporada en los procesos de diseño, el diseñador debe ser capaz de abrir y detonar esas conversaciones, no necesariamente ser un experto en filosofía y en los temas a tratar (Flanagan et al., 2008), además debe conocer los valores de la comunidad para la que se diseña.

Mucho se habla de como los sistemas de manufactura digital van a moldear a la sociedad y sus sistemas económicos y como estos deben adaptarse. Esta postura denota un fuerte determinismo tecnológico, y deja en una posición desventajosa a los miembros de la sociedad que están marginados de los procesos de desarrollo de tecnología. Según esta visión la sociedad en su conjunto es la que debe adaptarse y cambiar según los avances tecnológicos.

Si se piensa en la manufactura digital como una tecnología que puede mejorar la calidad de vida, debe adoptarse un enfoque inverso y preguntarse como estas pueden responder a demandas de y problemáticas de las comunidades.

4.2.4 Meta Diseño

Una de las preocupaciones de los diseñadores es poder anticipar el comportamiento de los usuarios y los futuros problemas a los que se verá enfrentado un sistema.

Esta es también una de las aspiraciones de la ciencia y de los poderes políticos, especialmente de los más autoritarios. Entonces la pregunta es ¿Que hace diferente está aspiración en la política y en el diseño?

El diseño también ha sido aliado de la represión en muchos ejemplos históricos. Las tecnologías militares son ejemplos claros donde el diseño corresponde a un conocimiento profundo de la naturaleza humana, utilizado para el control. Por lo que es importante detenerse a pensar en este asunto y cuestionarse hasta que punto, como diseñador, se quiere mantener el control sobre los sistemas diseñados y que grado de libertad se quiere dejar al usuario para ejercer su creatividad y continuar con los procesos de diseño para adaptarlos mejor a sus necesidades.

La vida de los objetos de diseño apenas comienza al terminar la etapa del proyecto de diseño . En este sentido Krippendorff (Krippendorff, 1997) plantea que los objetos entran a formar parte de un ecosistema de objetos, en el que se dan relaciones análogas a las que podrían tener los seres vivos.

La propuesta del Meta-Diseño plantea la participación del usuario en el proceso de diseño, pero ya no en la etapa del proyecto, sino que en la etapa de uso, esto es diseño después del diseño (*design-after-design*) o diseño en el uso (Ehn, 2008).

Para esto, tanto profesionales como usuarios son vistos como posibles diseñadores, pero a diferencia del diseño participativo, estos actuarán en procesos de diseño que aunque relacionados, se llevaran a cabo en diferentes temporalidades.

Es por eso que en el proceso de diseño en la etapa del proyecto, se deberá generar las condiciones para los procesos de diseño en la etapa de uso. Los diseño deben ser apropiados y apropiables por los usuarios. Los productos de diseño en la etapa de proyecto deben ser pensados para generar debate y controversia a

partir de la cual nuevos objetos de diseño pueden aparecer en la etapa de uso (Ehn, 2008).

El rol del diseñador profesional es proveer la infraestructura para que otros diseñen, infraestructuras generativas que sean abiertas, adaptativas y atractivas para ayudar a las personas a desarrollar al máximo su capacidad creativa. Pero no debemos pensar en infraestructura tan solo como elementos físicos o tecnológicos, sino que pensar en las esferas sociales, políticas y económicas. Es importante recalcar que no todo el mundo quiere ser diseñador, y al mismo tiempo los diseñadores profesionales no tienen porque serlo todo el tiempo. Lo importantes es que cuando las personas tengan la necesidad y el deseo de ejercer la capacidad de diseñar cuenten con los espacios y herramientas para poder hacerlo.

Antes de pensar en las herramientas y estructuras para que más personas pueden ser parte del diseño de su entorno, es necesario preguntarse si existe el deseo o la necesidad de hacerlo. Para esto es fundamental el desarrollo de esta mentalidad, lo que involucra procesos culturales. Dicho de otro modo, la primera herramienta que debe socializarse si se piensa en democratizar los procesos de diseño, es la "mentalidad del diseño" (Fischer & Scharff, 2000).

En la cultura occidental capitalista es fomentada una mentalidad de consumidor. A pesar de que las tecnologías de la información posibilitan una mayor comunicación y libertad, esta libertad se limita a la selección de alternativas pre-programadas (Flusser, 2002).

Esta diferencia consumidor-diseñador no debe verse como una dualidad binaria. Todos pueden ser diseñadores en algún momento y consumidores en otro, y no hay nada malo en eso. Los problemas ocurren cuando alguien quiere ser diseñador y es forzado a ser consumidor, o cuando la mentalidad y hábitos de consumidor se convierten en dominantes y universales dominando la vida humana por completo (Fischer & Scharff, 2000).

O como plantean Fischer y Scharff:

“El principal objetivo del meta-diseño es empoderar a los humanos (aunque no todos ellos, no todo el tiempo, no en todos los contextos) para ser y actuar como diseñadores.” (Fischer & Scharff, 2000)

Un aspecto interesante de la propuesta del Metadiseño es que aunque plantea la idea de que todo el mundo en determinado momento siente la necesidad o el deseo de diseñar, no todo el mundo está interesado todo el tiempo en hacerlo. Esto toma aún más sentido cuando se habla de nuevas tecnologías. A pesar de los esfuerzos de los entusiastas de la manufactura digital, y de las tecnologías de la información en general, no todo el mundo se ve atraído a trabajar con ellas. Muchas de las iniciativas que buscan aumentar el alcance de los beneficios de la fabricación digital se centran en realizar talleres y capacitar a personas en el uso directo de estos dispositivos. El desafío entonces al pensar en socializar la manufactura digital es como poder hacer extensivo sus beneficios a esas personas que no sienten un interés por aprender el manejo de las máquinas, pero que tal vez con un estudio más profundo podrían beneficiarse de las ventajas que presentan.

Socializar el diseño y la manufactura digital va más allá de la capacitación de personas en el uso de determinadas técnicas: implica poner en manos de la sociedades algunas de las herramientas que se han generado desde el diseño para el entendimiento y la resolución de problemas. Entonces, los sistemas de manufactura digital aparecerán ampliando las posibilidades de las comunidades para dar respuesta a sus necesidades, y no como una solución a los problemas en sí mismas.

4.2.5 La Enseñanza del Diseño.

Si se quiere pensar en socializar ciertos aspectos del diseño, lo primero que se debe hacer es pensar en estrategias pedagógicas que conduzcan a este objetivo. Para comenzar se revisará como se plantea la educación del diseño en ámbitos formales (Universidades en sus niveles de pre y posgrados) para desde ahí diseñar estrategias que permitan hacer accesible a una mayor parte de la sociedad algunas ideas y métodos de la disciplina del diseño.

En este sentido es innegable la influencia de la Bauhaus en los programas curriculares de prácticamente todas las escuelas de diseño del mundo occidental. Los principios que sus fundadores definieron marcaron lo que se entendería por la disciplina del diseño y los aspectos que debían incluirse en las mallas curriculares.

En el año 1919 el manifiesto fundacional de la Bauhaus hablaba de una estructura basada en la triada arte/ciencia/tecnología, pero ya para el año 1923 el foco se había centrado en los aspectos artísticos y tecnológicos, como lo dejaba claro Gropius en su celebre frase:

“Art and Technology: A New Unity.”

Que fue el modelo teórico sobre el cual se basaba la Bauhaus. Esta herencia fue recogida luego en la New Bauhaus de Chicago. Para la creación del programa de estudio, Moholy-Nagy buscó retomar la filosofía original de la Bauhaus, y para el desarrollo de la estructura reclutó a Charles Morris, un destacado representante del positivismo lógico quién buscaba articular arte, ciencia y tecnología en el diseño en su curso de “integración intelectual” (Findeli, 2001b).

Aunque su proyecto era muy ambicioso e interesante nunca llegó a ser llevado a la práctica de forma satisfactoria.

La siguiente escuela que, siguiendo la herencia de la Bauhaus, dejó una marca importante, fue la de Ulm. La lectura que ellos le dieron a la articulación de estos tres principios fue a partir del operacionalismo científico, y en ella el arte va

perdiendo importancia y los contenidos científicos van tomando cada vez más relevancia, con contribuciones de las ciencias humanas y sociales.

A partir de esto el diseño comienza a verse como una ciencia (humana y social) aplicada.

Como podemos ver, los aspectos artísticos, científicos y tecnológicos están presentes en las tres escuelas, y en prácticamente cualquier propuesta de educación del diseño, pero lo que sí varía es la articulación y la importancia que se le da a cada una. Estas podrían determinarse respondiendo a la otra gran pregunta que se plantea: ¿A qué meta-proyecto contribuye la práctica y educación del diseño? O dicho de otro modo ¿para qué fin es relevante el diseño? (Findeli, 2001a).

Estas preguntas se hacen fundamentales a la hora de, entre las muy diversas áreas y discursos del diseño, seleccionar cuáles son más relevantes y más útiles para socializar.

Para hacer frente a la crisis medioambiental, económica y social a la que nos enfrentamos (Vezzoli, Ceschin, Diehl, & Kohtala, 2015) se hace necesario un cambio en la manera de pensar la producción y la economía. Esto involucra no sólo nuevas formas de producción, que ciertamente son fundamentales, sino que también maneras innovadoras de organizar los sistemas de distribución y consumo a partir de sistemas alternativos de valores y definición de necesidades (Johansson et al., 2005).

Estas propuestas deben partir de al menos dos premisas:

-La sustentabilidad como pre-requisito para el desarrollo de cualquier producto (Liedtke, Baedeker, Jolanta Welfens, Liedtke, & Rohn, 2010):

Muchos estudios han demostrado que los patrones de consumo en los países desarrollados no son sustentables. El estilo de vida de los habitantes de estos países se caracteriza por un alto nivel de consumo. Esto genera un aumento sostenido en la cantidad de recursos naturales que deben ser extraídos, lo que está provocando desequilibrios en los ecosistemas de todo el mundo que están poniendo en riesgo las condiciones mínimas para la subsistencia humana.

Además del impacto medioambiental, esto genera desequilibrios e injusticias sociales. Los habitantes de los países ricos consumen diez veces más recursos que los de países más pobres (Liedtke et al., 2010).

Es por esto que los países en vías de desarrollo ya no pueden seguir el modelo de los países desarrollados y deben buscar nuevas estrategias para suplir las demandas de mejor calidad de vida de sus habitantes.

Además, una parte importante de los recursos consumidos están asociados al transporte de bienes (Thackara, 2005), tanto recursos naturales como productos de consumo. La disponibilidad de energías a bajo precio en la que se basa la globalización de la producción está llegando a su fin, por lo que se hace necesario pensar en una relocalización de la producción (Kostakis et al., 2015).

- El diseño como un pre-requisito para un desarrollo sustentable

“El buen diseño es diseño sustentable. Es un proceso que une creatividad e innovación para generar valor. El buen diseño es un beneficio cuantificable, no un costo. Su valor puede ser medido económica, medioambiental y socialmente.” (UK Design Council, 2008).

El diseño es un motor de innovación tecnológica y social (Liedtke et al., 2010) por lo que puede, y debe, cumplir un rol fundamental si lo que se quiere es generar un empoderamiento de la ciudadanía a través del conocimiento tecnológico. Esto es no solo por el conocimiento de los aspectos técnicos de la producción industrial, sino que también por su capacidad de articular procesos de comunicación en la sociedad y de hacer una lectura y análisis de problemas complejos.

A partir de estas dos premisas se pueden encontrar propuestas que mirando al futuro, plantean, apoyados en las nuevas tecnologías de la información, modelos para la satisfacción de las necesidades y deseos del ser humano de manera más sustentable.

A partir de esto se puede ver que el conocimiento que conforma la disciplina del Diseño va mucho más allá de un conjunto de técnicas y metodologías. El cuerpo teórico que compone este campo se compone de una serie de reflexiones en torno

a la construcción del mundo artificial y de como esta ha sido y debiera ser gestionada por la sociedad. Para que efectivamente se puedan socializar ciertos aspectos del diseño es necesario también abrir algunas de estas discusiones al resto de la comunidad. La educación del diseño para no diseñadores debiera incluir una reflexión en torno a la construcción del mundo y la revisión de cómo ésta ha ido evolucionando con el desarrollo tecnológico e ideológico de la sociedad. A partir de esta revisión se podrá apreciar que muchos de los problemas actuales, por ejemplo la sustentabilidad y la democratización de la tecnología, ya han sido recurrentes en el trabajo de diseñadores desde el nacimiento de la disciplina. De esta forma además puede generarse una valorización de la disciplina más allá de la concepción general de que el diseñador tan solo es quién se preocupa de la forma y las cualidades estéticas de los productos.

Conclusiones

Constante cambio en las tecnologías.

Las tecnologías de fabricación están en una constante evolución en cuanto a sus materiales y procesos. No solo las impresoras 3D y cortadoras láser son cada vez más sofisticadas, sino que todo el ecosistema productivo se está viendo modificado por el desarrollo de nuevos sistemas de comunicación, interfaces e incluso monedas. Esto plantea un cambio no sólo en la forma en la que se fabrican los objetos sino que en todo el sistema de intercambio de bienes e incluso en la valorización de estos, por lo que lo que se ha llamado la cuarta revolución industrial abre posibilidades para un total cambio en la economía y la organización social en su conjunto.

Es por esto que si se quiere estar preparado para anticipar y proponer en el contexto de la manufactura digital, se debe pensar en ellas en el contexto de las tecnologías radicales. Para esto, además de sus capacidades actuales, se deben entender sus valores para ser capaz de imaginar y proyectar sus posibles avances.

Mayor integración / inclusión.

Para que estas tecnologías tengan el impacto que prometen, la inclusión es un tema fundamental. Incluir más personas en los procesos de diseño no pasa por más impresoras 3D, es necesario incluir a personas y comunidades que siempre han estado excluidas en la toma de decisiones con respecto a la tecnología. El acceso universal es un requisito indispensable para que la manufactura digital se convierta en un factor hacia una sociedad más democrática. Aunque los discursos en torno a estas si plantean el acceso como uno de sus pilares, en la práctica los participantes siguen perteneciendo a un grupo muy reducido, y vinculado a los grupos más privilegiados de la sociedad. Es por esto que si se quieren socializar estas herramientas no solo se deben generar espacios abiertos, sino que activamente incluyentes, que se planteen como sus objetivos principales el atraer

una mayor y más diversa comunidad. Para esto es necesaria una investigación en cada caso para dar un sentido real a estas tecnologías en cada contexto y, evaluar si realmente son un aporte para las dinámicas sociales.

Equilibrio entre entusiasmo y crítica.

La discusión en torno a las tecnologías de manufactura digital, y en general a muchas de las nuevas tecnologías que están modificando la interacción social, tiende a polarizarse entre sus fanáticos y quienes ven con miedo los efectos que estas pueden tener. Es por esto que desde la disciplina del diseño se debe impulsar una visión crítica alejada de las modas y las tendencias que las rodean, pero que fomente la creatividad en la búsqueda de innovación para hacer frente a las problemáticas de la sociedad moderna.

Buscar formas de integración con las economías locales.

Esto se potencia los valores de la manufactura digital y manejando sus contras (limitaciones reales de las tecnologías vs producción industrial, impacto ambiental, etc.). Hasta el momento, a pesar del boom de estas tecnologías, es difícil encontrar ejemplos donde éstas estén teniendo un impacto real en las economías locales. Un desafío es encontrar cómo estas se pueden articular con los medios de producción local para generar un beneficio en la calidad de vida de las personas.

Distribución de la producción > distribución del poder.

Al realizar esta investigación el potencial de distribución de las capacidades productivas de la sociedad aparece como el principal valor de la manufactura digital como medio de producción.

Esta distribución puede traer beneficios en diversos niveles, algunos de ellos son:

-Al acercar a los usuarios a los procesos productivos se genera un mayor *feedback* en cuanto a los efectos en el medioambiente que estos procesos provocan, lo que puede llevar a patrones de consumo más responsables.

-Se disminuye la necesidad de traslado de materias primas y productos con el consecuente ahorro de energía.

-Al estar más distribuida la producción, esta puede responder de mejor manera a necesidades particulares de los usuarios y las comunidades.

La distribución de la producción, además, debe ser vista en un proyecto de sociedad que busque la distribución de la riqueza y el poder de decisión.

Esto debería convertirse en objetivo para la sociedad en su conjunto en momentos en que la extrema concentración de riqueza y poder ha llevado a la sociedad a un momento en que la supervivencia de la especie humana está en manos de un pequeño grupo de líderes mundiales que toman decisiones muchas veces a la espalda de los ciudadanos.

Democratizar el diseño > democratizar las decisiones.

Si se busca un diseño más abierto en el que más personas puedan ser parte de los procesos, aunque las tecnologías de fabricación entregan posibilidades en este sentido, tendrá más impacto socializar la “mentalidad del diseño” que tan solo las habilidades en estas técnicas.

Una sociedad más democrática es una en la que más ciudadanos son parte de la toma de decisiones, es por eso que si se busca que un diseño más abierto apunte

en esta dirección se deben abrir no tan solo los procesos de diseño, sino que las decisiones que motivaron esos procesos.

Esto no quiere decir que el conocimiento y habilidades del diseñador experto dejan de tener un rol importante, hay decisiones que deben seguir siendo tomadas por especialistas, de lo que se trata es de que estos procesos sean transparente y que estas capacidades se pongan al servicio de la sociedad en su conjunto. Socializar la “mentalidad de diseño” es entregar a la sociedad herramientas para el entendimiento y la toma de decisiones en torno a la configuración del entorno artificial.

¿Existe un diseño post-industrial?

A partir de esta investigación se puede apreciar que los desafíos y posibilidades que se abren para los diseñadores son muchos. La distribución de los medios de producción plantea un cambio total de paradigma para la disciplina. Este cambio va más allá de la “materialidad” sobre la que trabajan los diseñadores: el diseño de experiencias o el de servicios plantean un cambio en este sentido, pero aunque los problemas a los que se enfrentan requieren de habilidades diferentes a los del diseño de productos, sus metas siguen estando regidos por sistemas económicos que responden a modos de producción industrial, es decir la industria de los servicios y la industria de la experiencia. Superar el paradigma de la fabricación industrial con sistemas productivos más democráticos, transparentes y justos requiere de una total reconfiguración de la disciplina del diseño, en sus medios, pero sobre todo en sus fines.

Muchos de los problemas sociales y medioambientales en la actualidad están más relacionados con la escala con que se producen las cosas que con las técnicas que se emplean. Es por esto que aunque bajo parámetros económicos es extremadamente difícil superar las ventajas de la gran producción en masa, los diseñadores deben buscar nuevas formas de relacionarse con la sociedad más directas y bajo lógicas que den tanto o más valor que a lo económico a aspectos sociales, ambientales y culturales.

El origen del Diseño como disciplina esta inseparablemente ligado con el desarrollo industrial de las sociedades, por lo que recoger las ideas de pequeño, local, abierto y conectado que plantea Manzini, requiere de un cambio de mentalidad de los profesionales del diseño en busca de maneras más sustentables, justas y democráticas de gestionar las necesidades de la sociedad.

En mundo donde las capacidades de configurar y producir objetos se democratiza y expande, es decir todos pueden diseñar, la pregunta es cuál es el rol que tiene el diseñador profesional, o sea aquellas personas que no sólo quieren diseñar, todos pueden hacerlo, sino que quieren que su actividad principal y su aporte a la sociedad sea diseñar.

En este sentido se pueden vislumbrar desafíos a corto y a largo plazo. En la etapa en que se encuentra esta evolución actualmente el panorama que se abre para los diseñadores profesionales es bastante amplio si sabe comprender de manera integral la situación. Que el campo del diseño se expanda a más personas abre muchas posibilidades en la generación de las infraestructuras que se requieren para posibilitar a personas no profesionales realizar sus propios diseños. Por otra parte seguirán existiendo ámbitos del diseño que por su complejidad deberán quedar en manos de expertos en la materia.

Si se piensa a largo plazo, Krippendorff con su propuesta del diseño de discursos puede dar algunas luces del rol del diseñador cuando todos diseñan. El diseñador puede convertirse en un articulador de valores e ideas en la configuración del mundo artificial y la organización social. Diseñar discursos no significa imponer, tal vez ni siquiera proponer ideas, sino que ser capaz de recoger las inquietudes y valores de una comunidad y cristalizarlas en propuestas que vayan más allá de tan solo la configuración material de los objetos y el espacio.

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Flujo de Trabajo en sistemas CAD/CAM (Pandey, Tomar, & Sharma, 2016)....	15
Ilustración 2: Usos de la computadora en el proceso de Diseño. Elaboración propia en base a Pandey et al. 2016.....	18
Ilustración 3: Clasificación de sistemas CAD según aplicación computacional y licencia....	19
Ilustración 4: Clasificación de procesos de manufactura aditiva.....	22
Ilustración 5: Funcionamiento impresora 3D.....	26
Ilustración 6: Materiales Impresión 3D.....	29
Ilustración 7: Proyecto Liberator expuesto en el Museo Victoria and Albert en Londres.....	36
Ilustración 8: Motivaciones Prácticas DIY Elaboración propia en base a Mellis, 2015.....	41
Ilustración 9: Yuxtaposición arquetipos de Open-X (Avital, 2011).....	71
Ilustración 10: Capas del Open Design (Avital, 2011).....	73
Ilustración 11: Fab Charter, Obtenido del sitio web de la Fab Foundation.....	97
Ilustración 12: Diagrama definiciones Tecnología y práctica tecnológica (Pacey, 1985).....	110
Ilustración 13: Relaciones entre Estrategias de Economías Distribuidas y Open Design. Elaboración propia.....	120
Ilustración 14: El reencuadre de la lógica económica dentro de las esferas humana, bio y energética (Piques & Rizos, 2017).....	121
Ilustración 15: Modelo Conceptual Socialización de la Manufatura digital. (elaboración propia).....	124
Ilustración 16: Evolución de los problemas de Diseño (Krippendorff, 1997).....	129

Índice de tablas

Tabla 1: Características tecnologías de manufactura digital aditiva, elaboración propia.....	18
Tabla 2: Motivaciones prácticas DIY (Atkinson, 2006).....	34
Tabla 3: Objetivos de algunos espacios públicos de manufactura digital.....	90

Bibliografía

- Anderson, C. (2014). Makers: The New Industrial Revolution. *Competitiveness Review*, 24, 147–149.
- Arieff, A. (2014). Yes We Can . But Should We ? Recuperado el 16 de noviembre de 2017, de <https://medium.com/re-form/just-because-you-can-doesnt-mean-you-should-252fdbcf76c8>
- Atkinson, P. (2006). Do it yourself: Democracy and design. *Journal of Design History*, 19, 1–10.
- Atkinson, P. (2011). ORCHESTRAL MANOEUVRES IN DESIGN (pp. 24–31). BIS Publishers.
- Attali, J. (1994). *Ruidos: Ensayos sobre la economía política de la música*.
- Avital, M. (2011). The generative bedrock of open design. En *Open Design Now* (p. 239).
- Baca-Feldman, C. F., Parra Hinojosa, D., & Huerta Velázquez, E. (2017). El Espectro Radioeléctrico Como Bien Común : Una Reflexión En Torno a La Comunalidad Y Las Redes Celulares Comunitarias En Oaxaca , México. *Revista latinoamericana de ciencias de la comunicación*, Vol. 14, 11.
- Bauwens, M. (2010). The Emergence of Open Design and Open Manufacturing. Recuperado de [file:///home/dll/Dropbox/DI/Maestría/Bibliografía/- The Emergence of Open Design and Open Manufacturing.html#.WDPo69ZMjt2](file:///home/dll/Dropbox/DI/Maestría/Bibliografía/-%20The%20Emergence%20of%20Open%20Design%20and%20Open%20Manufacturing.html#.WDPo69ZMjt2)
- Bean, J., & Rosner, D. (2014). Making: Movement or Brand? *Interactions*, 21, 26–27.
- Benkler, Y. (2012). The penguin and the Leviathan: The triumph of cooperation over self-interest. *Mass Communication Research*, 257–264.
- Botero, A. (2013). *Expanding Design Space (s) design*.
- Brey, P. (2009). Values in Technology and Disclosive Computer Ethics. *Ed. L. Floridi*. Recuperado de https://www.utwente.nl/en/bms/wijsb/staff/brey/Publicaties_Brey/Brey_2009_Values-Disclosive_Cambridge.pdf

- Buchanan, R. (1992). Wicked problems in design thinking. *Design issues*. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1511637>
- Carmo, M. (2011). *The Alphabet and the Algorithm*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Castro-Coma, M. (2016). Comunes urbanos : de la gestión colectiva al derecho a la ciudad, *42*, 131–153.
- Chen, D., Heyer, S., Ibbotson, S., Salonitis, K., Steingrímsson, J. G., & Thiede, S. (2015). Direct digital manufacturing: Definition, evolution, and sustainability implications. *Journal of Cleaner Production*, *107*, 615–625.
- Cruickshank, L. (2014). *Open Design and Innovation*. Gower Publishing Limited.
- Cruickshank, L., & Atkinson, P. (2013). Closing in on Open Design: comparing casual and critical design challenges. *Crafting the Future: 10th European Academy of Design Conference*, *6925*, 1–15.
- Csikszentmihalyi, M. (1991). Design and Order in Everyday Life. *Design Issues*, *8*, 26.
- Dexter, M., & Jackson, C. (2013). Making Space: the future places, tools and technologies for open Design. *8th Conference of the International Committee for Design History & Design Studies*, 348–352.
- Diéguez, A. (2005). El determinismo tecnológico: Indicaciones para su interpretación. *Argumentos de Razón Técnica*, 67–87.
- Dubrow, A. (2016). Democratizing the Maker Movement | HuffPost. Recuperado el 9 de noviembre de 2017, de https://www.huffingtonpost.com/aaron-dubrow/democratizing-the-maker-m_b_7960540.html
- Ehn, P. (2008). Participation in design things. *Conference on Participatory Design*, 92–101.
- Fab Academy. (2009). Tuition Fees. Recuperado de <http://fabacademy.org/application-form/prices/>
- Fab Foundation. (s/f). The Fab Charter. Recuperado el 21 de junio de 2018, de <http://www.fabfoundation.org/index.php/the-fab-charter/index.html>

- Feenberg, A. (2002). *Transforming Technology: A Critical Theory Revisited*. Oxford University Press. doi:10.1007/s13398-014-0173-7.2
- Feenberg, A. (2009). Critical Theory of Technology. *A Companion to the Philosophy of Technology*, 146–153.
- Findeli, A. (2001a). Rethinking Design Education for the 21st Century: Theoretical, Methodological, and Ethical Discussion. *Design Issues*, 17, 5–17.
- Findeli, A. (2001b). Rethinking Design Education for the 21st Century: Theoretical, Methodological, and Ethical Discussion. *Design Issues*, 17, 5–17.
- Findeli, A. (2007). Ethics , Aesthetics , and Design. *Design Issues*, 10, 49–68.
- Fischer, G., & Scharff, E. (2000). Meta-Design—Design for Designers. En *DIS '00 Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (pp. 396–405).
- Flanagan, M., Howe, D. C., & Nissenbaum, H. (2008). *Embodying Values in Technology*.
- Flusser, V. (2002). *Filosofía del diseño: la forma de las cosas. el espíritu y la letra. el espíritu y la letra*. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=arqhAAAACAAJ&dq=vilem+flusser&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj0nZO5qIzUAhUW24MKHUOwCokQ6AEIPTAC>
- Ford, S., & Despeisse, M. (2016). Additive manufacturing and sustainability: an exploratory study of the advantages and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 137, 1573–1587.
- Fox, S. (2014). Third Wave Do-It-Yourself (DIY): Potential for prosumption, innovation, and entrepreneurship by local populations in regions without industrial manufacturing infrastructure. *Technology in Society*, 39, 18–30.
- Free Software Foundation. (2018). Free software is a matter of liberty, not price — Free Software Foundation — working together for free software. Recuperado el 13 de febrero de 2018, de <https://www.fsf.org/about/>
- Fry, T. (2011). *Design as politics*. Berg.

- Gelber, S. M. (1997). Do-It-Yourself: Constructing, Repairing and Maintaining Domestic Masculinity. *American Quarterly*, 49, 66–112.
- Gershenfeld, N. (2012). How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution. *Foreign Affairs*, 91, 43–57.
- Gilbert, J. K. (1992a). The interface between science education and technology education. *International Journal of Science Education*, 14, 563–578.
- Gilbert, J. K. (1992b). The interface between science education and technology education. *International Journal of Science Education*, 14, 563–578.
- Greenfield, A. (2017). *Radical technologies: The design of everyday life*.
- Hagan, R., & Hagan, R. (1996). *The Liberator pistol*. Target Sales.
- Helvert, M. van, Bandoni, A., Canli, E., Clarke, A. J., Forgács, E., Henderson, S. R., ... Oliveira, P. J. S. V. de. (2016). *The responsible object : a history of design ideology for the future*. Recuperado de http://ccuc.cbuc.cat/record=b6866226~S23*cat
- Heskett, J. (2005). *El diseño en la vida cotidiana*. Editorial Gustavo Gili. Recuperado de <http://biblio.udb.edu.sv/library/index.php?title=96096&query=@title=Special:GSMSearchPage@process=@field1=encabezamiento@value1=DISEÑO DE COMERCIALES @mode=advanced&recnum=6>
- Illich, I. (2008). *Tools for Conviviality - Ivan Illich*. World. Recuperado de http://clevercycles.com/tools_for_conviviality/
- Innovadores Menores De 35: Peter Bloom, 33 - MIT Technology Review. (2015). Recuperado el 26 de abril de 2018, de <http://www2.technologyreview.es/tr35mexico/1578/peter-bloom/>
- Johansson, A., Kisch, P., & Mirata, M. (2005). Distributed economies - A new engine for innovation. *Journal of Cleaner Production*, 13, 971–979.
- John Thackara. (2011). INTO THE OPEN. Recuperado de <http://opendesignnow.org/index.html%3Fp=403.html>
- Jones, J. C., Simon, H., Alexander, C., & Ljungstrand, P. (2008). Design methods movement in the 1960s Design paradigms Science vs . Engineering Normative problems. *Policy*, 1–6.

- Junk, S., & Kuen, C. (2016). Review of Open Source and Freeware CAD Systems for Use with 3D-Printing. *Procedia CIRP*, 50, 430–435.
- Kohtala, C. (2016a). Making ???Making??? Critical: How Sustainability is Constituted in Fab Lab Ideology. *Design Journal*, 6925, 1–20.
- Kohtala, C. (2016b). *Making Sustainability: How Fab Labs address environmental issues. Doctoral Dissertation.*
- Kostakis, V., Niaros, V., Dafermos, G., & Bauwens Ragnar, M. (2015). Design global, manufacture local: Exploring the contours of an emerging productive model. *Futures*, 73, 126–135.
- Krippendorff, K. (1997). A trajectory of artificiality and new principles of design for the information age. ... *Science Foundation (nsf). K. Krippendorff. ...*, 91–96.
- libcom.org. (2015). Fully automated luxury communism: a utopian critique. Recuperado el 14 de febrero de 2018, de https://libcom.org/blog/fully-automated-luxury-communism-utopian-critique-14062015#footnote2_4r9rz68
- Liedtke, C., Baedeker, C., Jolanta Welfens, M., Liedtke, C., & Rohn, H. (2010). Living Lab : Research and Development of Sustainable Products and Services Through User-Driven Innovation. *Environmental Management*, 1–24.
- Maker Media Inc. (2013). Maker Media: Leading the maker movement. Recuperado el 9 de noviembre de 2017, de <https://makermedia.com/>
- Makery.info. (2017). A fablab burned down in France by anarchists : Makery. Recuperado el 10 de octubre de 2018, de <http://www.makery.info/en/2017/11/28/apres-lincendie-de-la-casemate-la-communaute-des-fablabs-reagit/>
- Maldonado, T. (1998). *Crítica de la razón informática*. Paidós. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=j2jiAAAACAAJ&dq=tomas+maldonado+cuerpo+humano+y+conocimiento+digital&hl=es&sa=X&redir_esc=y

- Manzini, E. (2010). Small, local, open and connected. *Sustainability in Design: Now!*
Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.427.1460&rep=rep1&type=pdf#page=33>
- Manzini, E., & Jegou, F. (2003). Sustainable everyday-scenarios, visions, possible worlds. *Design Philosophy Papers*. Recuperado de <http://changedesign.org/Resources/Manzini/Manuscripts/ScenariosSummary.pdf>
- Manzini, E., & Margolin, V. (2017). Open Letter to the Design Community: Stand Up For Democracy. Recuperado el 12 de abril de 2018, de <http://www.democracy-design.org/open-letter-stand-up-democracy/>
- Margolin, V. (2005). *La política de lo artificial. Ensayo y estudios sobre diseño*. Recuperado de <https://di3prod.files.wordpress.com/2011/06/margolin-victor-las-politicas-de-lo-artificial1.pdf>
- McCullough, M. (1998). Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand. *Constraints*, 34, 309.
- Mellis, D. a. (2011). Case Studies in the Digital Fabrication of Open-Source Consumer Electronic Products. *Sciences-New York*, 1–71.
- Mellis, D. A. (2015a). *Do-It-Yourself Devices*. Recuperado de <http://alumni.media.mit.edu/~mellis/mellis-dissertation.pdf>
- Mellis, D. A. (2015b). *Do-It-Yourself Devices Personal Fabrication of Custom Electronic Products*. Recuperado de <http://alumni.media.mit.edu/~mellis/mellis-dissertation.pdf>
- Narotzky, V. (2010). Los Límites de lo perfecto. Recuperado de <https://drive.google.com/drive/folders/0B8UuBzNIR8F9VFBncGpNWTBvMHc>
- NetMarketShare. (2015). Mobile/Tablet Browser Market Share. Recuperado el 13 de febrero de 2018, de <https://netmarketshare.com/>
- Olivo, V. (Ed.). (s/f). *Con nuestros propios esfuerzos*. Verde Olivo. Recuperado de <http://cubamaterial.com/wp-content/uploads/2013/10/Con-Nuestros-Propios-Esfuerzos-reduced.pdf>

- Open Source Initiative, N. (2010). The Open Source Definition | Open Source Initiative. *The Open Source Definition*, 7–8.
- Pandey, R., Tomar, A. S., & Sharma, N. (2016). A Recent Role of CAD / CAM in Designing , Developing and Manufacturing in Modern Manufacturing Technologies. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*, 2, 398–401.
- Paycey, A. (1985). *The Culture of Technology*, 30, 271–286.
- Piques, C., & Rizos, X. (2017). *Peer to Peer and the Commons: a path towards transition A matter, energy and thermodynamic perspective The commons economy in practice*. P2P Foundation. Recuperado de https://p2pfoundation.net/wp-content/uploads/2017/10/Report-P2P-Thermodynamics-VOL_2-web_2.0.pdf
- Rodriguez, L. (2011). El diseño en la posmodernidad: discursos y tesis.
- Romero, G. (2004). La participación en el diseño urbano y arquitectónico en la producción social del hábitat.
- Sadowski, J. (2014). 3-D Print Your Way To Freedom and. Recuperado de <http://america.aljazeera.com/opinions/2014/5/3d-printing-politics.html>
- Sanoff, H. (2000). *Community participation methods in design and planning*. Wiley.
- Sims, C. (2016). The Politics of Design, Design as politics. doi:10.4324/9781315673974.ch40
- Soria Guzmán, M. I. M. (2012). *Software Libre, herramienta alternativa para la creación visual digital. Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki*. Recuperado de <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>
- Stallman, R. M. (2004). *Software libre para una sociedad libre*. Recuperado de https://www.gnu.org/philosophy/fsfs/free_software.es.pdf
- Stikker, M. (2011). Introduction / Marleen Stikker | Open Design Now. Recuperado de <http://opendesignnow.org/index.html%3Fp=19.html>
- Thackara, J. (2005). *In the Bubble: Designing in a Complex World*. The MIT Press (Vol. 36). doi:10.1017/CBO9781107415324.004

- Troxler, P. (2011). Libraries of the peer production era. En *Open Design Now: Why design cannot remain exclusive* (pp. 86–97).
- Troxler, P., & Wolf, P. (2010). Bending the Rules: The Fab Lab Innovation Ecology. *Square-1.Eu*, 5–7.
- Turner, F. (2006). *From counterculture to cyberculture : Stewart Brand, the Whole Earth Network, and the rise of digital utopianism*. University of Chicago Press.
- UK Design Council. (2008). *The Good Design Plan National design strategy and Design Council delivery plan 2008-11*. Recuperado de https://www.stjornarradid.is/media/atvinnuvegaraduneyti-media/media/acrobat/the-good-design-plan_designcouncil.pdf
- Vayre, B., Vignat, F., & Villeneuve, F. (2012). Designing for additive manufacturing. *Procedia CIRP*, 3, 632–637.
- Vezzoli, C., Ceschin, F., Diehl, J. C., & Kohtala, C. (2015). New design challenges to widely implement “Sustainable Product–Service Systems”. *Journal of Cleaner Production*, 97, 1–12.
- Von Hippel, E. (2005). Democratizing innovation. *Journal für Betriebswirtschaft*.
- Whiteley, N. (2003). *Reyner Banham : historian of the immediate future*. MIT.