



**UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA**  
Unidad Xochimilco

## **División Ciencias y Artes para el Diseño**

Maestría en Ciencias y Artes para el Diseño

Área de Diseño, Tecnología y Educación

## **La impresión 3D como herramienta en la enseñanza del diseño y el trabajo interdisciplinario.**

Estudio de caso múltiple comparado.

### **Idónea Comunicación de Resultados**

que para obtener el grado de Maestría presenta:

Lorena Cabrera Frías

**Tutora: Dra. Berthana María Salas Domínguez**

Lectora: Mtra. Ana Moreno Hernández

Responsable de Área: Dr. Jorge Alberto Pacheco

**CDMX, diciembre 2021**

## Agradecimientos

Un trabajo como este no lo escribió una sola persona. Se realizó con el apoyo y dirección de una **excelente tutora**, quien logró que todo fuera más sencillo, interesante y divertido en cada sesión de este regreso a la Academia.

El trabajo y guía de los **docentes** en los diferentes apoyos recibidos. Cada integrante de la Coordinación de la Maestría que estuvo pendiente para que todo funcionara correctamente durante este proceso.

La complicidad y ayuda de todos los compañeros en este recorrido, en especial de esa **amiga única**, que se conectó al mismo tiempo que tú, que siempre estuvo dispuesta a ayudar y que, sin dudar, te decía que podías lograrlo.

Cada una de las personas que, con su experiencia, dieron su tiempo y **aporte único**.

Se escribió gracias a la **familia**, que sin importar a donde voy y lo que haga, siempre están presentes. **Mamá y Papá** pendientes, felices y orgullosos, sin saber que soy yo la afortunada de tenerlos conmigo.

Con la presencia de la **hermana** como la mejor fuente de inspiración; “vecinos” que te motivan, te escuchan, te llenan de energía en cada salida y lugar nuevo, y así continuar todos juntos con el siguiente capítulo.

El **esposo** que te sirve café en la madrugada y se queda despierto hasta que termines el último ajuste del día, y aún cansada te recuerda lo brillante que eres.

Y especialmente dos motivos por los cuales cada día vale la pena sonreír y seguir adelante: **Luca y Bruno**, por ustedes, para ustedes y con ustedes, todo se puede lograr.

¡Gracias a todos!

**#CafecitoWiwis #MamáMamá  
#BombonGuapa #ÑoñoRifa #Ninjitsa  
#CafecitoVecinos #FamiliaSiempre  
#EnRecuerdoDe #AlgunosCambios  
#EstoyEnSalaDeEspera #HoyNoMeDuermo  
#ValeLaPena #UAM-X #Gracias #LoQueSigue**



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO División de Ciencias y Artes para el Diseño

Ciudad de México 24 de noviembre de 2021

**DRA. JUANA MARTÍNEZ RESÉNDIZ**  
**COORDINADORA DEL PROGRAMA DE MAESTRIA**  
**EN CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO**

Presente.

Me permito comunicar a usted que a solicitud del alumno (a): **Lorena Cabrera Frías**, del Programa de Maestría en Ciencias y Artes para el Diseño, he revisado y confirmo que la *Idónea Comunicación de Resultados (ICR)/Tesis: "La impresión 3D como herramienta en la enseñanza del diseño y el trabajo interdisciplinario. Estudio de caso múltiple comparado."* es la versión final, contiene el resumen, las palabras clave y cumple con los requisitos para formar parte del repositorio institucional de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

Atentamente

Nombre y firma del Director (a) de ICR/Tesis.

# Índice

<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo 1</b> .....	<b>3</b>
¿Y la Impresión 3D?.....	3
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>12</b>
Una triada estratégica detrás de la impresión 3D.....	12
2.1. El estudiante como elemento central del proceso de diseño (Usuario).....	17
2.1.1. Estudiante como futuro diseñador.....	17
2.1.2. Tecnología de la impresión 3D en el proceso de Diseño y el pensamiento creativo.....	19
2.2. Enseñanza de la Tecnología 3D como Herramienta en Diseño (Entorno).....	21
2.2.1. Universidad como espacio tecnológico.....	24
2.2.2. Tecnología aplicada al proceso de enseñanza-aprendizaje.....	25
2.3. Aplicación de la Impresión 3D como Herramienta de Diseño (Objeto).....	26
2.3.1. Aspectos técnicos de la impresión 3D como herramienta.....	27
2.3.2. Diseño colaborativo e integración del equipo de trabajo.....	29
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>30</b>
Modelación de la Teoría.....	30
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>35</b>
Visualizar el resultado.....	35
4.1. Desde el Eje X: Impresión 3D como Herramienta.....	36
4.1.1. Características de la herramienta y materiales.....	37
4.1.2. Características de los integrantes.....	39
4.1.3. Condiciones necesarias.....	40
4.1.4. Proceso de la incorporación de la impresión 3D como herramienta.....	42
4.2. Desde el Eje Y: Trabajo interdisciplinario.....	46
4.2.1. Integración en el área de la salud y el diseño.....	47
4.3. Desde el Eje Z: Prospectiva.....	50
<b>Consideraciones Finales</b> .....	<b>55</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>60</b>
Anexo #1. Entrevista a Docentes.....	60
Anexo #2. Entrevista a Estudiantes.....	63
Anexo #3. Entrevista a Especialista.....	65
Anexo #4. Entrevista a Profesionista.....	69
Anexo #5. Generación de redes. Impresión 3D como herramienta.....	72
Anexo #6. Generación de redes. Trabajo Interdisciplinario.....	73
Anexo #7. Generación de redes. Prospectiva.....	74
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	<b>75</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>78</b>

# Resumen

La impresión 3D es una herramienta que puede incursionar en diversos ámbitos como el diseño y la medicina; al acceder de manera tangible a la materialización de ideas y conceptos, otorga la posibilidad de corregir el diseño de manera iterativa en beneficio del usuario. Por lo que, es necesario considerar la forma en que esta herramienta se incorpora dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de las instituciones universitarias, y cómo se relaciona con el sector profesional e industrial para la integración de un trabajo interdisciplinario en búsqueda de un objetivo en común.

La presente investigación con un enfoque cualitativo y una estrategia de estudio de caso múltiple comparado considera dos universidades de la CDMX que, aunque sus perfiles son diferentes, lo que se busca es identificar cómo cada una aborda esta herramienta desde su propia visión, en base al seguimiento de tres líneas principales, las cuales son la impresión 3D, la interdisciplina y la prospectiva.

Para identificar la manera en que se aplica, el estudiante debe de conocer e interactuar de forma directa con la herramienta y así determinar cuándo puede ser aplicada para dar solución a un problema específico. De esta manera, se propone que el sector académico, trabaje en alianzas internas, dentro de la propia universidad con las diferentes carreras investigadas, con el objetivo de lograr acuerdos interinstitucionales para la creación de alianzas externas y así, propiciar el trabajo interdisciplinario con el sector profesional e industrial.

## **Palabras clave:**

Impresión 3D, Proceso enseñanza-aprendizaje, Diseño, Interdisciplina, Universidad.

# Abstract

3D printing is a tool that can venture into various fields such as design and medicine; by tangibly accessing the materialization of ideas and concepts, it grants the possibility of correcting the design iteratively for the benefit of the user. Therefore, it is necessary to consider the way in which this tool is incorporated into the teaching-learning process within university institutions, and how it relates to the professional and industrial sector for the integration of an interdisciplinary work in search of a common goal.

The present research with a qualitative approach and a comparative multiple case study strategy considers two universities in Mexico City that, although their profiles are different, what is sought is to identify how each one approaches this tool from its own perspective, based on the monitoring of three main lines, which are 3D printing, interdisciplinary and foresight.

To identify the way in which it is applied, the student must know and interact directly with the tool and thus determine when it can be applied to solve a specific problem. In this way, it is proposed that the academic sector works in internal alliances, within the university itself with the different careers investigated, with the aim of achieving inter-institutional agreements for the creation of external alliances and thus, promote interdisciplinary work with the professional and industrial sector.

## **Keywords:**

3D Printing, teaching-learning process, Design, Interdisciplinary, University.

# Introducción

La impresión 3D hoy en día es una herramienta de apoyo que es relevante en diversos ámbitos relacionados con el diseño, además de permitir resolver de varias maneras la construcción tridimensional de conceptos determinados. Estos elementos tridimensionales al ser desarrollados en conjunto con el trabajo de un equipo interdisciplinario le dan un fundamento más profundo y una mayor funcionalidad a la resolución de la problemática que se presente. Esto facilita que los usuarios tengan acceso a objetos más específicos que resuelvan sus problemas directos y estén basados en sus necesidades.

En esta investigación se busca indagar cómo se está incorporando esta herramienta en el contexto universitario como parte de la adopción de nuevas tecnologías que permitan mantener actualizados los procesos de enseñanza-aprendizaje, porque si bien, el área industrial y profesional son las que cuentan con la infraestructura y las actualizaciones técnicas, es importante analizar la forma en la que el sector académico se ve involucrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, al buscar que el estudiante universitario salga capacitado en el manejo de este tipo de instrumentos para su posterior integración en el área laboral.

Por esta razón, estas herramientas necesitan ser utilizadas de manera colaborativa, donde se involucren diferentes áreas del conocimiento y cada una de ellas aporte su visión y experiencia para una mejor resolución de los proyectos, es decir, entender la forma en la que se conforma un equipo de trabajo interdisciplinario y el uso de esta herramienta de impresión 3D como un elemento de apoyo entre los ámbitos académico, profesional e industrial. Un ejemplo importante de aplicación es la incorporación en el sector salud, en áreas como la ortopedia y odontología que incluyen este tipo de herramientas en su proceso de desarrollo y que transforman y mejoran la calidad de vida de las personas. También tiene un desarrollo importante en veterinaria.

Al realizar un análisis contextual previo del tema y, lograr una mejor incorporación de los estudiantes en los sectores industrial y profesional con el objetivo de fomentar un crecimiento científico y tecnológico más preciso, se detecta la

necesidad de que la academia tome la iniciativa de trabajar de una manera interdisciplinaria en sus modelos de enseñanza-aprendizaje.

Es por esto que, el propósito de esta investigación es entender cómo funciona el trabajo interdisciplinario entre los tres sectores y cómo se integran los diseñadores industriales en este proceso, ya que debido a su formación profesional generan nuevas ideas y planteamientos al considerar el para qué y para quién se diseña, tomando en cuenta las necesidades del usuario y de cada sector, así como la manera en que se interrelacionan con otras áreas.

De tal forma que, para el desarrollo de esta investigación, en el primer Capítulo, se establece la problemática a la que se enfrenta la adopción tecnológica con el uso de estas herramientas, y la forma en la que estas pueden ser abordadas dentro de las instituciones y el trabajo interdisciplinario. Sin embargo, se detecta que no hay redes para la investigación y desarrollo de proyectos entre estos sectores.

En el Capítulo 2, marco teórico y conceptual, se establece la línea de análisis basada en el usuario, el entorno y el objeto que se desarrolla durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la impresión 3D como herramienta. Se trabajó con dos universidades como caso de estudio comparado, las cuales tienen la misma licenciatura bajo un diferente perfil. El objetivo es detectar en qué punto se encuentra la aplicación de la impresión 3D dentro del proceso de diseño y la manera en la que el estudiante tiene su primer acercamiento con esta tecnología.

Posteriormente, en el tercer capítulo, se describe el método que se aplicó para la realización y obtención de datos, con base en las tres líneas principales que dirigen esta investigación, las cuales son la impresión 3D, la interdisciplina y la prospectiva de la herramienta con el objetivo de ser comparadas entre cada uno de los sectores.

En el Capítulo 4, se establece el análisis y obtención de resultados, de acuerdo con las características del equipo interdisciplinario y las de la herramienta, para así poder conocer las condiciones de la incorporación de esta tecnología para la generación de proyectos de nivel universitario, en base a las tres líneas principales que se manejaron en el capítulo anterior. Para concluir, las consideraciones finales planteadas llevan el desarrollo de un proceso para integrar los tres sectores con la



impresión como herramienta, donde se establecen las limitaciones de la investigación y la propuesta de futuras líneas de estudio.

## Capítulo 1

### ¿Y la Impresión 3D?

(Planteamiento)

Esta investigación parte del interés de conocer el contexto actual de la impresión 3D en México, e identificar por qué siendo la impresión 3D una herramienta que tiene muchas potencialidades en el entorno universitario, no se ha integrado de forma más profunda siendo que, desde los años 70's ya se detectaba la necesidad de apropiación de tecnologías. En la actualidad sigue el problema.

En el presente, se están viviendo transformaciones radicales en el uso de las tecnologías de innovación, que no se dan de modo autónomo e independiente, sin embargo, como menciona Alvin Toffler<sup>1</sup> sociólogo y escritor futurista de los años 70's, “¿por qué algunos hombres anhelan, incluso febrilmente, el cambio, y hacen todo lo posible para que se produzca, mientras otros huyen de él?” (1973, p. 4).

Como punto de partida, al trabajar con los 3 sectores básicos los cuales son: el académico, profesional e industrial, se pudo observar que no se apropian de la misma forma y tiempo impidiendo su integración y trabajo en conjunto, y termina siendo un punto de ruptura para el progreso. Por consiguiente, ¿cómo se pueden unir estos sectores para trabajar simultáneamente en este proceso? Es necesario detectar las áreas en común y lograr su integración de manera más eficiente.

Hablar de apropiación tecnológica en cuanto a práctica es referirse a un “conjunto de actividades a través de las cuales los sujetos expresan el vínculo que establecen con las tecnologías, lo que implica la adaptación creativa [...] a sus propias necesidades, convicciones e intereses” (Cabello & López, 2017), es decir, el individuo bajo ciertos propósitos decide de qué manera, algo que no conoce, formará parte o no

---

<sup>1</sup> Alvin Toffler, conocido por sus discusiones acerca de la revolución digital, la revolución de las comunicaciones y la singularidad tecnológica.

de su quehacer cotidiano. Cuando lo conoce y tiene acceso, puede fomentar un aprendizaje a través de diferentes procesos que le permiten desarrollar ciertas habilidades para su utilización.

Si bien, cada individuo aprende de forma diferente, la manera gradual en la que se presenta la tecnología le proporciona un mayor entendimiento y un pensamiento integral en búsqueda de “la utilización, desarrollo e interacción de las preferencias de orden cognitivo-afectivo que exhibe el sujeto para acercarse al conocimiento y transformarlo” (Palma Cuervo, 2012).

Por otro lado, el trabajo interdisciplinario requiere de hablar un mismo lenguaje, que se detecta esencial, para el entendimiento, avance y cumplimiento de los objetivos en el proceso de investigación, en específico con la herramienta de impresión 3D como tarea “no emerge por el hecho de que varios especialistas trabajen juntos, lo que integra a un equipo interdisciplinario, es un marco conceptual y metodológico común [...] que permitirá definir la problemática [...] bajo un mismo enfoque” (García, 2006), entonces la pregunta principal para esta investigación es: ¿cómo se lleva a cabo la incorporación de un trabajo interdisciplinario con la impresión 3D como herramienta en los ámbitos académico, profesional e industrial?

Considerando que el sector industrial cuenta con la infraestructura para la integración y el trabajo con herramientas de innovación tecnológica, es necesario reflexionar sobre la importancia de que el estudiante universitario salga capacitado en el manejo de este tipo de herramientas, porque al final, como menciona Luis Porter<sup>2</sup>, Doctor e Investigador en Educación, “el mundo es de donde se obtiene la experiencia de aprendizaje para el resto de su vida. La solución es una educación continua, donde la escuela de la vida y la escuela formal interactúan en programas coordinados” (2013). Por eso la importancia de que los estudiantes salgan preparados dentro de este nivel académico para posteriormente integrarse de forma gradual y eficiente como profesionistas en la industria.

---

<sup>2</sup> Luis Porter, Doctor en Educación por la Universidad de Harvard; posgraduado del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Special Program for Urban and Rural Studies), SPURS-DUSP; Arquitecto con Maestría en Urbanismo por la UNAM. Es profesor-investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) Nivel 2.

Al observar este contexto, el área en la cual se está manifestando la incorporación de esta transición y avance tecnológico, y que tiene que ver con el conocimiento, es la académica. A modo de que se logre identificar cómo se lleva a cabo esta integración, es conveniente tener presente que uno de los objetivos de la docencia es formar profesionales al tener como referente las necesidades del mercado, capaces de “proponer respuestas de diseño innovadoras, que respondan a las necesidades de la sociedad [...] con base en la investigación y la aplicación de nuevas tecnologías que favorezcan al medio ambiente” (UAM-X, 2018, p. 2), al mismo tiempo, “generar soluciones versátiles en entornos cambiantes, [...] efectivos de colaboración al optimizar soluciones a las problemáticas de su ámbito profesional con la incorporación inteligente de tecnologías digitales de vanguardia” (TEC, Licenciado en Diseño, 2021).

Sin embargo, aunque en teoría se conoce y se detecta como indispensable esta apertura y avance científico, no está siendo fácil llevarlo a la práctica dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Walter Isaacson<sup>3</sup>, biógrafo de grandes inventores e innovadores registró que, los inventos más importantes de nuestra era no surgieron de la nada o de inventores trabajando solos, se sabe que la mayoría de las innovaciones de esta era digital en que vivimos, fueron resultado de la colaboración (2014, p. 10), con lo cual se fundamenta que el trabajo en solitario limita el desarrollo.

Este cambio tecnológico se está viviendo de forma acelerada desde la década de los años 70's, época cuando esta transición impacta en la sociedad, y como lo hace notar Alastair Fuad-Luke<sup>4</sup>, educador y escritor de diseño sostenible que, algo similar sucedió después con las computadoras personales en la década de 1980, dando un impulso vital a la mejora de la conectividad y la comunicación entre los usuarios, a nivel local y mundial para facilitar la colaboración y el intercambio de información (2009, p. 144), sin embargo la apropiación tecnológica, hasta la fecha, es un problema detectado que no ha sido fácil solucionarlo.

---

<sup>3</sup> Walter Isaacson, reconocido periodista y biógrafo estadounidense. Ha escrito las biografías de Leonardo Da Vinci, Henry Kissinger, Benjamin Franklin, Albert Einstein y Steve Jobs. Miembro de la Academia Estadounidense de las Artes y las Ciencias.

<sup>4</sup> Alastair Fuad-Luke, Consultor, educador, escritor y activista internacional de diseño sostenible. Él cree que el pensamiento y el proceso del diseño son fundamentales en el cambio hacia formas de vida y trabajo más sostenibles, y promueve enérgicamente el enfoque del diseño ecológico. Es autor de varios libros sobre ecodiseño, viajes ecológicos y activismo del diseño.

Por lo que, el trabajo protagónico de la universidad como apoyo a la innovación, tiene que desarrollarse con investigación científica y tecnológica, teórica y práctica. Con esa decisión se tiene claro que, es necesario integrar las herramientas tecnológicas y usarlas con un objetivo claro, ya que es parte del trabajo formador del propio estudiante. Ese cambio radical e imprescindible es detectado dentro de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM-X) y expresado por el director de la División de Ciencias y Artes para el Diseño, Dr. Francisco Javier Soria López, “en diseño es importante la investigación teórica, pero también la de desarrollo tecnológico que me parece que es fundamental” (UAM Xochimilco, 2020, 100m41s). Es decir, no es sólo la herramienta, sino todo lo que hay detrás de ella. Por ejemplo, la Dra. Jennifer Lawton<sup>5</sup>, especialista en tecnología, contempla que “la tecnología 3D no es un dispositivo, es un ecosistema que nuclea, alrededor de la experiencia del usuario, servicios, insumos, logística, software, recursos humanos” (Bordignon *et al.*, 2018). Una de las características principales de la impresión 3D es la generación de “diseño único” el cual se aplica para un usuario específico en un contexto determinado, y eso hace que esta herramienta genere elementos eficaces, eficientes y satisfactorios para él mismo.

Si bien, la impresión 3D ofrece versatilidad ya que puede incursionar en cualquier área, su tendencia a la personalización de los productos logra que a la par, se dispongan de materiales cada día mejorados, ligeros y a la vez resistentes, que permiten desarrollar prototipos, piezas y productos que antes eran inimaginables; sin embargo, es importante tener en cuenta que, a mayor especificación para cubrir una necesidad, los requerimientos de solución deben cambiar por ese diseño específico que se busca resolver.

Esta visión la comparten especialistas del Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra”<sup>6</sup> y afirman que, “la impresión 3D se ha introducido

---

<sup>5</sup> Dra. Lawton directora de Estrategia en MakerBot. En 2014, Lawton fue nombrada CEO de Makerbot. Bajo su liderazgo, nombrada “Ganadora general” de Popular Mechanics por mejor impresora 3D, “Producto del año” de Popular Science, una de las “Mejores invenciones de 2012” de Times, y Fast Company la incluyó como “Una de las mejores del mundo 10 empresas más innovadoras en electrónica de consumo”.

<sup>6</sup> Institución líder en la Atención médica de Alta Especialidad y la Formación de Recursos Humanos en los campos de Ortopedia, Medicina de Rehabilitación y Audiología y más recientemente en Otorrinolaringología. Así mismo, tiene presencia nacional a través de las campañas de Cirugía Extramuros y del Centro Nacional de Investigación y Atención de Quemados. Participa en el Plan

recientemente en el campo quirúrgico como una herramienta para una mejor comprensión de cualquier anomalía subyacente compleja. Esto puede mejorar y facilitar la calidad diagnóstica y ayudar en la planificación prequirúrgica” (Juárez *et al.*, 2018).

De aquí parte esta investigación, del análisis de la integración de esta herramienta dentro de la Universidad y ese ecosistema que se requiere para su realización. Para esta investigación, específicamente se eligieron dos universidades de la CDMX, una pública y una privada que tuvieran laboratorio de impresión 3D, por su integración y uso. Estas son el Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México (TEC CCM), y la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM-X), esta última por ser de interés el trabajo desarrollado ahí y el aporte que esta investigación facilite al Laboratorio de Pruebas y Simuladores.

En las entrevistas realizadas se pudo observar que no hay redes para la investigación entre los tres sectores. Con la falta de integración de innovaciones tecnológicas en los procesos universitarios, los egresados presentan una carencia al no saber utilizar estas herramientas a nivel técnico y conceptual. Por lo tanto, al lograr que la impresión 3D sea utilizada de forma integral en el campo académico, las posibilidades de su inserción se verán reflejadas posteriormente en el campo profesional.

Esta investigación permite conocer las particularidades para que se pueda integrar esta tecnología al proceso de enseñanza-aprendizaje, según el registro de su aplicación en el contexto actual, y el impacto que se podría detectar para su desarrollo dentro de las instituciones académicas. Existen innumerables casos sobre el uso de la impresión 3D que se están haciendo presentes en diversas áreas como la automotriz, la aeroespacial, la construcción, la alimentación y la salud, siendo importante identificar de qué manera puede integrarse al beneficio de la investigación académica, y el aporte social de estas instituciones.

La complejidad de los problemas que se presentan y la búsqueda de soluciones conjuntas, son más fáciles de resolver cuando la producción de diseño se realiza como

---

Nacional de Desarrollo y en el Programa Sectorial de Salud. Ha alcanzado proyección internacional a través de los programas de cooperación internacional mediante la intervención de la Dirección General de Asuntos Internacionales y como Centro Colaborador de OPS/OMS.

un trabajo colectivo, siendo éste, el trabajo interdisciplinario como elemento de incorporación. Rafael Vesga<sup>7</sup>, economista especialista en innovación, identifica que no se trata sólo de ser bueno en la propia disciplina, se requiere tener un desarrollo en la capacidad para interactuar con otros de forma productiva ("Trabajo interdisciplinario: difícil y necesario", 2020).

No podemos pasar por alto que estas tecnologías ya están presentes y en interacción con el contexto cotidiano, entonces como expresa el Dr. Emilio Pradilla Cobos, responsable del Área de Concentración Investigación y Gestión Territorial del Posgrado en Ciencias y Artes para el Diseño (2008 a la fecha), "lo viejo y lo nuevo deben seguirse combinando porque es la forma de producir lo nuevo renovado y que lo nuevo no sea una simple aventura en el vacío" (UAM Xochimilco, 2020, 85m52s).

Las bases del conocimiento académico encuentran una nueva coyuntura, teniendo oportunidad de su inserción en el avance de las nuevas tecnologías. Esto da lugar a la primera pregunta particular, ¿Cuáles son las condiciones necesarias para la integración de un trabajo interdisciplinario y cuáles son las características de sus integrantes, en el uso de la impresión 3D como herramienta, para la generación de proyectos de nivel universitario?

Por ello, es importante detectar la forma en que está siendo trabajada la impresión 3D como herramienta en el contexto internacional, es necesario señalar cómo este tipo de tecnologías participan dentro de los procesos productivos de la sociedad, cuyo objetivo principal sería buscar el bienestar del usuario final. Esta visión de los países desarrollados logra generar oportunidades económicas para las empresas, y beneficio en investigación para la academia a través del aprovechamiento de las capacidades científicas y tecnológicas; sin embargo, México es de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que destinan menores recursos al financiamiento de la ciencia y tecnología.

Para el análisis comparativo de dónde y qué está haciendo cada una de estas universidades, es de suma importancia detectar qué tipo de colaboración es la más

---

<sup>7</sup> Rafael Vesga, economista de la Universidad de los Andes, Maestro en Administración y Políticas Públicas de Carnegie Mellon University, Doctor en Administración de Tulane University. Profesor de Emprendimiento e Innovación y colaborador del Centro de Estrategia y Competitividad y del Centro de Emprendimiento de la Facultad de Administración.

efectiva, de acuerdo con las aportaciones y necesidades que tenga cada una de ellas. Y de esta forma lograr un equilibrio y desarrollo a la par de los sectores profesional y empresarial con el único fin del desarrollo e innovación tecnológica.

Por lo que, no se trata solo de responder a la solución de las problemáticas con el uso de esta herramienta, sino de ir generando metodologías para resolverla de manera óptima, según menciona Walter Isaacson, “un aspecto de la innovación es inventar nuevos aparatos, y otro es inventar maneras populares de usar dichos aparatos” (2014, p. 172). Entonces, la limitada existencia de laboratorios en las universidades o de las herramientas 3D para la realización de los proyectos, no debe obstaculizar el objetivo principal de resolver.

Tal como el Dr. Luis Porter menciona, en su análisis de cambios estructurales para la educación superior que, las aulas ahora pertenecerán a aquellos estudiantes con una formación anticipada, sin miedo a aprender y acompañarán a esos maestros que conserven sus ganas de enseñar (2013). Siendo así, la base que sostiene la estructura para la utilización de esta tecnología y que determina los alcances que se obtengan dentro de las instituciones es la elección del trabajo interdisciplinario, pero, como segunda pregunta particular, ¿cómo es el proceso de incorporación de la impresión 3D como herramienta en los proyectos universitarios?

Así como se visualiza la apertura que ofrecen las nuevas tecnologías, también se detecta la necesidad de participación de una triada productiva en donde lo académico, profesional y empresarial se unan para su uso. La Dra. María Eugenia Castro, Coordinadora de la Maestría CyAD 2001-2005, señala que se puede compartir el equipo con las otras divisiones de la misma unidad, así como entre los otros planteles y de las otras instituciones públicas, y si fuera necesario, de los mismos recursos del CONACYT, a fin de compartir y de lograr los objetivos propuestos (UAM Xochimilco, 2020, 42m14s).

Una vez que se vayan teniendo resultados, justificar cómo se puede integrar esta herramienta, para darle servicio interno a los estudiantes, investigadores, profesores de la universidad como una herramienta pedagógica y, paralelamente, la aplicación en un trabajo externo con aportación de diseño social.

Por lo consiguiente, considerando esto, las áreas de oportunidad dentro de las instituciones son grandes, al trabajar a través de equipos interdisciplinarios, como expresa Walter Isaacson, la clave de la innovación es darse cuenta de que no existe disparidad entre promover el genio individual y fomentar el trabajo en equipo (2014, p. 128). Es evidente que, al ser un campo de aplicación extenso, será importante enfocarse y definir un área donde se detecte el uso de la impresión 3D como herramienta; entonces, como última pregunta particular de investigación, en el área de la salud y el diseño, ¿cómo se integra el trabajo interdisciplinario entre el sector académico, profesional e industrial con el uso de la impresión 3D como herramienta?

Por lo tanto, para poder generar conocimiento e investigación, así como un aporte en la mejora de la calidad de vida en el ámbito del usuario final, es necesaria la vinculación de la impresión 3D como herramienta con el trabajo interdisciplinario de estos sectores, ya que los procesos de integración de tecnologías innovadoras son posibles al pensar en la interdisciplina de trabajo, y eso nos llevaría a demostrar que esto es fundamental para poder llevar a cabo esta integración.

Sin lugar a duda, la impresión 3D es una tecnología que genera oportunidades y retos, tan sólo porque ya se encuentra presente en muchos ámbitos. Víctor Papanek<sup>8</sup> diseñador social de los años 70's, considera que, para mediar en la creciente discordancia entre una tecnología fuerte y un medio frágil, nuevas disciplinas y nuevos métodos se sumergen en el proceso de diseño y también deben incluirse en la educación de los diseñadores (1995, p. 203). Entonces, no se trata sólo de cambiar el comportamiento para la apropiación de tecnologías por un periodo corto de tiempo, sino generar cambios constantes e integrales que se adapten a estos nuevos métodos cada vez que sea necesario.

Durante la investigación se describe la integración actual de la impresión 3D como herramienta en los procesos de enseñanza-aprendizaje, y se indaga la importancia de las alianzas para la colaboración académica, profesional y empresarial de México. Y, por último, se explora la aplicación del trabajo interdisciplinario en el área de la salud, por ser donde se detecta un mayor uso de la impresión 3D en este

---

<sup>8</sup> Víctor Papanek defensor del diseño social y ecológicamente responsable de productos, herramientas e infraestructuras comunitarias.



momento, debido a que “se ha convertido en una técnica en el cuidado de la salud y la medicina para una amplia gama de aplicaciones que incluyen odontología, ingeniería de tejidos y medicina regenerativa, modelos de tejidos diseñados, dispositivos médicos y modelos anatómicos” (Liaw, C. Y., & Guvendiren, M., 2017). Por lo que, se establece la importancia de tener acceso a estas tecnologías desde la preparación académica, para explorar el potencial de lo que una herramienta como ésta y el trabajo interdisciplinario pueden conseguir.

Para lograr la educación con innovación con estas herramientas, se parte del “pensamiento integral” descrito como, “el uso de las diferentes formas que tiene el individuo para percibir, procesar y aplicar la información, y la creatividad como forma de ser, pensar, querer y resolver problemas de manera original y pertinente” (Palma Cuervo, 2012), con esto se refiere a la capacitación adecuada aplicada en el contexto de las nuevas tecnologías.

Víctor Papanek refiere que, si el diseño es un esfuerzo consciente e intuitivo para imponer un orden significativo, entonces se debe enseñar el cómo y el por qué (1995, p. 211), por lo tanto, al observar este contexto se tiene claro que, con la introducción oportuna de este tipo de herramientas en el ámbito universitario, y un objetivo de enseñanza preciso, se beneficia la posibilidad de descubrir las potencialidades que los estudiantes y docentes con interés en estas áreas aportan en un trabajo en conjunto.

En el próximo capítulo se abordará la presencia de la impresión 3D en estos ámbitos, y la situación con respecto a su integración de forma óptima como herramienta de apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, la autora establece la importancia de adaptarse a las nuevas tecnologías, y que los estudiantes tengan la oportunidad de conocerlas en la resolución de problemas reales a través del trabajo interdisciplinario, para que esta mecánica pueda ser llevada desde el área académica hasta el área profesional y empresarial, y así poder ayudar a mejorar la calidad de vida del usuario.

## Capítulo 2

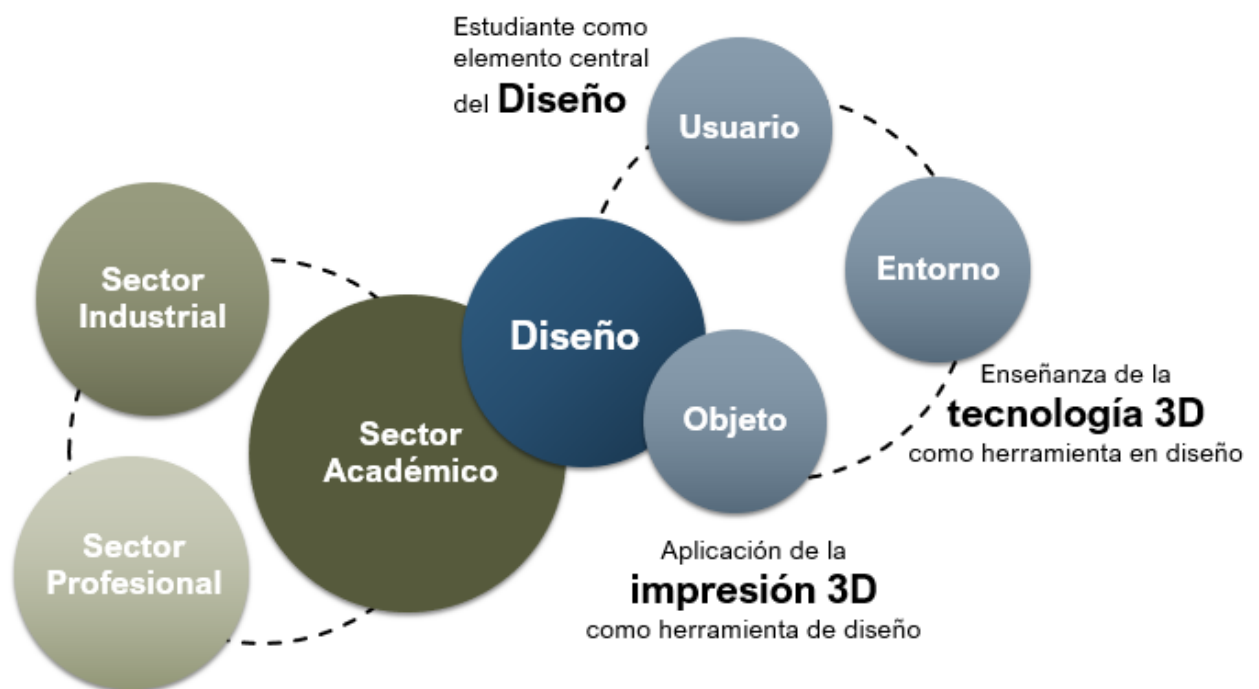
### Una triada estratégica detrás de la impresión 3D

(Marco teórico y conceptual)

Una vez establecidos los tres sectores, la triada principal con la que se trabaja en esta investigación, está compuesta por el usuario, que en este caso se contempla al estudiante como elemento central del diseño; junto a esta se encuentra el entorno, considerando a la enseñanza de la tecnología 3D como herramienta en diseño; y, por último, el objeto que se considera a la aplicación de la impresión 3D como herramienta de diseño (Ver Gráfico #1).

#### Gráfico #1

*Triada principal: usuario, entorno y objeto.*



Fuente: Elaboración propia

La línea de análisis que se realiza en este capítulo y subcapítulos, parte de esta organización y del objetivo de la licenciatura de formar diseñadores, que junto a sus

características, habilidades e intereses le permitan integrarse al proceso de diseño y el uso de la impresión 3D como herramienta.

La presente investigación se realiza con dos universidades nacionales, en búsqueda de un trabajo interdisciplinario y era necesario detectar que estas instituciones, cumplieran dentro de sus objetivos tener el planteamiento y desarrollo de la innovación y aplicación de nuevas tecnologías en sus planes de estudio. A pesar de ser dos perfiles diferentes, lo que se busca es analizar la aportación que cada una desde su visión logra al integrar esta parte tecnológica dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México (TEC CCM) en su Licenciatura de Diseño, se señala como un sistema flexible en el qué, cómo, cuándo y dónde se aprende, ya que se motiva a que el alumno construya su propio perfil de egreso, permitiendo elegir entre lo que necesita saber en conjunto con lo que le interesa, preparando al estudiante para los desafíos del entorno en el que se va a desarrollar.

Las competencias, conocimientos, habilidades, actitudes y valores propios de Estudios Creativos, tronco común al que pertenece la Licenciatura de Diseño, inicia con un primer bloque formado por retos afines a todas las carreras del área; posteriormente dentro de la Escuela de Arquitectura, Arte y Diseño (EAAD) se desarrolla el segundo bloque, con competencias propias de la carrera; y por último, el tercer bloque de especialización fuera o dentro del área disciplinar, cuyas opciones pueden ser producto, innovación y diseño, innovación social, tecnología o interiores.

Al mismo tiempo, la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM-X), que “logra una vinculación con los problemas que atañen a la sociedad por medio de una nueva forma de enseñar y de aprender [...] plantea una ruptura conceptual con el paradigma clásico, basado en la enseñanza por disciplinas” (Arbesú et al., 2006, p. 37). La carrera de Diseño Industrial pertenece al área de Ciencias y Artes para el Diseño, y menciona que el egresado de esta carrera, será capaz de proponer respuestas de diseño innovadoras, que respondan a las necesidades de desarrollo del campo de la industria mexicana con base en la investigación, y el empleo de nuevas tecnologías que favorezcan al medio ambiente, y es así que “esta nueva

forma de concebir la enseñanza requiere que los cursos se organicen por medio de módulos (unidades de enseñanza-aprendizaje (UEAS) autosuficientes) que integran simultáneamente docencia, investigación y servicio, este último se entiende como un servicio a la comunidad” (Arbesú et al., 2006, p. 37).

Cabe mencionar que la UAM-X como parte del sistema modular, sus fundamentos vienen de un enfoque constructivista desde sus inicios, un conocimiento que se construye por el propio individuo, mientras que el TEC CCM de un modelo tradicional migró a uno constructivista y experiencial, siendo este último el aprender desde la propia experiencia y reflexión para la mejora.

Ahora bien, es necesario mencionar que las licenciaturas que se imparten en cada una de estas instituciones llevan nombres diferentes, pero que por generalidades se trata de la misma carrera. Por lo que, para futuras intervenciones nos referiremos, sólo como licenciatura, cuando se trate de las dos instituciones. (Ver Cuadro #1)

### Cuadro 1

#### *Comparativo de planes de estudios TEC CCM - UAM X*

<b>Institución</b>	<b>Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México</b>	<b>Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco</b>
<b>Nombre</b>	<b>Escuela de Arquitectura, Arte y Diseño</b> Licenciatura en Diseño	<b>Ciencias y Artes para el Diseño</b> Diseño Industrial
	<b>TEC CCM</b>	<b>UAM-X</b>
Plan de estudios	TEC 21	2018
Modelo	Flexible	Sistema Modular
Enfoque Educativo	Constructivista y experiencial	Constructivista
	Brindar una formación integral y mejorar la competitividad de los estudiantes en su campo profesional a través de potenciar las habilidades de las	Formar profesionales en el diseño industrial con una sólida preparación teórica-práctica, que les permita comprender, analizar y crear conceptos, métodos y

Objetivo	generaciones venideras para desarrollar las competencias requeridas que les permitan convertirse en los líderes que enfrenten los retos y oportunidades del siglo XXI.	técnicas para generar respuestas relevantes, vigentes y pertinentes a problemas derivados de su campo profesional, por medio del diseño o rediseño de objetos, procesos o servicios; atendiendo los retos de la sociedad y la industria mexicana con base en una actitud crítica e innovadora, en un marco de sustentabilidad que les permita incorporarse a diversas instituciones públicas y privadas o crear micro, pequeñas y medianas empresas que promuevan proyectos que coadyuven al desarrollo nacional.
Perfil de egreso	Competencias al egresar: Define oportunidades de innovación, aplicando metodologías de investigación de diseño, centradas en la persona y su contexto. Conceptualiza propuestas de diseño a partir de los requerimientos funcionales, constructivos, expresivos y de sustentabilidad del proyecto. Diseña productos, servicios y experiencias deseables, viables, factibles y sustentables. Diseña la estrategia de implementación del producto, servicio o experiencia en contextos públicos y privados.	Desarrollar estrategias de diseño y rediseño, críticas, creativas, estéticas, funcionales y sustentables. Proponer respuestas de diseño innovadoras con base en la investigación y aplicación de nuevas tecnologías que favorezcan al medio ambiente. Aplicar el diseño estratégico como fundamento de la innovación que impacte en la producción, comercialización, consumo y posconsumo de sistemas, objetos, procesos y servicios. Desarrollar micro, pequeñas y medianas empresas, organizaciones no gubernamentales, cooperativas o fundaciones, a partir de los resultados de diseño.
Trabajo interdisciplinario	Si (desde 1er. semestre)	Si (desde 1er. trimestre)
Trabajo sobre experiencias	Si	Si

Materias que sustentan la tecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño e innovación</li> <li>• Integración tecnológica</li> <li>• Tecnología, diseño y sociedad</li> <li>• Tecnologías emergentes y transformación digital</li> <li>• Diseño prospectivo y tecnología</li> <li>• Materiales inteligentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y manufactura</li> <li>• Diseño y producción en serie</li> <li>• Diseño y producción racionalizada</li> <li>• Diseño y producción flexible</li> </ul>
Área de especialización	Si	No

Fuente: Elaboración propia con referentes teóricos de Licenciado en Diseño (2021), UAM-X (2018)

Del cuadro anterior, se puede observar que, las dos licenciaturas tienen objetivos similares, sin embargo, el punto central es la forma en que se lleva a cabo la enseñanza de la tecnología, y se considera que el TEC CCM en un perfil empresarial, está enfocado a la tecnología e innovación y al diseño de experiencias; mientras que la UAM-X, está enfocada al diseño en la producción y principios sociales, en un sistema modular donde se maneja un proyecto interdisciplinario y un proceso de investigación, buscando la mejora en la calidad de vida de los usuarios.

Cada una de estas instituciones, busca trabajar en proyectos metodológicamente sustentables, por lo tanto, es necesario corroborar el interés, compromiso, y visión teórica y práctica que tienen al respecto en el desarrollo de diseños funcionales con el uso de la impresión 3D como herramienta. Blázquez Tobías et al., (2018) deducen que las herramientas tecnológicas empleadas como un medio de enseñanza y no como un fin, son herramientas que nos ayudarán a alcanzar metas educativas concretas, siempre que el énfasis se ponga en la metodología y no en la tecnología, al generar contenidos más interesantes y motivadores que permitan al alumno crear su propio contenido, su propio aprendizaje y compartirlo (p.167). Lo que se puede visualizar en ambas universidades, son sus metodologías similares de diseño centradas en la persona y su contexto, y como eje central el estudiante en busca de su aprendizaje.

## **2.1. El estudiante como elemento central del proceso de diseño (Usuario)**

La palabra diseño tiene diferentes significados, “es tanto un sustantivo como un verbo y puede referirse al producto final o al proceso” (Lawson, 2005, p.3); que “se centra en el usuario, y ayuda a transformar situaciones existentes en situaciones mejores” (Frascara, J. 2017, p. 3); y “es la planificación y normativa de todo acto dirigido a una meta deseada y previsible [...] es el esfuerzo consciente para establecer un orden significativo” (Papanek, 2014, p. 28); siendo el trabajo del estudiante, el que dará como resultado un proyecto que englobe estas peculiaridades como parte del proceso de diseño y en este punto, la integración de la impresión 3D como herramienta.

Porque si bien, lo que se busca es que los diseñadores tengan un área de oportunidad de desarrollo con base en sus habilidades, características, gustos y expectativas, la enseñanza del diseño tiene un papel importante en apoyar y dirigir este proceso. Porque no es sólo garantizar una solución sobre las tendencias actuales, sino reconocer la verdadera educación del diseño y las necesidades que se van generando durante su aprendizaje, ya que estos “especialistas en diseño son los que pueden contribuir a la innovación social al facilitar, promover, identificar y generar soluciones reflejadas en espacios, objetos y servicios” (Frascara, J. 2017, p.p. 17-18), al contar con los conocimientos que le permitan en su práctica diaria y su destreza, dar solución a estas problemáticas de manera óptima y no sólo dentro de una práctica técnica.

### **2.1.1. Estudiante como futuro diseñador**

El estudiante como futuro diseñador debe de poseer ciertas capacidades cognitivas que faciliten su actividad, es decir, que “el futuro profesionalista de esta disciplina necesita poseer determinadas predisposiciones artísticas, técnicas y humanistas” (Rodríguez Morales, 1985, p.10), que tenga habilidades y capacidades reflexivas que le permitan desenvolverse en un futuro profesional con crítica. En ese punto, su labor se visualiza ya como parte de un trabajo interdisciplinario, pues al conjuntar esas características como parte de su desarrollo y originalidad creadora, buscará cubrir necesidades de esa sociedad a la que pertenece.

Los perfiles de ingreso a la licenciatura de ambas instituciones coinciden con lo dicho anteriormente; el TEC CCM considera al estudiante que se identifica como

creativo, que le gusta resolver problemas, se preocupa por el bienestar de las personas, del cómo funcionan las cosas y busca la manera de mejorarlas.

Paralelamente, la UAM-X habla de un perfil deseable, con conocimiento y habilidades de razonamiento con motivación e interés creativo, pensamiento analítico, sintético y crítico, habilidades de comunicación y disposición al trabajo colectivo.

En este punto los estudiantes que deciden ser diseñadores, trabajan los conocimientos básicos de la licenciatura; cada uno va perfilando su área de interés, y entre esas están, los que optan por la tecnología; si bien en el TEC CCM existen las áreas de especialización, en la UAM-X no lo hay, sin embargo, algunos estudiantes lo buscan externamente porque es lo que les interesa y lo trabajan al mismo tiempo que su carrera, como es el uso de la impresión 3D como herramienta para la resolución de algunos de sus proyectos.

Para fines de esta investigación, hablamos de ese diseñador que elige la parte tecnológica, primero como parte de su ruta académica, para posteriormente incluirlo como parte de su perfil profesional general, y que, al ser de su interés, buscará una especialización. De acuerdo con Jorge Frascara<sup>9</sup> referente del diseño social, “la creatividad tiene que ser relevante al contexto: no emerge desde dentro del diseñador, sino en la conexión entre el diseñador y el tema en cuestión, con todas las complejidades que esto implica” (2017, p. 40), porque en la actualidad los estudiantes tienen más herramientas tecnológicas tanto software como hardware que van en desarrollo y acompañan su creatividad, otorgándole capacidad de poder trabajar con el cambio que se le presente y tener una apertura crítica de pensamiento.

Entonces, para que los diseñadores puedan desarrollarse, es necesario que “aprendan a la vez que adquieren una metodología adecuada para afrontar los problemas que se les presentarán en su futura práctica profesional. También se busca que el estudiante aprenda a aprender y descubra su forma personal de conocer” (Ortiz Nicolás y Alatorre Guzmán, 2019, p.p.132-133), porque será el propio estudiante, el que dé solución de una manera innovadora a determinada situación, siendo capaz de

---

<sup>9</sup> Jorge Frascara, autoridad de renombre internacional en diseño de comunicación. Presidente de Arte y Diseño en la Universidad de Alberta, Canadá, donde enseñó Diseño de Comunicación Visual. Ha trabajado en animación cinematográfica, publicidad y diseño gráfico. Comenzó a enseñar diseño gráfico en 1963, en Buenos Aires, y ha continuado enseñando en Canadá, Italia, Guatemala y Argentina, durante casi cuarenta años.



reaccionar de manera inmejorable, al encontrar el camino que mejor se adapte a sus necesidades, enfocándose en este punto a la impresión 3D en el proceso de diseño.

### ***2.1.2. Tecnología de la impresión 3D en el proceso de Diseño y el pensamiento creativo***

Los estudiantes inician bajo los principios que rige el diseño que les permiten entender, comprender y modificar situaciones para una óptima resolución de problemas. Cuando éste se identifica dentro del contexto en el que se desarrolla, se acercan a la metodología que otorga su resolución, y ellos desde esta perspectiva pueden hacer tangibles sus ideas.

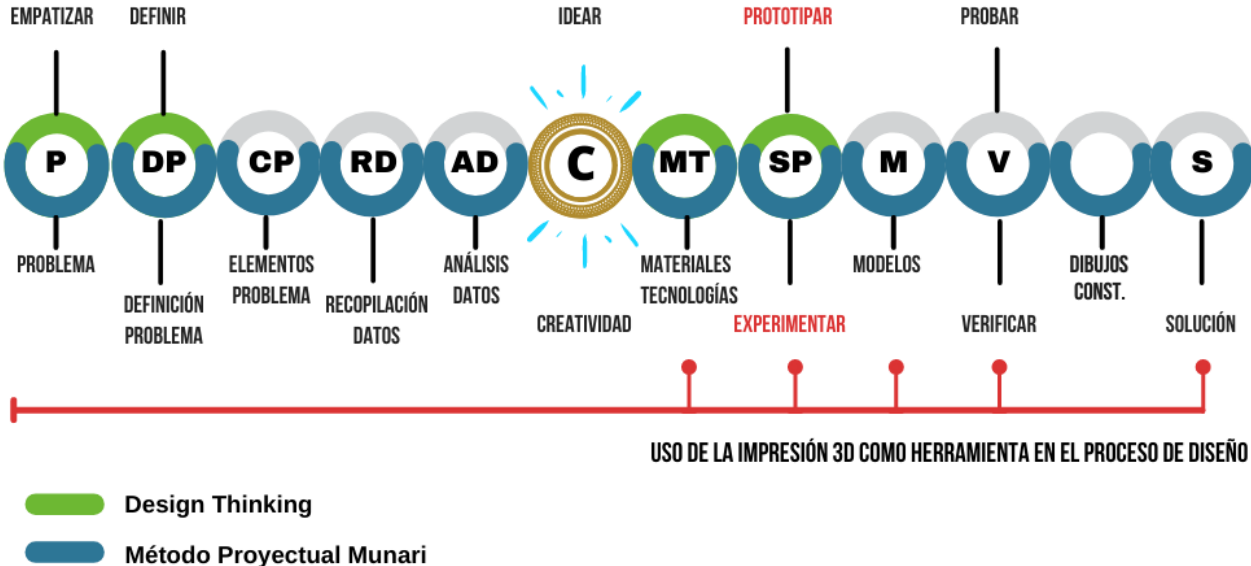
El estudiante se encuentra involucrado en un proceso iterativo de diseño; Bruno Munari (1993) enfatiza que el método de proyectación “no es un esquema fijo, no está completo y no es único ni definitivo [...] el diseñador está siempre dispuesto a modificar su pensamiento frente a la evidencia objetiva, y es así como cada uno puede aportar su contribución creativa” (p.62), es en esta fase de conceptualización, una vez que tiene la oportunidad de razonar y reconocer el problema, analizarlo, definir sus ideas, ajustarlas y buscar nuevas alternativas, donde surge la creatividad, que le da la oportunidad de trabajar con la elaboración de modelos preliminares, para entender este proceso desde una perspectiva más realista, que le permite verificar la funcionalidad y viabilidad de su proyecto.

Tanto la metodología proyectual de Bruno Munari, que consta de doce pasos, o una metodología de innovación que genera nuevos procesos como el Design Thinking, con tan sólo cinco, la cual no necesariamente concluye en un producto, tienen puntos en común, siendo uno de ellos el prototipado 3D.

Es como parte de este proceso de diseño donde el estudiante, podría tener su primer acercamiento con la tecnología de la impresión 3D como herramienta, al hacer sus primeras pruebas de uso como prototipos, para entender volúmenes y formas, dando posibilidad a que se pueda experimentar las veces que sea necesario, como parte de ese proceso iterativo en el cual la impresión 3D como herramienta flexible lo permite, y así lograr un resultado más satisfactorio, real y viable, que considera al usuario como parte del proceso de diseño.

En el siguiente gráfico, se puede observar una analogía que se realizó para esta investigación entre las dos metodologías, donde se incluyen estos elementos esenciales, el surgimiento de nuevos métodos de pensamiento y la construcción sobre esa idea. Y, sobre todo, cómo es en la segunda parte del proceso de diseño, en ambas metodologías, donde se registra el prototipar y experimentar como los puntos esenciales del uso de la impresión 3D como herramienta. (Ver Gráfico #2)

**Gráfico 2:**  
*Comparación de Metodología Proyectual y Design Thinking aplicado al proceso de diseño.*



Fuente: Elaboración propia con referentes teóricos de Munari (1993)

Esto origina, incentivar el trabajo interdisciplinario, porque desde el momento en que se realiza el análisis de datos, se tiene la oportunidad de un acercamiento con el especialista y de esta forma, nuevos métodos, uso de materiales y tecnología detonan la visualización de un todo, tal como argumenta Víctor Papanek (2014), "una forma más duradera de pensamiento diseñador considera al producto [...] como un eslabón lineal entre el hombre y su medio ambiente, y sus formas de pensar, planificar y manipularse a sí mismo y a su entorno, en cuanto un todo alinear, simultáneo, integrado y extenso" (p. 272), porque la impresión 3D como herramienta lo puede conjuntar, de una forma

tangible e ir cambiando o modificando de manera precisa el diseño y generar la oportunidad de experimentar y mejorar la idea.

## **2.2. Enseñanza de la Tecnología 3D como Herramienta en Diseño (Entorno)**

La tecnología determina los cambios que se viven como sociedad, la cual está al alcance de los diseñadores para la resolución de una situación específica. Como argumenta Bryan Lawson (2005), “la sociedad tecnocrática avanzada para la que trabaja el diseñador contemporáneo está cambiando rápidamente. [...] La gran mayoría de nuestro entorno cotidiano ha sido diseñado e incluso, inventado dentro de nuestra propia generación” (p.113), por lo que, las herramientas tecnológicas están listas para usarse, sin embargo, la apropiación de estas en la universidad no se da a la misma velocidad a diferencia del ámbito industrial por falta de presupuesto, de tiempo, o carga académica de los profesores.

Cuando se busca desarrollar un proyecto académico, y se tiene como objetivo fundamental la resolución de un problema, la aplicación de este tipo de herramientas, como la impresión 3D, da la posibilidad de aumentar el valor del proceso de aprendizaje del estudiante, porque no se trata sólo de la enseñanza técnica o de la herramienta en sí misma; la enseñanza tiene que ir por el planteamiento del proyecto y a partir de este, mostrar cómo la herramienta se utiliza para resolverlo.

Para el análisis de la aplicación de estas herramientas como parte de la práctica profesional es indispensable conocer, qué se está enseñando y cómo se está haciendo en las universidades y en particular, para este estudio, hacia dónde va el diseño y la aplicación de la tecnología en la enseñanza de la impresión 3D como herramienta. Blasnilo Rúa (2018) menciona que el empleo de las tecnologías de innovación como soporte a la educación, se enfrenta a un desafío muy importante, siendo la resistencia al cambio por parte de los profesores que llevan una enseñanza tradicional como base principal; sin embargo, no se trata de suplantarse con estas nuevas tecnologías a los planes educativos anteriores, sino de ir diseñando metodologías nuevas que las vayan incorporando, y guiar a los estudiantes a generar habilidades que requerirán en un ámbito profesional tecnológico (p.72), es la unión teórica y práctica, académica y laboral

que les otorgue tanto a maestros como alumnos, los recursos óptimos para llevar el proceso de enseñanza-aprendizaje enfocado a las necesidades actuales.

Si la incursión de la impresión 3D se está efectuando en diferentes ámbitos, paralelamente, como destaca Blázquez Tobías et al., (2018) “este hecho hace necesario el trabajo desde las escuelas, ya que uno de los pilares fundamentales de la educación es la de formar y preparar a los alumnos para poder moverse de forma eficaz en el mundo que los rodea” (p.189), es decir, formar profesionales teniendo en cuenta el referente de las necesidades del mercado laboral, porque si la impresión 3D como herramienta sigue en crecimiento, como se detecta en varios países, los estudiantes necesitarán la preparación suficiente para integrarse y contender por un lugar en ese espacio profesional.

Uno de los países que está impulsando el uso de la impresión 3D, como parte de los planes de estudio como apoyo a la enseñanza de la ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas y el diseño (STEAM por sus siglas en inglés) es Inglaterra; el departamento de educación de ese país analizó el potencial de la impresión 3D, haciendo pruebas en diferentes instituciones. David Jermy director en Tecnología de Diseño, participó en un estudio a escala europea sobre impresoras 3D y recalca que, “la oportunidad de convertir rápidamente un concepto o una idea en un producto 3D, hace que sea una herramienta de enseñanza increíblemente poderosa” (“3D printers in schools: uses in the curriculum”, 2013).

En Australia, un concepto de interés enfatiza Blasnilo Rúa et al., (2018) es cómo la impresión 3D permite experimentar “la apropiación tecnológica de la educación; esta iniciativa pedagógica busca que los estudiantes sean los gestores de su propio conocimiento a través de la exploración de sus intereses, la experimentación y la socialización de las experiencias” (p.72). Logrando que ellos mismos sean los que descubran las diferentes oportunidades que les da el uso y aplicación de la impresión 3D a sus proyectos.

Un caso diferente es el de Corea, porque a pesar de que se busca involucrar la impresión 3D a sus planes de estudios, no se hace con el fin de darle seguimiento al actual, sino de “recuperar la creatividad y la curiosidad perdidas, debido a su modelo rígido educativo [...] que son esenciales en el aprendizaje de las ciencias, tecnología,

ingeniería y matemáticas, donde la impresión 3D puede tener un rol decisivo para este proceso” (Blasnilo Rúa et al., 2018, p.73).

Independientemente de las causas que originan la integración de la impresión 3D en los planes de estudios de estos países como referente, se busca algo en común y lo otorga esta herramienta, el desarrollo de nuevas metodologías para el aprendizaje. Es por esto por lo que, en el reporte Horizon 2017<sup>10</sup> enfocado a la educación superior, se comenta que las instituciones estarán incorporando de manera significativa aquellas actividades que ayuden a promover un aprendizaje activo y que a la vez desarrollen soluciones a problemas reales (Adams Becker et al., 2017).

Al analizar los modelos de las dos universidades, el TEC CCM bajo su modelo educativo TEC 21, basado en desarrollar y fortalecer el emprendimiento, con una formación integral para potenciar habilidades que les permitan convertirse en líderes, con espíritu emprendedor, sentido humano y competitividad internacional, tiene a la innovación como uno de sus valores institucionales, lo que implica crear oportunidades y ser generadores del cambio. Mientras que la UAM-X, bajo su modelo educativo basado en una visión social, al atender los retos de la sociedad y la industria mexicana con base en una actitud crítica e innovadora, incentiva la creación y desarrollo de micros, pequeñas y medianas empresas promotoras de proyectos que coadyuven al desarrollo social.

Por lo que, se considera unir lo mejor de ambas metodologías, ya que, independientemente del modelo, se puede aplicar con los ajustes correspondientes. Si las dos universidades contemplan la innovación desde sus propias visiones, el emprendimiento, lo nacional o internacional, a diferentes escalas, podrían conjuntarse para generar un sistema de trabajo, que permita sumar pensamientos, con el objetivo de potencializar su visión, y lograr el desarrollo de nuevos procesos que se trabajen de manera local, pero que tengan una repercusión global, y esta debe ser implementada desde el proceso de enseñanza.

---

<sup>10</sup> Elaborado por la Comisión Europea anualmente desde el 2004 al 2017 y el New Media Consortium (NMC) un organismo sin ánimo de lucro con sede en los Estados Unidos; se basa en las perspectivas y la experiencia de un panel global de líderes de todo el panorama de la educación superior. Examinaba las tendencias, desafíos y desarrollos tecnológicos que pudieran tener un impacto en la enseñanza y el aprendizaje, con el potencial de ser adoptados a corto, mediano y largo plazo.

### **2.2.1. Universidad como espacio tecnológico**

La importancia de la enseñanza de las nuevas tecnologías, como parte de la educación formalizada, con el objetivo de integrarlas en un proceso productivo a futuro, logra que se tenga la oportunidad de contar con ese conocimiento desde la parte académica, ya sea como un complemento o un apoyo para incrementar diversas habilidades, y que a través de la universidad se dé la confirmación de sus capacidades, en búsqueda de potencializar la generación del conocimiento, buscando integrar las herramientas tecnológicas para desarrollar mejores investigaciones, con “la generación de redes y grupos de trabajo que colaboren de forma necesaria en bien de los problemas educativos, [...] la rápida expansión de las tecnologías [...] y con ello establecer mecanismos para difundir y utilizar el conocimiento con mayor rapidez” (Castillo Ochoa et al., 2013, p.114).

Este es un momento de cambio tecnológico, en que las universidades tienen la necesidad de englobar muchos aspectos internos, auto conocerse e identificar sus límites, pero reconocer sus capacidades, para posteriormente trabajar en conjunto con otras instituciones y complementarse en la generación de un nuevo conocimiento. La Dra. Isabel Arbesú, Coordinadora de la maestría 2012-2015, considera necesario “hacer comunidades de aprendizaje, coordinaciones apoyándose, [...] integrar a los profesores de otras divisiones, otros planteles, no sólo de Xochimilco” (UAM Xochimilco, 2020). Con esto se reafirma la necesidad de abrirse a la participación conjunta; pero para poder hacerlo primero habrá que conocer lo que hay dentro de cada una de las instituciones. Como lo expresa Alastair Fuad-Luke (2009) el reconocer a los actores, lo que los motiva y el uso de herramientas para aportar en estudios de construcción social es un paso esencial para lograr la innovación a nivel local, porque es el mismo contexto el que proporciona los productos y servicios para el bien común. Se busca lograr un trabajo colaborativo, y aprender a observar las necesidades de la sociedad para llevarlo a las universidades y seguir generando conocimiento. Por lo que, se requiere de la apropiación de los avances tecnológicos y su aplicación por parte de los estudiantes y de los docentes, como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **2.2.2. Tecnología aplicada al proceso de enseñanza-aprendizaje**

Los diseñadores actualmente, durante su proceso de diseño, no pueden seguir una sola ruta tradicional de aprendizaje, “deben aprender a apreciar y explotar la nueva tecnología a medida que se desarrolla” (Lawson, 2005, p.6) pero para poder hacer esto, es necesario contar con el apoyo de personal especializado que sepa dirigir la enseñanza en esta área de oportunidad y que motive al estudiante hacia su propio aprendizaje.

Donald Norman (1990) argumenta que “los dispositivos innovadores son complejos y difíciles de utilizar. A medida que los técnicos se van haciendo más competentes y que una industria va madurando, los dispositivos se van haciendo más sencillos, más fiables y más potentes” (p.47), por lo que es necesario conocer cómo los estudiantes procesan y transforman esta información, al mismo tiempo que se van especializando en este campo de conocimiento. Sin embargo, no se trata nada más de lograr una especialización en su campo o área de trabajo, porque como enfatiza Papanek V. (2014), “el hombre es un generalizador. Son sus prolongaciones (herramientas y ambientes) que se diseñan las que le ayudan a alcanzar la especialización. Pero al diseñar mal estas herramientas y ambientes [...] hace que también ellos pasen a ser especialistas permanentes” (p. 265), es decir, estar abiertos a participar no sólo desde su propia disciplina o sus propias habilidades individuales, sino aportar desde otra perspectiva más colaborativa que permita encontrar una mejora en la resolución del problema.

De la misma manera, Alvin Toffler (1973) recomienda enseñar a los estudiantes en la resolución de problemas que no sólo no existen ahora, sino que tal vez no lleguen a concretarse jamás, con el objetivo de familiarizarse con la tecnología en caso de que en algún momento tengan la necesidad de utilizarla. Es decir, que los estudiantes tengan la oportunidad de conocer y aplicar la tecnología de impresión 3D dentro de la institución, generar proyectos más productivos, basados en un aprendizaje que integre elementos y la resolución de situaciones, tales como, los que se presentan en el ámbito profesional, y que a su vez les permitirá mejorar su proceso de diseño.

### **2.3. Aplicación de la Impresión 3D como Herramienta de Diseño (Objeto)**

En los últimos años se ha registrado la incorporación de tecnologías de innovación, como eje de transformación y desarrollo económico del mundo. La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) en su reporte del 2016, considera que estamos entrando en una economía basada en conocimientos. Por lo que, la universidad se contempla como parte de este proceso del cambio, como generadora de información. El Manual de Oslo<sup>11</sup> (2006) menciona que “una innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo” (p.56), entonces, hablar de innovación es pensar en economía y en aprendizaje; es justo en este punto, el por qué el trabajo de la vinculación de la academia e industria, es esencial para contribuir de manera significativa al proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, la forma del cómo y qué enseñar, al tomar en cuenta que la apropiación de herramientas debe ser llevada de manera tal, que permita el desarrollo y cambio, al proporcionar un nuevo espacio y estructura de trabajo para una herramienta tecnológica como la impresión 3D.

En relación con esto, el reporte Horizon (2017) hace énfasis como tendencias, al aprendizaje colaborativo a corto plazo; el rediseño de los espacios de aprendizaje a mediano plazo; y el avance en la cultura de la innovación a largo plazo. Menciona que uno de los retos más significativos, es la integración de la tecnología en las facultades, así como la actitud de los académicos frente a la tecnología, replanteando el rol de los docentes. (Adams Becker et al., 2017).

Varios de los artículos analizados, a pesar de que están contemplando la impresión 3D como un recurso para mejorar el proceso de aprendizaje, plantean la enseñanza de esta herramienta como punto principal para incrementar la motivación del alumnado de educación media básica, sin considerar, como línea de trabajo, una resolución de problemas a través de un objetivo y la ayuda de esta herramienta; sin embargo, un punto importante a mencionar, es la reflexión que se tiene de trabajar con una metodología de aprendizaje a base de proyectos.

---

<sup>11</sup> Manual de Oslo, desarrollado conjuntamente por Eurostat y la OCDE, forma parte de una serie de manuales evolutivos que se dedican a la medida y a la interpretación de los datos relativos a la ciencia, la tecnología y la innovación.



Si dentro del proceso de diseño, es fundamental la investigación para resolver problemas de manera óptima, conocer el funcionamiento de la tecnología 3D como herramienta en su uso es esencial, porque permite al usuario entender la forma y la función del objeto con el que se va trabajar; al hacer de forma rápida los modelos para lograr la interacción y llegar a una solución; sin embargo, la "innovación educativa no se determina por la inserción de nuevas tecnologías en el salón de clase, sino [...] alrededor de interacciones interpersonales; estas últimas hacen del intercambio de conocimientos, una experiencia adaptable a diferentes usos situaciones y contextos" (Ortiz Nicolás y Alatorre Guzmán, 2019, p. 161).

Aunque, el usuario es el que tiene los conocimientos para su correcto manejo, es necesario conocer los alcances de la herramienta, y de esta forma visualizar de manera más objetiva su aplicación dentro de los objetivos a resolver, sobre todo en la actualidad, y el cambio tecnológico al que se ve enfrentada la enseñanza; porque no es la enseñanza de la herramienta en la parte técnica a lo que esto se refiere, es entender cómo una herramienta como esta, puede facilitar o no el desarrollo en el proceso, y su aplicación de uso en la integración tecnológica a proyectos que tengan implicación social real, sin olvidar que, "los estudiantes siempre serán el centro de las iniciativas de las instituciones, pero los líderes educativos deben también reconocer la necesidad de [...] apoyar los cambios necesarios para avanzar en la cultura de la innovación y la creatividad" (Adams Becker et al., 2017) y es así como, el diseñador como estudiante, tendrá las herramientas teóricas y prácticas a su alcance y será él, quien las integre para dar soluciones.

### ***2.3.1. Aspectos técnicos de la impresión 3D como herramienta***

Cuando las patentes para varios tipos de tecnologías de impresión 3D comenzaron a caducar, dio como resultado que se originaran una serie de nuevas pequeñas empresas, que comenzaron a entrar en el mercado de la impresión 3D. La forma más común de impresión 3D hoy en día, es un proceso de fabricación aditiva o modelado por deposición fundida (FDM), que se lleva a cabo mediante la adición de material, crea objetos fundiendo el filamento y extruyendo a través de una pequeña boquilla; el objeto se va formando a medida que las capas van solidificando. Este

proceso aditivo es impulsado por un microcontrolador, que guía a un conjunto de motores que mueve un cabezal de impresión en tres dimensiones. De ese modo, casi cualquier material que pueda ser endurecido o suavizado puede imprimirse en 3D incluyendo plástico, metal, fibra de carbono e incluso chocolate.

Para poder hablar de la impresión 3D, es necesario conocer parte de esas características técnicas, siendo que una de las primeras tecnologías, es conocida como SLA o Litografía Estérea, la cual crea objetos mediante el uso de un haz de luz de alta intensidad, como un láser, para endurecer una resina suave. La segunda tecnología se conoce como SLS, es decir, sinterización láser selectiva y tienen similitudes con el SLA, ambos usan una alta intensidad de luz. Sin embargo, en lugar de endurecer una resina, la impresora SLS la utiliza para endurecer un material en polvo, y poder fabricar objetos a partir de una amplia gama de materiales, incluyendo metales con un grado de definición alta.

Las máquinas FDM, crean objetos suavizando una fibra de material termoplástico, y actualmente existen de varios tipos como ABS, PLA, PETG y ASA.

ABS significa acrilonitrilo butadieno estireno y se obtiene del petróleo. El segundo tipo de termoplástico es PLA que significa ácido poliláctico y se obtiene del maíz. Tanto el ABS como el PLA son muy fuertes y comparten una serie de propiedades, sin embargo, una de las limitaciones de ambos es su rigidez. El PETG es más resistente, menos rígido y frágil que el PLA y ABS. En cuanto al ASA es un material pensado como sustitución al ABS. Sin embargo, varios polímeros mixtos están empezando a fabricarse, originando que la variedad de materiales que se pueden trabajar a través de una impresora FDM, continúen en aumento los próximos años y por lo tanto las capacidades de las propias máquinas.

Todas las impresoras 3D, comienzan a trabajar con base en un diseño digital del objeto que se va a imprimir. Estos diseños se pueden obtener de tres maneras diferentes; la primera forma es modelar el objeto utilizando un software de modelado 3D; la segunda, es a través del escaneo 3D; y la tercera, es simplemente descargándolo de algún sitio web.

No obstante, la impresión 3D es una herramienta que cambia diariamente y que permite ver de manera tangible la materialización de las ideas desarrolladas, otorga al

mismo tiempo el poder de corregir el diseño las veces que sea necesario. Desde la impresora más pequeña a la más grande, tienen generalidades y diferencias básicas a nivel tecnológico; pero principalmente entre unas y otras, es la asequibilidad y accesibilidad que se disponga, porque esto determinará el tipo de objetos a realizar, y que permita lograr desde un planteamiento general, un prototipo, o bien algún producto que requiere ser trabajado dentro de un laboratorio especializado.

La impresión 3D es una herramienta que tiene una gran capacidad de flexibilidad, al permitir incursionar en diversos ámbitos siendo una sola tecnología, “traerá una revolución industrial en el sentido de acortar y abaratar las cadenas de suministro, [...] al ser una herramienta que tiene el potencial de promover la innovación científica, la creatividad artística y la difusión de conocimientos tecnológicos” (Miyamoto Gómez, 2017). Neil Gershenfeld<sup>12</sup>, profesor estadounidense en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), creador de los Fab Labs, propone que “la oportunidad real es aprovechar el poder de inventiva del mundo, para diseñar y producir soluciones de forma local a problemas locales” (Neil Gershenfeld habla acerca de los Fab Labs, 2006). Al ser un Fab Lab, “un espacio para el aprendizaje y la innovación [...] proporciona un estímulo para el espíritu empresarial local [...] al conectarse a una comunidad global de estudiantes, educadores, tecnólogos, investigadores, creadores e innovadores, una red de intercambio de conocimiento” (“The Fab Foundation”, 2021) impulsando el trabajo colaborativo y transformando el aprendizaje.

### ***2.3.2. Diseño colaborativo e integración del equipo de trabajo***

Con el aceleramiento de la información en la actualidad, no es fácil tomar decisiones de una forma aislada, así como lo manifiesta Alvin Toffler (1973), “tiene que haber un equilibrio no sólo entre los grados de cambio de los diferentes sectores, sino también entre la velocidad de cambio del medio y la rapidez limitada de la reacción humana” (p.4), por lo que, la resolución de problemas no es sólo dar uso a la herramienta tecnológica y el conocimiento inmediato que se tenga, sino que es por

---

<sup>12</sup> El profesor Neil Gershenfeld, Director del Centro de Bits y Átomos del MIT, donde su laboratorio único está rompiendo los límites entre los mundos digital y físico, desde la computación cuántica pionera hasta la fabricación digital y el Internet de las cosas. La tecnología de su laboratorio se ha visto y utilizado en entornos que incluyen el Museo de Arte Moderno de Nueva York y pueblos indígenas rurales.

medios de equipos colaborativos, generar un pensamiento multi, inter y transdisciplinar, permitiendo que el modelo de trabajo se vuelva flexible. El mérito será para aquellos que puedan ver el contexto general y reaccionen en consecuencia y con rapidez porque independientemente de los factores y habilidades de cada integrante del equipo, vamos generando el conocimiento, la capacidad de aprender y plantear retos con una mentalidad colaborativa (Wells-Papanek y Pecoraro, 2016). Es así, como cada integrante desde su perspectiva logre aportar a ese trabajo interdisciplinario, pero que al mismo tiempo se dé la oportunidad de integración para lograr una mayor capacidad de resolución desde diferentes perspectivas, bajo un mismo enfoque y un objetivo determinado.

De la misma manera, los autores Leal Jiménez y Quero Gervilla mencionan que es fundamental que, “aunque operemos en el mismo sector, seamos capaces de identificar en qué aspectos somos especialmente buenos y hacer de este la base de nuestra estrategia de diferenciación” (2011, p. 65), y esto es lo que permitirá unir conocimientos y reconocer en qué punto la participación y habilidades de cada integrante son fundamentales. Aunado a eso, el uso de la impresión 3D se convierte en una herramienta que apoya el desarrollo de la ciencia y la integración tecnológica, y será llevada a sus propios límites.

## **Capítulo 3**

### **Modelación de la Teoría**

(Metodología)

En este capítulo se describe el proceso que se realizó para la recolección de datos durante el trabajo de campo. Cabe señalar, que el desarrollo de esta investigación se efectuó durante el confinamiento derivado de la pandemia COVID-19, por lo que, para obtener la información fue necesario ajustar los instrumentos y aprovechar las tecnologías digitales disponibles en ese momento (que, para este año, 2021 fueron a través de la plataforma Zoom (Yuan, 2013)), las cuales permitieron la interacción a distancia y se habilitaron según cada caso en particular.

Dentro del sector académico, se pensó trabajar con docentes y estudiantes que formaban parte del área de diseño, sin embargo, durante el proceso de investigación, se encontró que también era necesario integrar otras carreras ya que se encontraban haciendo uso de la impresión 3D como herramienta como parte de su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por lo que, las dos universidades con las que se realizó el trabajo de campo contaban con particularidades específicas, que permitieron efectuar la investigación; primero, la visión que cada una de ellas tenía, una desde el punto de vista empresarial (TEC CCM) y otra, desde una visión social (UAM-X), lo cual permitió hacer un comparativo de cómo cada institución, desde su perspectiva, abordaba el uso de esta tecnología siendo que desde sus planes de estudios, ambas contemplaban el uso de tecnologías de innovación; segundo punto importante, era que contaran con un laboratorio que incluyera la herramienta de impresión 3D, para poder detectar el uso que los propios docentes y estudiantes le estaban dando a la herramienta.

Se consideró desde un inicio, trabajar con la Licenciatura de “Diseño Industrial”, por estimar que en ésta se maneja el proceso de diseño, cuenta con laboratorios que manejan diferentes herramientas y materiales e incluyen en el momento actual, la impresión 3D como una herramienta de apoyo. Por lo tanto, después de revisar los planes de estudio y encontrar analogías, las licenciaturas que se eligieron fueron, “Diseño Industrial” en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco y “Diseño” en el Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, con el objetivo de conocer cómo se está usando esta tecnología en las instituciones y cómo ven prospectivamente su potencialidad, es decir, el proceso de apropiación que le están dando los docentes y los alumnos a la impresión 3D como herramienta.

Para esta investigación se utilizó un enfoque cualitativo que, “parte de la noción de la construcción social de las realidades sometidas a estudio y se interesa en las perspectivas de los participantes, en las prácticas cotidianas y el conocimiento cotidiano que hace referencia a la cuestión estudiada” (Flick, 2007, p. 20), y se desarrolla desde un método de estudio de caso múltiple comparado que “es generalizable a las proposiciones teóricas y no a poblaciones o universos [...] no representan una "muestra", el objetivo del investigador es extender y generalizar las teorías

(generalización analítica) y no enumerar las frecuencias (generalización estadística)” (Yin, 2017), es decir, ayuda a entender el fenómeno estudiado dentro del contexto real, contemplando que se pueda extrapolar a otras instituciones, herramientas o bien, diferentes niveles educativos, teniendo las condiciones específicas para que realmente se pueda llevar a diferentes áreas y poderlo aplicar a procesos similares.

Por tal motivo, se decidió trabajar con entrevistas semiestructuradas, una por cada sector, porque “tienen una secuencia de temas y algunas preguntas sugeridas. Presentan una apertura en cuanto al cambio de tal secuencia y forma de las preguntas, de acuerdo con la situación de los entrevistados” (Alvarez-Gayou Jurgenson, 2003), siendo así, se creó un instrumento, que constaba de cuarenta reactivos aproximadamente, que variaba de acuerdo con el sector al que se le aplicó el instrumento, esto debido a que el objetivo era generar una discusión e intercambio de ideas con ellos, por lo tanto, el orden cambió dentro de cada sección.

Se utilizó la plataforma Zoom (Yuan, 2013), del 15 de abril al 15 de mayo del 2021, para la recolección de datos tanto en audio y video; los reactivos se organizaron para ser comparados entre cada uno de los sectores académico, profesional e industrial en base a tres líneas generales.

La primera de estas líneas fue para hablar respecto a la impresión 3D, conocer en qué momento de desarrollo se encuentra México y especialmente en las universidades en cuanto al uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje en proyectos que se hayan desarrollado dentro de las instituciones. La segunda línea, fue dialogar sobre la interdisciplina y el tipo de estudiantes, profesores o especialistas que se necesitan para formar un equipo de trabajo y poder desarrollar proyectos a nivel universitario; sus características y necesidades. Por último, una tercera línea sobre la prospectiva de la herramienta y la importancia de las alianzas antes, durante y posterior a la carrera universitaria y cómo visualizan la impresión 3D en los procesos de enseñanza-aprendizaje a futuro.

Una vez establecidas las tres líneas anteriormente mencionadas, se definió quiénes serían los entrevistados a los cuales aplicar el instrumento. El área académica, quedó integrada por dos docentes de cada institución que eran parte del proceso de enseñanza del diseño y que actualmente impartían contenidos relacionados con la

impresión 3D y el trabajo realizado con ésta. Se buscaba hablar del proceso de enseñanza del diseño, herramientas y la aplicación del trabajo interdisciplinario; este instrumento contaba con 37 reactivos (Ver Anexo #1. Entrevista a Docentes).

Posteriormente, para la planeación del trabajo de campo dentro de esta misma área académica, se decidió buscar un alumno de cada institución, que antes de la pandemia COVID-19 hubiera llevado los contenidos de impresión 3D y que se encontrara realizando trabajo con la impresión 3D, ya que los estudiantes actuales no habían tenido contacto con los laboratorios; por lo que, los que se eligieron acababan de terminar la carrera y esto permitió poder comparar lo que aprendieron dentro y fuera de la institución; lo que les hubiera gustado aprender y lo que les gustaría hacer con esta herramienta. Al trabajar con ellos y tener como referente las necesidades del mercado, se buscó conocer su interés en este tipo de herramientas, si identificaban sus posibles usos en la industria y la manera de integrarlas en su futuro laboral. Entonces este instrumento que constaba con 28 reactivos permitió conocer cómo visualizaban y detectaban la apropiación tecnológica y el trabajo en equipo (Ver Anexo #2. Entrevista a Estudiantes).

Paralelamente, las carreras que se mencionaron anteriormente y que se encontraban haciendo uso de la impresión 3D como herramienta fueron “Ingeniería Mecatrónica” y “Mercadotecnia y Comunicación” del Tecnológico de Monterrey CCM; así como “Ingeniería Biomédica” de la Universidad Iberoamericana de Puebla. Se utilizaron para ellos, los mismos reactivos y líneas generales que se les aplicó a los estudiantes “Diseño” y “Diseño industrial”.

En cuanto al área industrial, se hizo el contacto con un especialista Consultor Técnico y Comercial de la empresa Century 3D<sup>13</sup>, al cual también se le realizó una entrevista semiestructurada, compuesta por 46 reactivos para una hora de duración aproximadamente, utilizando las mismas líneas generales. Era necesaria su participación porque es la vinculación con la industria y tiene las actualizaciones del mercado internacional y del desarrollo tecnológico del momento. Maneja las impresoras de última generación y está en contacto con los diferentes sectores donde se están utilizando estas herramientas; analizando el uso de estas y su aplicación en proyectos

---

<sup>13</sup> Líderes Manufactura Aditiva, Escaneo 3D, Software 3D, Impresión 3D <https://www.century3d.com.mx/>

de investigación y desarrollo, estableciendo nuevas áreas de inserción. (Ver Anexo #3. Entrevista a Especialista).

Mientras que la parte profesional, el objetivo era la realización de una entrevista semiestructurada que permitiera conocer el punto de vista de esa primera vinculación de la academia con el área laboral; siendo que la impresión 3D se considera dentro de un campo extenso, se decide elegir el área de la salud por la opción de “poder utilizar modelos anatómicos para el aprendizaje [...] modelos de pacientes para patologías específicas; comunicación entre los mismos profesionales de la salud [...] los seres humanos estamos predispuestos a entender mejor los modelos en tres dimensiones que imágenes médicas” (Diseño Industrial - Universidad El Bosque, 2021). Y poder enfocarse y definir un entorno de trabajo interdisciplinario con la unión de los tres sectores con los que se trabajó. Se hizo contacto con el Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra”, directamente con la Doctora en Ingeniería Biomédica encargada del Laboratorio de Ingeniería de Rehabilitación, a la cual se le aplicó dicho instrumento que lo conformaron 28 reactivos, con una duración aproximada de 45 minutos, vía plataforma de Zoom, manejando las tres principales líneas mencionadas anteriormente. Esta entrevista se realizó con el objetivo de detectar el uso de estas herramientas y su aplicación práctica dentro del área de la salud y por ser una vinculación de los estudiantes interesados en el tema; permitió analizar prospectivamente, hacia dónde va esta tecnología, posibles usos y el trabajo interdisciplinario en el área laboral (Ver Anexo #4. Entrevista a Profesionista).

Para finalizar, una vez obtenidas las entrevistas se procedió al análisis de datos. Se hizo una codificación manual, donde se extrajeron los códigos que más mencionaron cada uno de los sectores, dentro de cada una de las líneas generales ya planteadas anteriormente, la impresión 3D, la interdisciplina y la prospectiva, y eso permitió agrupar los códigos en diferentes categorías de análisis. Posteriormente, teniendo éstas, se clasificaron según correspondía para dar respuesta a cada una de las preguntas de investigación.

Al tener realizado este proceso, se prosiguió a la organización de la información utilizando el software de análisis cualitativo de datos ATLAS.ti (Muhr, 1993), generando una unidad hermenéutica, es decir, un archivo único para el trabajo de análisis, la cual



reunía las once entrevistas realizadas, (cuatro de los docentes, cinco de los estudiantes, una del representante de la industria y una de la profesionista del área de la salud).

Una de las facilidades que otorgó este software de análisis, fue que permitió la organización de las entrevistas, búsqueda y análisis de datos; hacer una revisión de citas para poder generar códigos manualmente y agruparlos en categorías; al crear relaciones entre dichos códigos se logró construir redes entre instituciones, maestro-alumno, maestro-maestro, alumno-alumno, tomando de forma paralela lo dicho por la industria, y encontrar las relaciones para poder vincular, justificar o hallar similitudes o contradicciones en lo dicho por los actores. Se realizó una triangulación de información para posteriormente proceder al análisis y la obtención de resultados. (Ver Anexo #5 Generación de redes. Tecnología 3D/ Anexo #6 Generación de redes. Trabajo Interdisciplinario/ Anexo#7 Generación de redes. Prospectiva).

## Capítulo 4

### Visualizar el resultado

(Resultados)

Para poder analizar desde la perspectiva de los tres sectores con los que se trabajó, el académico, profesional y empresarial, y así dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas en un inicio, como: ¿cuáles son las condiciones necesarias para la integración de un trabajo interdisciplinario y cuáles son las características de sus integrantes, en el uso de la impresión 3D como herramienta, para la generación de proyectos de nivel universitario?, ¿cómo es el proceso de incorporación de la impresión 3D como herramienta en los proyectos universitarios? Y, por último, en el área de la salud y el diseño, ¿cómo se integra el trabajo interdisciplinario entre el sector académico, profesional y empresarial con el uso de la impresión 3D como herramienta? Se trabajará de la siguiente manera.

Tal como se detalló en el *Capítulo 2 cuadro 1*, es importante mencionar que los objetivos que manejan ambas universidades son similares, sin embargo, la filosofía del

TEC CCM, está enfocada más hacia la parte tecnológica y de innovación; mientras que la UAM-X enfocada al diseño en la producción y principios sociales, lo cual es importante señalar para poder entender la visión que tiene cada una de ellas, y su forma de abordar esta herramienta de impresión 3D en particular. A pesar de que se buscaba ver la diferencia entre un perfil social y uno empresarial y la forma de abordar el uso de la herramienta de impresión 3D dentro de cada una de las instituciones, al final se pudo registrar que tienen puntos análogos en la forma de usar e incorporar la impresión 3D como herramienta a su proceso de diseño.



Fuente: Elaboración propia

Las coordenadas cartesianas 3D nos permiten, a través del uso de tres valores, la construcción de un objeto tridimensional; siendo estos, los ejes X, Y, Z los que dan las dimensiones de ancho, alto y profundidad. Por lo que, para la presentación de resultados de esta investigación, se planteó hacer una analogía en la cual, los tres ejes que dieron forma a este apartado quedaron definidos por las líneas que se buscaron cubrir en el desarrollo del trabajo de campo.

En primer lugar, el **Eje X**, el más importante y, por lo tanto, eje fundamental fue asignado para la Impresión 3D porque dio la base para la investigación; en segundo lugar, el **Eje Y**, para el trabajo interdisciplinario, al representar el alcance y hasta dónde puede ser llevado en la resolución de proyectos; y por último, el **Eje Z**, para la prospectiva que se visualiza de esta herramienta, al simbolizar la profundidad y que determina el volumen y por tanto, el punto donde la herramienta 3D y la interdisciplina convergen prospectivamente.

#### 4.1. Desde el Eje X: Impresión 3D como Herramienta

Para iniciar con el análisis de los resultados obtenidos en el trabajo de campo con referente a la impresión 3D como herramienta se obtuvo que, si bien es cierto que,

“no es necesario que haya un contacto directo entre la tecnología y el individuo para que éste adopte una diferenciación hecha por otros pensadores, hay casos donde es [...] lo que estimula a los individuos a crear nuevas diferenciaciones” (Salomon, 1992), por lo que, todo dependerá de lo que se busque hacer, con lo que se tenga acceso y la profundidad del uso que se le quiera dar a esta herramienta.

En la entrevista realizada a Alejandro Calva<sup>14</sup>, Consultor Técnico y Comercial de la empresa Century 3D, considera la importancia del Design for Additive Manufacturing (Diseño para la Fabricación Aditiva) que implica “pensar desde el diseño para el prototipado rápido, la manufactura aditiva, [...] no se trata de adecuar lo que tengo a la impresión, sino desde que lo estoy diseñando, pensarlo así, porque va a ser para impresión” (comunicación personal [en adelante c.p.], 20 de abril de 2021). Con esto, si la universidad no incorpora herramientas tecnológicas innovadoras, para el egresado plantea un problema, porque se ve forzado a realizar tal integración por sus propios medios; implicando un sinnúmero de desventajas en su inserción al campo laboral, y sobre todo los egresados no tienen esa formación de desarrollo cognitivo, que le permita utilizar las capacidades de este tipo de herramientas para su integración y desenvolvimiento dentro de trabajos interdisciplinarios.

#### **4.1.1. Características de la herramienta y materiales**

Por lo que, para poder conocer las características de los integrantes que darán uso de la impresión 3D como herramienta, se parte de comprender primeramente las propias características de ésta. Una de las cuales es que da la oportunidad de iterar entre las modificaciones que se hacen al diseño, por consecuencia, no se tratará nada más del objeto en sí mismo, sino de ese ecosistema que lo rodea; a lo que el propio Calva, A., comenta “que existen más de 7 tipos de tecnologías de impresión 3D, más de 5 tipos de tecnologías de escaneo 3D, diferentes softwares, más de 100 materiales; cada industria tiene características o requerimientos diferentes” (comunicación personal [en adelante c.p.], 20 de abril de 2021), con esto se identifica que cada proceso para la fabricación de un objeto estará relacionada a una técnica específica de diseño que

---

<sup>14</sup> Consultor de tecnologías impresión 3D, scanner, software con ingeniería inversa, resoluciones e integración de los procesos. Orientación y manejo en diferentes empresas o industrias; manufacturera, automotriz, aeroespacial, educativa, salud.

permita crear una pieza optimizada, tal como lo identifica el “Design for Additive Manufacturing”.

En este sentido, la Doctora Ivett Quiñones Urióstegui<sup>15</sup>, Biomédica del Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” señala que, “todavía hay que hacer una serie de investigación de materiales, ciencia de materiales para que generen uno que al imprimirse otorgue esa calidad, tanto en resistencia como en durabilidad y biocompatibilidad<sup>16</sup> con la piel, que se pueda adherir” (comunicación personal [en adelante c.p.], 11 de mayo de 2021); entonces, a pesar de estar en experimentación, se está trabajando en los materiales, y en un periodo corto de tiempo, se podría tener uno para la construcción de órtesis y prótesis que aporte la resistencia adecuada a bajo costo.

Paralelamente, el Profesor Luis David Vidal<sup>17</sup>, Diseñador Industrial, revela que es “la importancia de la técnica, del modelado, de la estrategia para darle a cada proyecto sus características, no todo es igual para imprimir” (c.p., 21 abril de 2021), es decir, la herramienta ofrece versatilidad y personalización de diseño. Por esta razón, “el docente tiene que conocer la mayor cantidad de especialistas, [...] procesos, materiales, herramientas, de todo, para poder llevar a sus alumnos a estas problemáticas que hay” (Calva, A., c. p., 20 de abril de 2021), es por esto que el docente se enfrenta a un gran reto con el uso de esta herramienta, está en la búsqueda constante de información actualizada para conocer y aprovechar de manera más amplia sus características, sobre todo, bajo qué contexto podría funcionar mejor.

---

<sup>15</sup> Doctora en Ciencias del Deporte, Alto Rendimiento Deportivo. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España. Maestra en Ingeniería Biomédica, University of Surrey UK. Profesora de Asignatura de las materias de Diseño de Simuladores Biomecánicos, Diseño y Construcción de Prótesis y Dispositivos Biomecánicos I y II. Universidad de Monterrey. San Pedro de la Garza, Nuevo León. Encargada del Laboratorio de Ingeniería de Rehabilitación en el Instituto Nacional de Rehabilitación. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SII) Nivel B.

<sup>16</sup> Capacidad de un biomaterial para desempeñar la función deseada y generar una respuesta biológica aceptable sin provocar ningún efecto indeseable, pero al mismo tiempo generando la mejor respuesta celular o del tejido en esa aplicación específica.

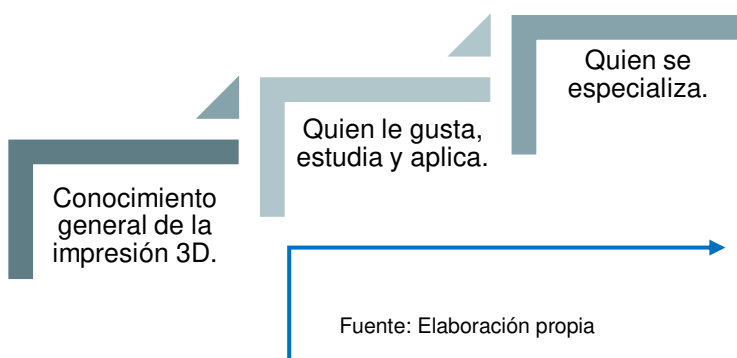
<sup>17</sup> Maestrando en Diseño y Desarrollo de Productos en Impresión 3D. Colaboró desde el 2009 en la UAM-Azcapotzalco y a partir del 2019 en la UAM-Xochimilco.

#### 4.1.2. Características de los integrantes

Al conocer las propiedades generales de la herramienta, se puede identificar las características de los integrantes que van a hacer uso de ésta para el desarrollo de un trabajo interdisciplinario. Moreno-Jiménez et al., (2014), mencionan que “el desarrollo tecnológico no ha disminuido la exigencia de las habilidades sociales, las ha aumentado porque ha incrementado la exigencia del trabajo grupal”, por lo tanto, la comunicación es su principal característica. No obstante, la estudiante de la Licenciatura de Mercadotecnia y Comunicación del TEC CCM, Lizzette Cruz, considera que “es algo que a los universitarios de pronto nos da flojera, no nos entendemos con alguien y prefieres trabajar individual, pero para lograr algo más grande tienen que trabajar juntos y literalmente dejarlo hacer lo que sabe” (c. p., 29 de abril de 2021).

Sin embargo, al ser una herramienta que está en constante avance y experimentación junto con los materiales, la Dra. Quiñones señala que se requiere de “una persona que tolere esa frustración, que tenga una ambición por experimentar, por probar, [...] tiene que estar abierto a las opiniones de otras especialidades, como la de los ingenieros, los médicos para trabajar todos juntos” (c. p., 11 de mayo de 2021), es decir, habilidades sociales para el trabajo grupal que incluye la empatía para poder entender al otro.

De manera adicional, señala el maestro Vidal, L., “no vamos a formar a los diseñadores que se necesitan en este momento, tengo que enseñarles las tecnologías y los procesos, pero para 5 años al futuro, igual no las tengo a la mano, entonces me tengo que ir a investigar” (c.p., 21 abril de 2021). Dado que, esta herramienta como ya se mencionó, avanza de manera rápida, es necesario recurrir a comunidades que estén trabajando de forma directa e inmediata, y a través de ellas y de forma autodidacta, lograr resolver el problema de forma flexible.



En tal sentido, Calva, A., menciona la “adaptabilidad, porque estas tecnologías así lo requieren y cambian muy rápido, hay que seguir aprendiendo; porque al final mucho de lo que aprendemos es porque

nos causa curiosidad” (c.p., 20 de abril de 2021); de acuerdo con esto, Mayte Guerrero, estudiante de la Licenciatura de Diseño del TEC CCM, describe que “cuando entré a trabajar yo no sabía nada de impresión 3D, era justamente un área de la que no conozco nada y entrar aquí me va a hacer aprender algo que no tengo idea” (c.p., 2 mayo de 2021); la falta de apropiación tecnológica desde la universidad, origina parte de ese rezago a nivel cognitivo que si bien, algunos de los egresados podrían afrontarlo porque es algo que les gusta y buscarán adquirir el conocimiento para su utilización a futuro, otros dejan de lado la posibilidad de aplicación para un avance tecnológico; un punto es “qué están haciendo en otros países, no nada más quedarse con lo que estamos haciendo en México, tu compañero, la empresa o tal universidad, porque lo único que vas a hacer es imitar el nivel que tienen” (Vidal, L., c.p., 21 abril de 2021). Por lo tanto, para el uso de esta tecnología se requieren personas abiertas a la participación y al trabajo con otras disciplinas, capaces de buscar y de compartir el conocimiento, autodidactas, creativas y pacientes y que tengan la curiosidad de seguir aprendiendo.

#### **4.1.3. Condiciones necesarias**

En este punto, se pueden establecer las condiciones necesarias para la integración de un trabajo interdisciplinario. Al tomar en cuenta los dos aspectos mencionados anteriormente, características de la herramienta y características de los integrantes, se infiere que una de las condiciones necesarias parte de que docentes, alumnos e industria, perciben de manera diferente la asequibilidad de la herramienta de impresión 3D, porque sus requerimientos y nivel conceptual son únicos y específicos.

Por ejemplo, Samuel Olmedo<sup>18</sup> profesor del TEC CCM declara que “ahorita hay disposición a hacer una inversión; cuando comencé la impresión 3D, no había quién la usara; el problema era su costo, traerla y hasta la misma información, porque, aunque ya existía YouTube realmente no había quien explicara” (c.p., 22 abril de 2021), de aquí se detecta que no sólo es tener la herramienta, sino que está la necesidad de trabajarla con un objetivo, porque como señala el Maestro Leonardo Adams<sup>19</sup> diseñador industrial

---

<sup>18</sup> Profesor en el Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México. Encargado de áreas especializadas LAD.

<sup>19</sup> Profesor asociado tiempo completo Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco Depto. Tecnología y Producción. Laboratorio de Nuevas Tecnologías. Doctorando en Educación con Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento.

de la UAM-X, “el invertir en infraestructura no nos ayuda, no nos sirve, de qué nos sirve que tengamos lo más adelantado en tecnología si no hay un objetivo educativo” (c.p., 27 abril de 2021).

Las empresas más importantes dedicadas a órtesis y prótesis en México, Ortopedia Mostkoff y Ortopedia Ortiz indicaron que no están considerando la impresión 3D dentro de sus servicios, no hay interés ni necesidad por el momento y no por falta de diseño, si no por cuestiones de calidad; simplemente no la usan. Ottobok (empresa alemana con presencia en México) señala que, aunque la impresión 3D es una tendencia tecnológica que se está haciendo presente, en Latinoamérica aún no se está aplicando porque es importante que exista buen diseño pero que, a su vez sea funcional. En concordancia, con lo que menciona la Dra. Quiñones, “ahorita todo es experimental, la impresión 3D hoy por hoy, no está ofreciendo, ni la resistencia, ni tampoco ofrece el precio, aunque cada vez hay más propuestas de materiales para impresión que te permita tener un buen costo-beneficio” (c.p., 11 de mayo de 2021). Se puede inferir que, una barrera más son sus propiedades de postproducción, que aún no pueden competir con la de los materiales utilizados en procesos de fabricación tradicionales como el moldeo por inyección (Bryden, 2014, p.131), pero se puede utilizar para hacer moldes y posteriormente trabajar con el material adecuado.

Considerando esto, cada uno de los sectores accede a la herramienta de diferente forma y a su vez, la recuperación al trabajo realizado se verá reflejado de acuerdo con el área en que se encuentre; unos se benefician con recuperación económica con el servicio por la inversión de la herramienta, como el caso de la industria y los profesionistas, mientras que, en el área académica, el beneficio será a través de investigación.

Así mismo, otra de las condiciones es que “tiene que ser didáctico, lúdico, pero a su vez muy funcional [...] no sólo es algo del uso diario que se te ocurre imprimir, sino que realmente lo que se imprima, va a servir para algo” (Calva, A., c.p., 20 de abril de 2021). No obstante, una capacitación continua es requerida, no sólo por parte de los docentes, sino que los alumnos solicitan conocer el uso de esta herramienta. A pesar de la carga académica de los docentes, y la velocidad del desarrollo de esta tecnología, realizar pruebas de uso es básico para el avance en proyectos universitarios.

#### **4.1.4. Proceso de la incorporación de la impresión 3D como herramienta**

Ahora bien, para hablar sobre el proceso de incorporación de la impresión 3D como herramienta en los proyectos universitarios, se registra que en ambas universidades, la forma en que los docentes incorporan esta tecnología es a través de la búsqueda de objetivos educativos al generar estrategias; en el caso de TEC CCM bajo una estrategia más tecnológica, pero al final, las dos instituciones permiten al alumno encontrar su propio camino y aplicarlo en una situación concreta, es decir, a un problema real.

De acuerdo con el Maestro Adams, L., “la tecnología es una herramienta, tan poderosa como tú la quieras usar; nuevas formas de ver y hacer las cosas; cambia tu forma de vida, de ser y de pensar, pero, sin un objetivo, las tecnologías no tienen nada” (c. p., 27 de abril de 2021); es una “tecnología diferente, pero se hace el mismo proceso y se busca el mismo objetivo” (Quiñones, I., c. p., 11 de mayo de 2021), así como lo refiere Alejandro Castiblanco<sup>20</sup>, profesor del TEC CCM, “tendría que ir muy conectado precisamente a plantear esta interrogante: ¿Qué necesitamos? ¿En qué ayudaría?” (c. p., 15 de abril de 2021). Es evidente que esta herramienta desarrolla un pensamiento creativo e integral al estar en contacto directo con ella, porque permite visualizar de forma diferente, flexible e iterativa. Con esto, el docente se enfrenta a un gran reto con el uso de esta herramienta, sin embargo, están en la búsqueda constante de información actualizada para conocer y aprovechar de manera más amplia sus características, sobre todo, bajo qué contexto podría funcionar mejor.

Al mismo tiempo, los alumnos de ambas instituciones, coinciden con la búsqueda de un objetivo, Mayte Guerrero (TEC CCM) señala que “no se tiene que resolver todo con impresión 3D, pero que los alumnos sí tengan el conocimiento de que con impresión 3D se podría resolver alguna parte o en qué parte se podría usar” (c.p., 2 mayo de 2021); paralelamente, Armando Quiroz, estudiante de Diseño Industrial de la UAM-X enfatiza que “se puede aplicar en cualquier área, pero hay que ver qué se puede hacer y qué no” (c.p., 26 abril de 2021) y es desde la visión de los propios

---

<sup>20</sup> Profesor en el Tecnológico de Monterrey. Modelador y escultor digital. Responsable del área de escaneo para [www.miketwin.mx](http://www.miketwin.mx) y preparación especial de piezas para impresión a color.



estudiantes que se amplían las posibilidades de desarrollar un diseño estético y funcional.

Otro punto importante, es que aparte del objetivo, “el reto como educador es buscar las estrategias, conceptos que hay que presentarle al alumno, y que esa información se la apropien, que él cree su propia metodología de diseño y su solución digital, que busque su propio camino” (Vidal. L., c.p., 21 abril de 2021); como docentes, “tratamos de buscar algo sencillo para ir enseñando, a muchos les interesa; es lo que quieren porque les gustó; esto es lo que tiene de mágico la impresión 3D; pero tiene que buscarse una temática que enganche” (Castiblanco, A., c.p., 15 de abril de 2021); el estudiante “tendrá errores y se va a ir a rediseñar o replantear algunas partes, pero tendrá la habilidad de decir, esta forma la voy a alcanzar con esta técnica, tal proceso y la forma de materializarla es la más adecuada” (Vidal. L., c.p., 21 abril de 2021).

Se puede inferir que, los docentes de ambas instituciones coinciden en la importancia de dirigir a los estudiantes en búsqueda de un aprendizaje significativo, más allá de la propia herramienta, que les permita seguir construyendo su propio conocimiento no sólo para su aplicación dentro de la institución.

No obstante, el alumno de la UAM-X, menciona que “me hubiera gustado que me impartieran clases acerca de esto, igual que tuviéramos la opción de hacer uso de ellas nosotros mismos, agarrar la impresora, tomar nuestro archivo configurar e imprimir” (Quiroz, A., c.p., 26 abril de 2021); de igual manera, “que nos dijeran todo lo que es posible con impresión 3D, como lo de medicina, el alcance que puede tener esta tecnología, la gente no sabe todavía todo lo que la impresión 3D puede hacer” (Guerrero, M., c.p., 2 mayo de 2021). La razón es que “no se alcanzó a entrar a temas muy específicos porque los tiempos no nos alcanzan, por más que uno tenga el plan de estudio y por muy riguroso lo llevemos” (Olmedo, S., c.p., 22 abril de 2021).

En ambas universidades, los estudiantes de la licenciatura no emplearon esta herramienta directamente porque no tenían acceso directo a ella o bien, los tiempos de entrega no permitían el manejo de primera mano, sin embargo, consideran necesario hacerlo; les hubiera gustado darle uso de manera relevante dentro de sus proyectos de diseño como parte de los objetivos educativos.

Se expresa nuevamente, la falta de apropiación tecnológica, ya que, en el área laboral identifican los alcances de la herramienta y valoran la posibilidad de que pueda ser trabajada interdisciplinariamente fuera de su área de concentración. Sin embargo, estudiantes de otras carreras, conocen este tipo de herramienta y la llegan a utilizar como parte de su formación en el proceso del desarrollo de sus proyectos, para ayudar a diferentes sectores y el trabajo conjunto con otras disciplinas.

Si bien es necesario el conocimiento básico de la herramienta, habrá quien en base a sus gustos, capacidades y habilidades busque especializarse, por lo que, algo en lo que todos coinciden, es la importancia del autoaprendizaje porque a través de comunidades es como han logrado mantenerse actualizados con el uso de esta herramienta, “la interdisciplina la he aprendido [...] porque busco caminos, voy a ingeniería, no nada más de la UAM, Politécnico, Tecnológico de Monterrey; necesito esta capacitación y muy accesibles me dan información y así se va resolviendo, con software o estrategias técnicas” (Vidal. L., c.p., 21 abril de 2021), esta forma autodidacta que se registra no se está dando sólo en los alumnos sino también con los docentes, al ser parte de cómo han logrado incorporarlo a su proceso, y a su vez la oportunidad que les da de desarrollar sus habilidades de comunicación.

Desde el punto de vista de la industria, para lograr esta incorporación, se considera que “el docente entre más conozca más va a llevar nuevo conocimiento y lo va a poder conectar con los alumnos para sacar nuevos proyectos y su capacidad de formar nuevas redes” (Calva, A., c.p., 20 de abril de 2021). La impresión 3D como herramienta, se determinó que se estaba utilizando dentro de las instituciones en proyectos internos, sin embargo, aunque se usa, sólo es para resolver piezas mínimas; tal es el caso de los alumnos que la usan para modelos, como pruebas de uso básicas o prototipos generales, ya que en los proyectos de diseño que realizan, se utilizan para presentar resultados sin llegar a una producción industrial final. A pesar de que los planes de estudio incluyen la tecnología, no es algo que se esté llevando a buen nivel dentro del espacio que se tiene contemplado para tal fin; los estudiantes no lo ven real.

Por lo que, en cuanto al **Eje X**, es decir, la impresión 3D como herramienta, se registran las categorías finales donde convergen los tres sectores para el manejo de esta herramienta dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. (Ver Cuadro #2)

## Cuadro 2

**Resultados: Desde el Eje X, Impresión 3D como Herramienta.**

Se identificó que:				
Sector Industrial	Sector Profesional	Sector Académico (Docente)	Sector Académico (Estudiante)	Resultado
Adaptabilidad	Ambición por experimentar	Autodidacta	Abierto a la participación	<i>Habilidades sociales y personales</i>
Curiosidad por aprender				
<b>Objetivo educativo</b>				<i>Objetivos planteados</i>
Actualización de docentes	x	Búsqueda de información	Interés en aprender	<i>Requerimientos</i>

Fuente: Elaboración propia con referentes teóricos de Cabello & López (2017), Rodríguez Morales (1985)

En este **Eje X**, dentro de los resultados obtenidos en las entrevistas, los tres sectores consideran entender la herramienta, la importancia de las habilidades sociales y personales, de esta manera, favorecer las condiciones necesarias para poder integrarse a su proceso de enseñanza-aprendizaje con un objetivo educativo. En las entrevistas, los docentes consideran importante aprender para poder aportar el conocimiento, y los alumnos buscan recibirlo.

Tanto docentes como alumnos están interesados en su aplicación como parte del proceso de diseño, sin embargo, todavía existe ausencia de apropiación tecnológica por desconocimiento propia de la herramienta, por falta de acceso o bien de una capacitación constante. Los sectores académico y profesional reconocen los alcances de la herramienta, a pesar de que no es asequible ya sea por material, costo o la herramienta en sí misma.

Cabe mencionar que las diversas categorías que se generaron y en las cuales tanto docentes, estudiantes de ambas instituciones, en el sector académico, así como

los sectores industrial y profesional, registraron similitudes en la búsqueda de la apropiación de las nuevas tecnologías, enfocados a la impresión 3D como herramienta en el proceso de diseño, se generaron categorías de cómo de manera similar identifican el uso de esta herramienta.

#### **4.2. Desde el Eje Y: Trabajo interdisciplinario**

Considerando que la forma de trabajo en el sector profesional no puede percibirse de manera aislada, muchas disciplinas están presentes, en el área de la salud en específico, ingenieros, diseñadores, biólogos, biotecnólogos, ortopedistas, médicos teniendo al usuario como su objetivo, tal como lo hace notar García (2006) que “es igualmente necesario que los miembros de un equipo de investigación compartan un marco conceptual común, derivado de una concepción del mundo en particular” (p. 35), y en referencia a esto y el trabajo interdisciplinario, la Dra. Quiñones menciona que “en el área médica nunca vas a hablar de un solo campo o de una sola disciplina, si no vas a hablar de muchas disciplinas que convergen para un mismo fin, que es dar una opción para mejorar la calidad de vida del paciente” (c.p., 11 de mayo de 2021).

Dentro de las entrevistas, se pudo determinar que los estudiantes identifican que es necesario trabajar en una interrelación con otras profesiones a través de la colaboración de equipos interdisciplinarios, por esta razón, Mayte Guerrero, estudiante del TEC CCM, especifica que “incluso creo debería de haber una unión entre los que estudian medicina y los que estudian diseño y juntos tratar de buscar una solución de diseño” (c.p., 2 mayo de 2021); de modo similar Armando Quiroz, estudiante de la UAM-X, menciona que, “se va a aprovechar mucho mejor la herramienta, ya no habría barreras de tecnología, creo que al 100% se ocuparían las herramientas que hay en la universidad, sería una mayor integración entre todas las áreas” (c.p., 26 abril de 2021), siendo que la UAM-X maneja este proceso, desde sus inicios dentro del sistema modular.

En soporte a esto, Olmedo, S., recalca que “si quieres que se vuelva más fuerte tu proyecto y potencializarlo, hay que trabajar en conjunto” (Comunicación, 22 abril de 2021). “Hay mucho campo laboral donde el alumno puede involucrarse en la industria [...] La ventaja de estas tecnologías es que se integran en varios campos, creo que

puede haber mucho trabajo interdisciplinario” (Calva, A., c.p., 20 de abril de 2021). Es importante señalar que tanto alumnos, maestros, profesionistas e industria tienen la misma visión, consideran la importancia de trabajar con otras profesiones, aunque esta no sea su área de conocimiento; lo significativo, es que les interese hacerlo y vayan en búsqueda de lograr un objetivo en común como la interdisciplina lo requiere.

#### **4.2.1. Integración en el área de la salud y el diseño**

Durante el trabajo de campo, se planteó una simulación sobre el proceso de diseño y la construcción de una férula, para poder identificar dentro de este proceso en dónde veían su participación y así poder identificar cómo se integraban para la realización de un trabajo interdisciplinario en el área de la salud y el diseño.

La Dra. Quiñones menciona que, en el INR, “si tenemos diseñadores, nos ayudan en la parte de selección de los materiales, el tema de que quede bonito el desarrollo en el que estás involucrado [...] pero los que manejan la impresión son los de ingeniería, no tanto el diseñador” (c.p., 11 de mayo de 2021). Algunos estudiantes y docentes, del área de diseño, detectan su participación en una parte o varios puntos dentro de este proceso, pero no en toda la línea, sobre todo en la investigación de materiales y las propuestas de diseño; pero sí contemplan necesario el trabajo con otras áreas.

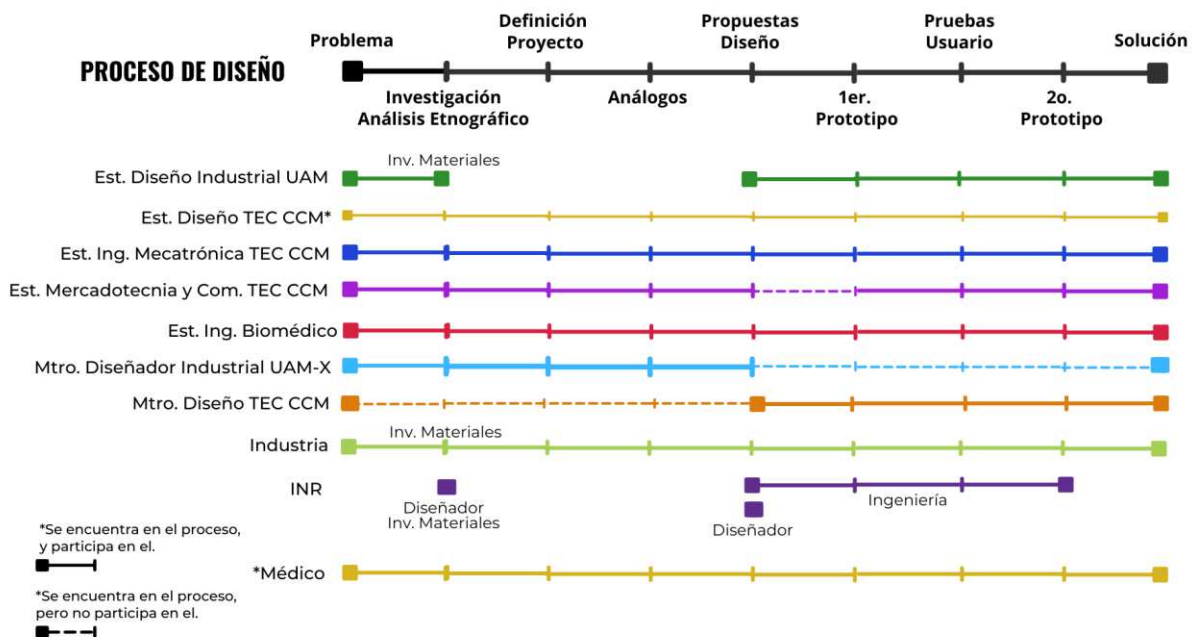
Es de considerar que, los estudiantes de “diseño” y “diseño industrial” de ambas universidades, que tienen más claro el proceso del diseño, definen los puntos con exactitud en dónde podría entrar su participación, los cuales se ven reforzados de acuerdo con su perfil, nivel de experiencia, y tal como enfatiza Papanek (2014), siendo que “la única especialidad absolutamente exclusiva del hombre es su capacidad de aprender, comprender, utilizar la información” (p.268), con esto, podemos sustentar, que los integrantes para el desarrollo de un trabajo interdisciplinario, tengan una formación completa, donde no pierdan la perspectiva del problema a resolver, sino que sean capaces de poder simplificar todo su conocimiento a partir de un área base y su facultad para colaborar con otras disciplinas, a tal grado que, quieran involucrarse y practicarla para poder ampliar sus habilidades.

Tal es el caso de Alejandro Calva que menciona que, “estoy buscando insertarme más atrás en ese proceso, no estar sólo en prototipos, sino en la parte del diseño y ahora más desde la investigación por el tema de materiales que sean los más adecuados y puedan tener biocompatibilidad” (c.p., 20 de abril de 2021). Por su parte, el maestro Adams, L., reafirma que “yo puedo trabajar todo el proceso, en materialización no soy tan bueno, pero me toca en algún momento hacerlo y claro que lo hago, pero en planos de dibujo técnico soy excelente” (c.p., 27 de abril de 2021); de igual forma, “en la investigación de materiales sí y todo lo que tenga que ver con el objeto en físico, ya cuando se empieza a utilizar la impresión” (Quiroz, A., c.p., 26 abril de 2021).

En el siguiente gráfico se podrá observar, en donde cada uno los entrevistados hacen referencia a su participación dentro del proceso de diseño y la construcción de una férula en conjunto el área de la salud y el diseño. (Ver: Gráfico #3)

### Gráfico 3:

*Proceso de Diseño: al considerar como ejemplo, el ejercicio de la construcción de una férula.*



Fuente: Elaboración propia con referentes teóricos de Munari (1993), García (2006)

Por lo tanto, para poder llevar a cabo la integración del trabajo interdisciplinario con la impresión 3D como herramienta en los ámbitos académico y profesional, es necesario contar con la herramienta que ofrece versatilidad y personalización al permitir un proceso iterativo para mejora del diseño, aunado a que “el desarrollo tecnológico no ha disminuido la exigencia de las habilidades sociales, las ha aumentado porque ha incrementado la exigencia del trabajo grupal [...] Ha traído consigo el desarrollo de nuevas competencias para la interacción directa, indirecta y virtual” (Moreno-Jiménez et al., 2014), se requieren integrantes con habilidades de comunicación, adaptabilidad, flexibilidad, manejo a la frustración y ganas de experimentar.

Las condiciones necesarias responden a esta unión, es decir, una vez conociendo las características de la herramienta de impresión 3D y las características de los integrantes para la realización del trabajo interdisciplinario se puede hablar de las condiciones necesarias para integrar y generar proyectos de nivel universitario; estas se generan primero al tener un objetivo educativo y marco metodológico en común, tal como la interdisciplina lo requiere; que sea lúdico y funcional; considerar el costo-beneficio, la resistencia del material y su nivel de biocompatibilidad; capacitación continua incluyendo la forma autodidacta y la disponibilidad de tiempo para la experimentación.

Desde este **Eje Y**, el trabajo interdisciplinario, se puede ver cómo los tres sectores lo detectan necesario, lo buscan y están dispuestos a llevarlo a cabo. El área académica, profesional e industrial reconocen el potencial en conjunto del uso de esta herramienta de impresión 3D, la capacidad y dimensión a lo que se puede llegar en colaboración aportando cada uno desde el área de conocimiento. (Ver Cuadro #3)

### Cuadro 3

**Resultados: Desde el Eje Y, Trabajo Interdisciplinario.**

Se identificó:				
Sector Industrial	Sector Profesional	Sector Académico (Docente)	Sector Académico (Estudiante)	Resultado
Integración de varios campos	Trabajo en conjunto con otras áreas	Trabajo con otras universidades	Integración de diseño y medicina	<b><i>Necesidades requeridas</i></b>

Fuente: Elaboración propia con referentes teóricos de García (2006)

Como se puede ver, los tres sectores encuentran indispensable el trabajo interdisciplinario cada uno desde su perspectiva, enfocándose a realizarlo con quien es imprescindible de acuerdo con sus requerimientos y necesidades actuales. Los estudiantes perciben la unión con el área de la salud, lo que les permite involucrarse con y para un beneficio de la sociedad dentro de un proceso que no impida la innovación, es solucionar de manera local para una repercusión global. Una apertura de proyectos interinstitucionalmente realizados entre diferentes áreas, con un alcance transversal que permita la unión de varios campos con una herramienta tecnológica, utilizada en una situación específica, pero con un trabajo colectivo. La academia tiene que unirse, ser un sector que genere una mayor construcción del conocimiento.

#### 4.3. Desde el Eje Z: Prospectiva

Tanto el sector académico como el industrial coincidieron en que la pandemia COVID-19 les permitió trabajar de manera más enfocada y dando el tiempo que requiere el uso de esta herramienta, y a su vez, adentrarse a las características para conocer, instalar o bien buscar nuevas opciones que pudieran cubrir sus necesidades durante ese periodo. El trabajo lo podían realizar durante todo el día, porque es una herramienta que así lo requiere, y al mismo tiempo se facilitó el acceso a comunidades de aprendizaje y desarrollo de nuevos proyectos de toda índole.



Tal es el caso de Calva, A., que deduce que “en unos 5 o 10 años, todas las empresas van a tener impresoras y escáneres para sus diferentes departamentos, de calidad, de ingeniería, de prototipos, de diseño” (c.p., 20 de abril de 2021); sobre todo, “sabiendo que es algo que ya está en nuestras vidas y el uso es cada vez más factible, no tenemos que esperar a conseguir una empresa que imprima, sino que prácticamente podemos tener una impresora en nuestras manos” (Castiblanco, A., c.p., 15 de abril de 2021); así mismo, si “la tecnología ya está aquí, debemos de tener una impresora en casa, ¿qué impresora? La que necesites, la que esté a tu alcance. Esto ya es más personal, autodidacta, para ver qué llega con las nuevas tecnologías” (Olmedo, S., c.p., 22 abril de 2021). Por lo que, no será sólo tener la herramienta, es tener el objetivo para la que será utilizada, y eso dependerá de los requerimientos particulares.

Desde una perspectiva más general, se detecta que es una herramienta que viene a cambiar cada área, proyecto y usuario, “con las tecnologías actuales de impresión 3D, [...] dramáticamente disminuye el valor de manufactura y aumenta mucho más aún el valor del trabajo de diseñador y del talento creativo” (Vazhnov, 2013, p.23); un ejemplo de esto, es lo que refiere la Dra. Quiñones al decir “un clóset lleno de moldes de yeso es una historia, y aquí, tienes muchos archivos llenos de pacientes en la computadora, eso va a ser una cosa que va a cambiar radicalmente la forma de cómo vemos hoy la ortésica”. (c.p., 11 de mayo de 2021).

Paralelamente, se detecta que el uso de esta herramienta llegue a los niños los cuales son “los ‘nativos de la manufactura digital’ que en un instante van a tener el producto hecho, porque ya lo están visualizando desde ahorita” (Vidal, D., c.p., 21 abril de 2021); de hecho, “impresoras pequeñas hasta para niños, yo creo que va a haber un mayor acceso a esta tecnología” (Quiroz, A., c.p., 26 abril de 2021); sin duda, “usuarios de edad muy corta desde los 7 años, que tienen un poco de guía que sus papás o de un familiar cercano en casa que la puedan usar y de ahí en adelante” (Olmedo, S., c.p., 22 abril de 2021); por consiguiente, “el niño, lo dibuja y mañana ya tienen la pieza de su juguete, de su prototipo, de lo que él quiera, aquí se abre una cosa nueva” (Vidal, D., c.p., 21 abril de 2021); se quiere con ello significar, cómo se está visualizando, en esta investigación se analiza desde la universidad, sin embargo, cada vez podrá ir hacia diferentes niveles educativos.

En función de lo planteado, se contemplan áreas de oportunidad inexploradas aún en México, como refiere Diego Carranco, estudiante de Ingeniería Biomecánica del TEC CCM, “la reutilización del filamento [...] más hacia lo ecológico; impresiones con materia orgánica” (c.p., 29 de abril de 2021); en concordancia, “a medida que veamos que ese equipo va a servir, voy a tener cada vez más presente a esa herramienta para resolver un problema” (Calva, A., c.p., 20 de abril de 2021).

Sin embargo, habrá que tener presente que, “no existen las impresoras universales, sino que hay una constelación de tecnologías distintas, cada una con sus propias ventajas y desventajas, y cada una limitada en cuanto a los materiales que se pueden usar en el proceso de impresión” (Vazhnov, 2013). Al considerar que es una herramienta que está en constante cambio, es necesario una capacitación continua para seguir actualizándose por la velocidad con la que se genera la información a su alrededor y el trabajo interdisciplinario, por lo que, “una modalidad que está surgiendo alrededor del mundo es instalar varias tecnologías de impresión 3D en espacios de trabajo compartido donde los diseñadores e inventores pueden pagar por uso” (Vazhnov, 2013). Será encontrar un espacio donde las tecnologías se unan, un equipo de personas que las usen y objetivos del por qué las implementan.

De modo similar, Calva, A., considera que los “laboratorios serán cada vez más grandes, tecnológicos y abiertos que ofrecerán servicio no nada más a los alumnos sino a la sociedad, empresas y particulares, quien quiera llegar a prototipar, a desarrollar algo; estarán adoptando las tecnologías cada vez más rápido” (c.p., 20 de abril de 2021); “que se involucren más carreras y se llegue a generar proyectos y productos específicos para exploración” (Castiblanco, A., c.p., 15 de abril de 2021). Inclusive, no sólo será encontrar un espacio donde las tecnologías se unan, sino el grupo de personas que las usarán y los objetivos del por qué las implementarán, es un espacio para la creación como lo es un Fab Lab., mencionado anteriormente.

En este **Eje Z**, Prospectiva, se puede ver cómo los tres sectores tienen la misma visión, si bien, no estará en cada casa por el momento, si habrá un mayor acceso a la herramienta, a través de centros que permitan la solución de una manera puntual a través del desarrollo de un trabajo interdisciplinario (Ver Cuadro #4).

#### Cuadro 4

**Resultados: Desde el Eje Z, Prospectiva del uso de la herramienta.**

Se identificó:				
Sector Industrial	Sector Profesional	Sector Académico (Docente)	Sector Académico (Estudiante)	Resultado
Tiempo para trabajo de impresión 3D	Costo-Beneficio	Tiempo para trabajo de impresión 3D	x	<i>Condiciones necesarias</i>
En 5 o 10 años presente en diferentes áreas de las empresas.	Moldes de yeso por archivos del paciente. Cambia la ortésica.	x	Reutilización del filamento. Enfocado a la sustentabilidad.	<i>Nuevas aplicaciones</i>
Servicio a estudiantes, empresas y particulares	x	Realización de trabajo en forma directa.	x	<i>Nuevos procesos</i>
<b>Mayor acceso a la herramienta</b>				<b><i>Apropiación</i></b>

Fuente: Elaboración propia con referentes teóricos de Vazhnov (2013)

Como se puede observar en el cuadro anterior (Cuadro #4), el representante de la industria es el que proporciona la prospectiva de la herramienta y cómo los demás sectores lo visualizan desde su propia área. Cada tecnología irá perfeccionándose y se podrá ir teniendo contacto con ella de manera paulatina; el objetivo por ahora es, que se pueda dar a conocer a medida que se va desarrollando.

El análisis comparativo que se realizó con ambas instituciones a partir de su filosofía fue con el fin de ver la diferencia entre lo social y lo empresarial y cómo al ser tan diferentes, al final se notó que tienen puntos análogos en la forma de abordar la

herramienta de la impresión 3D, que más allá de los presupuestos se está buscando la manera óptima de integrarla al proceso de enseñanza-aprendizaje (Ver Cuadro #5). Así como se pudo ver en las entrevistas se puede reflexionar que se encuentran en el mismo punto; que tanto docentes y alumnos les interesa, están en la búsqueda del conocimiento y, sobre todo, ven el potencial que tiene para la aplicación en la resolución de problemas.

### Cuadro 5

#### **Resultados: Comparativo TEC-CCM y UAM-X**

<b>Se identificó:</b>		
	<b>TEC-CCM</b>	<b>UAM-X</b>
	<b>Diseño</b>	<b>Diseño Industrial</b>
Área de especialización	Si	No
Interdisciplina	Si (desde 1er. semestre)	Si (desde 1er. trimestre)
Apropiación Tecnológica de Impresión 3D	No	
Prospectiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje	Búsqueda de apropiación	

Fuente: Elaboración propia con referentes teóricos de Licenciado en Diseño (2021), UAM-X (2018)

Si bien se tenía contemplado en un principio que la impresión 3D estaba siendo utilizada con un mayor enfoque dentro del área académica, se logra identificar que no es así, que se está buscando cómo integrarla pero al mismo tiempo se está en búsqueda de las aportaciones que esta herramienta que cambia constantemente pueda otorgar, sin embargo, la herramienta está presente en los laboratorios, pero sólo a los

que les interesa la van a usar, por lo que al ser una herramienta que puede ser utilizada en muchas áreas, es necesario darla a conocer, difundirla e integrarla en proyectos que ayuden a impulsar la unión entre sectores de manera orgánica y dinámica.

## **Consideraciones Finales**

El proceso de diseño hoy en día se ve influido por los cambios tecnológicos y el uso de herramientas como la impresión 3D. A lo largo de esta investigación se analiza la forma en la que estas se integran en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de las universidades y cómo de la misma manera, se observó que es necesario entender la forma en que los estudiantes visualizan sus ideas; siendo así que, desde un principio, la conceptualización y el propio diseño contemplen esa materialización.

En teoría, dentro de este proceso es fundamental la introducción de nuevas tecnologías, debido a que es una herramienta que se está utilizando en la actualidad en las diferentes licenciaturas universitarias con las que se trabajó, y esto da como resultado la importancia de integrarlas en la práctica profesional como parte de un trabajo interdisciplinario. Considerando que el avance tecnológico se da a gran velocidad, no se trata de enseñar estas herramientas por sí mismas, sino lograr entender los fundamentos y cómo se genera la adaptación constante de acuerdo con las necesidades del día a día.

Al analizar los planes de estudio y realizar las entrevistas con los docentes, se plantea la posibilidad de incluir la aplicación de este tipo de herramientas como materia o apoyo, ya que pueden ser utilizadas para explicar desde los primeros módulos o semestres conceptos básicos de enseñanza como geometría o modelado. Sin embargo, se encontró que no es necesario que el estudiante se especialice en ellas, sino que tenga la oportunidad de conocerlas y visualizar los alcances que éstas pueden tener, para ser aplicadas cuando lo necesite y permitir dar solución a un problema, independientemente del ámbito en el que se encuentre.

Debido a la pandemia COVID-19, no se pudo realizar el trabajo con grupos focales que se tenía contemplado en un inicio especialmente en el sector académico, tanto con estudiantes como docentes de ambas instituciones, ya que las condiciones de

distanciamiento y restricción de acceso a los espacios no lo permitieron, esto hubiera posibilitado realizar un análisis comparativo y registrar la aportación de cada uno de ellos, dentro del proceso de diseño y del trabajo en conjunto con el área de la salud para la construcción de una férula como ejercicio de diseño.

De igual forma, en el sector profesional se contempló hacer el estudio en áreas enfocadas a la salud, específicamente se pensó en abordar veterinarios y odontólogos, debido a que también existe un uso de la impresión 3D como parte de su práctica profesional con el desarrollo de prótesis, sin embargo, para poder revisar a profundidad cómo se estaba usando, se decidió trabajar sólo con ingenieros biomédicos por viabilidad y debido a la incorporación que realizan de esta herramienta de impresión 3D y el uso de diversos procesos y materiales.

Como se pudo observar en el 2º Congreso Internacional de impresión 3D+Salud, 2021<sup>21</sup> (Diseño Industrial - Universidad El Bosque, 2021), este tipo de tecnología ya está en un nivel muy avanzado en este ámbito; en él se habló de los principios y cómo este tipo de herramientas están transformando la forma en la que mejora la calidad de vida de las personas, y esto en parte se logra a través de los procesos de enseñanza-aprendizaje en diversos ámbitos, siendo la interdisciplina importante y necesaria entre profesionales de la salud, diseñadores e ingenieros por el aporte social que otorga. Paralelamente, los estudiantes en la retroalimentación de este Congreso hacían referencia a los requerimientos y necesidades para poder aprender y aplicar esta herramienta en sus carreras, y de esta manera poder formar parte de este proceso en un futuro, por lo que se puede concluir, que es una necesidad actual.

Con esto, el objetivo sería llegar a la integración de los tres sectores antes planteados, considerando que cuando se empiece a trabajar dentro del sector académico, el área industrial y profesional ya estarán implementando herramientas y recursos más innovadores. Los diseñadores industriales están interesados en entender cómo funcionan estos procesos dentro del área de la salud y dónde, su participación y los elementos de diseño son relevantes. Son estos estudiantes, los que van a trabajar

---

<sup>21</sup> Organizado por la Universidad El Bosque en Bogotá Colombia, por diseñadores industriales en el cual participaron expositores de empresas mundiales del área de la salud, y especialistas del área de medicina; en producto e implementación de tecnologías, ingenieros biomédicos, docentes investigadores, desarrolladores y estudiantes con el objetivo de conocer la aplicación de las tecnologías para la construcción de modelos impresos en 3D para áreas de la salud.

juntos en cinco años al terminar su licenciatura, y están percibiendo la importancia de relacionarse con otras áreas y lograr un trabajo interdisciplinario. Por lo tanto, el trabajo del docente es fundamental para dirigir este proceso en la utilización de estas herramientas como parte del desarrollo.

Los modelos de organización de trabajo interdisciplinario se han ido superponiendo en el tiempo como consecuencia del avance tecnológico. Por consiguiente, en esta investigación se concluye con la necesidad de aplicar el trabajo interdisciplinario, considerando la importancia a corto plazo de una actualización constante de los docentes en el uso de estas herramientas de impresión 3D y sus diferentes tecnologías, incluyendo como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje la visita a empresas de este rubro. Se propone que el sector académico, de las áreas estudiadas, trabaje en alianzas internas, es decir, dentro de la propia institución con diferentes carreras, y posteriormente logre acuerdos interinstitucionales para la creación de alianzas externas y así, propiciar el trabajo en conjunto con el sector industrial y profesional. Es algo que se está requiriendo, sin embargo, lo que se realiza en este momento es a niveles mínimos ya que no hay conocimiento de los alcances de estas herramientas y la forma en que se pueden integrar como elementos dentro de los procesos de las otras carreras.

De esta manera, con los resultados obtenidos, se sugiere que el sector académico, considere darles los conocimientos básicos a los estudiantes sobre estas herramientas tecnológicas, tomando en cuenta que hay estudiantes que ya cuentan con un conocimiento previo o autodidacta. Se plantea la posibilidad de generar cursos de educación continua para los alumnos y docentes interesados en el tema.

Por otro lado, en el sector industrial hay que estimar que implica una ventaja que los estudiantes lleguen con estos conocimientos, ya que pueden insertarse en la industria de una manera funcional, por lo tanto, es necesario abrir prácticas profesionales y servicios sociales, para facilitar la inserción en el campo laboral. Así mismo, es importante que los profesionistas integren estas herramientas dentro de su proceso de innovación y desarrollo.

A largo plazo, surge el planteamiento de dos modelos que posibiliten la integración de los tres sectores de una forma más productiva; un primer escenario es

permitir a los estudiantes ir a la industria y conocer el ámbito laboral; y un segundo escenario, donde la industria se acerque a la universidad y se integre en el proceso de enseñanza-aprendizaje, al incorporar de forma práctica y fundamentada, proyectos que ayuden a los estudiantes a facilitar el momento de la inserción laboral.

Así mismo, se encontró que, en la educación básica, por el momento en el ámbito privado, estas herramientas forman parte de la currícula<sup>22</sup>, por lo que se entiende que los estudiantes en un plazo de 10 a 15 años al ingresar a la universidad ya llegarán con estos conocimientos adquiridos, que generan otro tipo de pensamiento aplicado a soluciones más prácticas.

Para una futura investigación es necesario ampliar la muestra con estudiantes y docentes, con el objetivo de registrar cómo visualizan su participación dentro del proceso de diseño y el trabajo dentro del área de la salud, y de esta forma identificar que no sólo depende de que conozcan o no estas herramientas, sino determinar si su proceso cognitivo ha estado expuesto a la tecnología y por eso podrían considerar involucrarse en toda la línea del proceso de diseño.

Para poder comparar los resultados obtenidos en esta investigación, se plantea realizar a futuro, la aplicación de un caso real en la construcción de una ayuda técnica, registrar cómo se cumple este proceso de integración que proponen las distintas áreas y rectificarlo de forma práctica. Se propone comprobar los principios planteados y poder realizar el trabajo de laboratorio de un caso aplicado, llevarlo interdisciplinariamente con el trabajo del área de diseño, ingeniería y medicina para la construcción de una ayuda técnica apoyándose en otras tecnologías como el escaneado 3D que permitirá impresiones 3D más eficientes.

Se manifiesta buscar a futuro la creación de alianzas para trabajar colaborativamente en lugares donde no se ha implementado este tipo de trabajo interdisciplinario que, sin embargo, cuenta con los recursos humanos para poder hacerlo. De esta manera se plantea como futuras líneas de investigación:

---

<sup>22</sup> A nivel básico, las primarias en algunos Colegios cuentan con talleres extraescolares o extensión educativa, como apoyo externo a estudiantes interesados en el tema, en base a nuevas tecnologías, taller de impresión 3D y robótica.



1. ¿Qué tipo de alianzas estratégicas se requieren para que lo existente en otros países, con relación al uso de la tecnología, pueda ser realizado en México?
2. ¿Cómo afecta el rezago tecnológico en Latinoamérica y el uso de herramientas de tecnología en la formación de alianzas estratégicas?
3. ¿Cómo se ve beneficiada el área industrial en una alianza con el área académica para trabajar como centro de investigación y búsqueda de un desarrollo tecnológico con beneficio para ambos sectores?

# Anexos

## Anexo #1. Entrevista a Docentes.

Docentes
Diseño Industrial – UAM-X Diseño – Tecnológico de Monterrey CCM
Entrevista semiestructurada
<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 profesores de cada institución.</li><li>• Se entrevistará por separado.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Este se llevará a cabo vía plataforma Zoom por ser el ambiente idóneo, en este momento, para la recolección de datos.</li><li>• Duración aproximada 1hr.</li><li>• Se contemplan 5 minutos de introducción; 5 minutos de agradecimiento y despedida.</li></ul> <p><b>Es una guía de preguntas, sin embargo, el objetivo es generar una discusión e intercambio de ideas, por lo que el orden podría variar dentro de cada sección.</b></p>
<p><b>I. INTRODUCCIÓN (5 minutos)</b></p> <p><i>Conocer aspectos generales. Romper el hielo.</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. ¿Cuál es su nivel de estudios?</li><li>2. ¿Qué fue lo que lo motivó a estudiar esta carrera?</li><li>3. ¿Cómo ha sido su preparación académica?</li><li>4. ¿Con qué perfil entró a impartir clases?</li><li>5. ¿Por qué se interesó en las tecnologías de innovación en la educación?</li></ol>
<p><b>II. SOBRE LA IMPRESIÓN 3D (20 minutos)</b></p> <p><i>Conocer en qué momento se encuentra México y las universidades en cuanto a la utilización de estas tecnologías. Hablar sobre el uso de esta herramienta y el proceso de enseñanza en proyectos que se pueden desarrollar dentro de la universidad.</i></p> <p><b>A. Desarrollo Tecnológico</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>6. En su experiencia, comparando el aspecto internacional, ¿cómo se desarrolla y aplica la tecnología en México?</li><li>7. Podría explicar ¿cómo se apropian de la tecnología en la universidad, tanto maestros y alumnos?</li><li>8. ¿Cuáles son los retos del uso de tecnología en el sistema educativo universitario mexicano? ¿Cómo lo están integrando? ¿Para qué lo hacen?</li><li>9. ¿Qué opina de las tecnologías a futuro, cree que sea fundamental la experiencia?</li></ol>

### B. Herramienta

10. ¿Qué demandan los diseñadores y los empleadores? ¿Hacia dónde va la enseñanza del diseño con el uso de herramientas como esta?
11. ¿Cómo aprender a usar la tecnología en la resolución de problemas? ¿Cómo lo ve integrado dentro de la formación del diseñador?
12. De acuerdo con el tipo de proyectos de investigación ¿A qué nivel considera que se está usando, según el potencial que tiene la herramienta, dentro de la universidad?

### C. Impresión 3D en el proceso de enseñanza-aprendizaje del diseño

13. ¿Qué ofrece la impresión 3D al proceso de enseñanza-aprendizaje del diseño?
14. ¿Cómo se prepara uno para enseñar y aprender este tipo de tecnologías? ¿Qué modelo de enseñanza aplica? ¿Cuál es su proceso? ¿Qué se enseña?
15. ¿Qué espacios existen? ¿Con qué se cuenta?
16. Si la educación está desfasada con el avance tecnológico, ¿cómo propiciar estos entornos?
17. ¿Hacia dónde y cómo llegamos ahí? ¿Cómo transitar hacia esos caminos ideales?
18. ¿Considera que este tipo de herramienta debe ser parte del plan de estudios o es mejor la capacitación alterna a los interesados?

### D. Proyectos de Investigación

19. ¿Qué se necesita para dar solución, dentro de la propia universidad, a problemas sociales con ayuda de esta herramienta como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje?

## **III. SOBRE LA INTERDISCIPLINA (15 minutos)**

*Conocer el tipo de estudiantes, profesores o especialistas que se necesitan para formar un equipo interdisciplinario y desarrollar proyectos de investigación. Características y necesidades.*

### A. Integración de un equipo trabajo

20. ¿Cuál es la importancia del trabajo colaborativo y esta herramienta para el desarrollo de proyectos de investigación?
21. En su experiencia ¿Qué características debe de tener un equipo interdisciplinario funcional? ¿Cuál es la principal fortaleza que se puede detectar en un equipo de trabajo?
22. ¿Cómo logran comunicarse, tener el mismo lenguaje?

### B. Estudiantes

23. ¿De qué forma participan los alumnos para la resolución de un proyecto como parte de un equipo interdisciplinario? ¿Son sólo observadores?
24. En su experiencia ¿hay alguna habilidad que necesite ser potencializada por

parte del estudiante para su integración en el ámbito laboral y formar parte de un equipo interdisciplinario?

#### **IV. SOBRE LAS ALIANZAS (10 minutos)**

*Conocer la importancia de las alianzas, antes, durante y posterior a la carrera universitaria. Explorar cómo se visualiza la impresión 3D en los procesos de enseñanza-aprendizaje a futuro.*

##### A. Dentro de la universidad

25. En su experiencia ¿hay interés en el trabajo conjunto dentro y fuera con otras unidades o universidades?

##### B. Con los profesionistas

26. ¿Qué tipo de profesiones tienen la oportunidad de resolver proyectos con el uso de la impresión 3D?

27. ¿Cómo propiciar el resolver algún tipo de trabajo con ellos con este tipo de tecnología dentro de la universidad?

##### C. Con las empresas

28. ¿Es factible unir el trabajo del sector académico y empresarial para la generación de proyectos de investigación universitaria? ¿Cómo?

29. ¿Cuáles son los proyectos que se podrían fomentar para su resolución?

##### D. Factores socioeconómicos

30. ¿La universidad invierte en innovación?

31. ¿Hay interés en desarrollar proyectos de innovación tecnológica?

32. Cuando se realizan proyectos, ¿Cómo se difunden los alcances logrados para propiciar la generación de nuevos proyectos?

##### E. Prospectiva

33. ¿Cómo visualiza esta herramienta en 5 y 10 años? ¿Qué va a pasar dentro de la universidad?

34. ¿Cuál es el desafío más grande que enfrentarán los educadores en el futuro?

#### **V. Despedida (10 minutos)**

35. En base a todo lo que se platicó, ¿cuál sería su propuesta para hacer la integración del uso de este tipo de herramienta y el trabajo interdisciplinario de forma más natural en el campo de la investigación universitaria?

36. Por último, ¿cómo ha modificado la pandemia el trabajo con este tipo de herramientas?

37. ¿Algo que quisiera aportar como parte de su experiencia?

38. Recordar el tratamiento que se le dará a la información.

39. Agradecer y despedirse.

## Anexo #2. Entrevista a Estudiantes.

### Estudiantes

Licenciatura de Diseño TEC CCM y Diseño Industrial UAM-X

- 2 integrantes de cada institución, que hayan llevado contenidos de impresión 3D (e incluir alguno que trabaje con la herramienta).

- Se llevará a cabo vía la plataforma Zoom por ser el ambiente idóneo, en este momento, para la recolección de datos.
- Duración aproximada 1hr.
- Se contemplan 5 minutos de introducción; 5 minutos de agradecimiento y despedida.

**Es una guía de preguntas, sin embargo, el objetivo es generar una discusión e intercambio de ideas, por lo que el orden podría variar dentro de cada sección.**

#### I. INTRODUCCIÓN (5 minutos)

*Conocer aspectos generales. Romper el hielo.*

1. ¿Qué fue lo que los motivó a estudiar esta carrera?
2. ¿Cómo ha sido su preparación académica?
3. ¿En dónde visualizan su inserción en el campo laboral?
4. ¿Cómo se consideran con el uso de herramientas tecnológicas?
5. ¿Por qué se interesaron en la impresión 3D como herramienta? ¿A partir de cuándo? ¿Es por qué le entienden? ¿Por qué les gusta? ¿La tienen en su casa?

#### II. SOBRE LA IMPRESIÓN 3D (20 minutos)

*Conocer cómo conciben el momento que se encuentra México en cuanto a la utilización de estas tecnologías y paralelamente en la propia universidad. Hablar sobre el uso de esta herramienta en proyectos.*

##### A. Herramienta

6. ¿Cómo aprendieron esta herramienta? ¿Fue dentro o fuera de la universidad? ¿Qué tan autodidactas son? Si tomaron cursos, ¿Cuáles fueron y en dónde?
7. ¿Se sienten preparados para usar este tipo de tecnologías?
8. ¿Qué habilidades consideran que tienen para el manejo de estas herramientas?
9. ¿Qué tipo de proyectos conocen realizados con la impresión 3D?

##### B. Impresión 3D en el proceso de enseñanza-aprendizaje del diseño

10. ¿Conocen qué espacios existen en la universidad que cuentan con esta herramienta? Y ¿cuáles son los proyectos o investigaciones que conocen o han oído con el uso y aplicación de la impresión 3D?

11. ¿Para qué creen que les va a servir trabajar con este tipo de herramientas? ¿Por qué? ¿Creen que sea fundamental tener experiencia con esto antes de salir de la licenciatura?
12. ¿Cuáles son los retos a los que se han enfrentado con el uso de esta herramienta dentro de la universidad?
13. ¿Qué les gustaría que hubiera pasado cuando trabajaron con la herramienta? ¿Qué tanto sienten que la universidad les cumplió en ese sentido?
14. ¿Cuáles son las áreas de oportunidad que tiene la impresión 3D? ¿Cuáles consideran como potenciales? La impresión 3d ofrece la oportunidad de hacer esto, pero ustedes han hecho esto, pero quisieran hacer esto otro
15. ¿Qué tipo de proyectos consideran que se podrían resolver con esta herramienta en el proceso del diseño en la universidad?
16. Digamos que existe un problema y tienen la oportunidad de formar parte de un equipo para desarrollar un proyecto social donde es relevante el uso de la impresión 3D y se tiene que aplicar la metodología del diseño para poder llegar a una solución (análisis etnográfico, definición del proyecto, análogos, propuestas de diseño, primer prototipo, pruebas de uso, segundo prototipo y solución). Dentro de este proceso de diseño, ¿en dónde consideran que entraría su participación para resolverlo? ¿en qué puntos estarían presentes? ¿Qué características les permitirían a ustedes integrarse?

### III. SOBRE LA INTERDISCIPLINA (15 minutos)

*Conocer el trabajo de pares, maestros, profesionistas y especialistas para el desarrollo de un proyecto. Características y necesidades.*

#### A. Equipo

17. ¿Qué es un proyecto colaborativo?
18. En el caso hipotético que se planteó ¿cómo integrarían este trabajo interdisciplinario incluyendo al sector académico y el profesional/empresarial con el uso de la impresión 3D como herramienta, para el área de salud y el diseño? ¿Quiénes estarían presentes?
19. En su experiencia ¿Qué características consideran que deben de tener un equipo de trabajo con el uso de este tipo de herramientas?

#### B. Integración durante el trabajo

20. ¿Cuál es la principal fortaleza que se puede detectar en un equipo de trabajo?
21. El trabajo colaborativo dentro de la universidad, ¿creen que se lleva de la misma forma que en el área laboral? ¿Por qué?

#### C. Estudiantes

22. Consideran que como estudiantes ¿deben aprender a trabajar con otras disciplinas durante su carrera o es parte de la práctica laboral? ¿Por qué?

### IV. SOBRE LAS ALIANZAS (10 minutos)

*Conocer la importancia de las alianzas, antes, durante y posterior a su carrera.*

A. Dentro de la Universidad

23. En su experiencia ¿Qué aporta el trabajo conjunto dentro de universidad con otras áreas?

B. Con los profesionistas

24. En base a todo lo que se platicó, ¿cuál sería su propuesta para hacer la integración del uso de estas herramientas y el trabajo interdisciplinario de forma más natural en el campo de la investigación?

25. Como estudiantes, futuros profesionistas ¿están interesados en desarrollar investigación con el uso de esta herramienta?

C. Prospectiva

26. ¿Cómo se visualiza esta herramienta en 5 y 10 años? ¿Qué va a pasar?

27. ¿Cómo ha modificado la pandemia el trabajo con este tipo de herramientas?

**V. Despedida** (5 minutos)

28. Con relación a los temas tratados, ¿algo que quisieran aportar como parte de su experiencia?

29. Recordar el tratamiento que se le dará a la información.

**30. Agradecer y despedirse.**

**Anexo #3. Entrevista a Especialista.**

**Especialista**

Empresa líder en la industria de la impresión 3D

Entrevista semiestructurada

- Se llevará a cabo vía la plataforma Zoom por ser el ambiente idóneo, en este momento, para la recolección de datos.
- Duración aproximada 1 hr.
- Se contemplan 5 minutos de introducción; 5 minutos de agradecimiento y despedida.

**Es una guía de preguntas, sin embargo, el objetivo es generar una discusión e intercambio de ideas, por lo que el orden podría variar dentro de cada sección.**

**Especialista**

3D Systems México.

**I. INTRODUCCIÓN** (5 minutos)

*Conocer aspectos generales. Romper el hielo.*

1. ¿Cuál es su nombre?
2. ¿A qué se dedica?
3. ¿Cuál es su nivel de estudios?
4. ¿Qué fue lo que lo motivó a estudiar esta carrera?
5. ¿Cómo ha sido su preparación académica?
6. ¿En qué momento contempla la posibilidad de enfocarse a las herramientas de tecnología? ¿Cómo se interesó en la impresión 3D? ¿Cómo llegó a este punto?

## **II. SOBRE LA IMPRESIÓN 3D (25 minutos)**

*Conocer en qué momento se encuentra México en cuanto a la utilización de estas tecnologías. Hablar sobre el uso de esta herramienta.*

### A. Desarrollo Tecnológico

7. En su experiencia, comparando el aspecto internacional, ¿cómo se desarrolla y se apropian de la tecnología en México en especial en las universidades según el potencial que tiene la herramienta?
8. ¿Cuántos años considera que tenemos de desfase tecnológico con respecto a países desarrollados?
9. ¿En qué sectores la impresión 3D como herramienta es asequible? ¿Por qué?
10. ¿Cuáles son los retos del uso de tecnología en el sistema educativo mexicano?  
¿Cómo propiciar un entorno tecnológico?

### B. Herramienta

11. ¿Dónde se ha encontrado el mayor reto? ¿En el desconocimiento de la herramienta, materiales, uso o proyectos, usuarios?
12. Los avances que ha ido detectando desde que estudió este tema, hasta el día de hoy que se encuentra en el área laboral, ¿de qué forma han sido?
13. ¿Cómo ve el mercado de la impresión 3D hoy en día? ¿Cómo se visualiza en 5 y 10 años?
14. ¿Qué tipo de proyectos cree que se estén realizando? ¿Habrá un cambio sustancial?
15. En su forma de ver, ¿qué tan necesario es conocer y trabajar con herramientas de innovación en este nivel educativo? ¿Por qué?
16. ¿Existe alguna área que no se esté abordando aún y tenga potencial con el uso de esta herramienta?

### C. Impresión 3D en las universidades

17. ¿Se sabe enseñar y aprender este tipo de tecnologías?
18. ¿Cuáles son las áreas de oportunidad que tiene la impresión 3D dentro de la universidad? ¿Hacia dónde va la enseñanza del diseño con el uso de



herramientas como esta?

19. Si la educación está desfasada con el avance tecnológico, ¿cómo propiciar estos entornos? ¿Fab Labs? ¿Qué están haciendo las universidades con la impresión 3D?

20. ¿Considera que este tipo de herramienta debe ser parte del plan de estudios o es mejor la capacitación alterna a los interesados?

#### D. Proyectos

21. ¿De qué área son los proyectos de mayor interés o desarrollo?

22. ¿Cuál es el proyecto que más satisfacción se ha desarrollado en la empresa? ¿Qué herramienta y material fueron utilizados?

23. ¿Cuál fue el mayor reto dentro de ese caso? ¿Qué tiempo lleva resolver un caso de este tipo?

24. ¿Qué se necesita para dar solución, dentro de la propia universidad, a problemas sociales con ayuda de esta herramienta como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje?

25. Digamos, que existe un problema y se tiene la oportunidad de formar parte de un equipo para desarrollar un proyecto social donde es relevante el uso de la impresión 3D y se tiene que aplicar la metodología del diseño para poder llegar a una solución (análisis etnográfico, definición del proyecto, análogos, propuestas de diseño, primer prototipo, pruebas de uso, segundo prototipo y solución). Dentro de este proceso de diseño, ¿en dónde considera que entraría su participación como especialista para resolverlo? ¿en qué puntos estaría presente? ¿Qué características le permitirían a usted integrarse? Digamos que yo necesito diseñar y requiero que usted me asesore, con sus conocimientos como podría diseñar mejor esta férula

26. ¿En qué debería poner atención la academia y el alumno para su ingreso laboral con el uso y aplicación de estas tecnologías?

### **III. SOBRE LA INTERDISCIPLINA (15 minutos)**

*Conocer el tipo de personas, profesionistas y especialistas que forman parte de un equipo interdisciplinario. Características y necesidades.*

#### A. Integración del equipo de trabajo

27. ¿Cuál es la importancia del trabajo colaborativo y esta herramienta para el desarrollo de este tipo de proyectos? ¿Hasta dónde se llega?

28. En el caso hipotético que se planteó ¿cómo integraría usted, este trabajo interdisciplinario entre el sector académico y el profesional/empresarial con el uso de la impresión 3D como herramienta, para el área de salud y el diseño? ¿Quiénes estarían presentes?

29. ¿Cuál es la principal fortaleza que se puede detectar en este equipo de trabajo?

30. ¿Cómo logran comunicarse, tener el mismo lenguaje?

31. ¿Qué habilidades debe tener la persona que va a usar específicamente esta herramienta?

### B. Estudiantes

32. En su experiencia ¿hay alguna habilidad que necesite ser potencializada por parte del estudiante para su integración en el ámbito laboral y formar parte de un equipo interdisciplinario?
33. ¿Hay alguna carrera o especialidad que les ayude a ellos para formar parte de estos proyectos?

## **IV. SOBRE LAS ALIANZAS (10 minutos)**

*Conocer la importancia de las alianzas, antes, durante y posterior a la universidad.*

### A. Profesionistas

34. ¿Qué tipo de profesiones son las que se detecta una mayor integración para el trabajo colaborativo y el uso de la impresión 3D?
35. Los profesionistas ¿están interesados en desarrollar investigación? ¿cómo aplican ellos la impresión 3D?

### B. Empresas

36. ¿Es factible unir el trabajo del área académica y empresarial para la generación de conocimiento e investigación con esta herramienta? ¿Cómo?
37. ¿Cuáles son los proyectos que se podrían fomentar para su resolución?
38. ¿Qué tipo de empresas están interesadas en el desarrollo de investigación?

### C. Factores socioeconómicos

39. ¿La universidad invierte en innovación? ¿Está interesada la universidad en este tipo de tecnologías?
40. ¿Hay atracción en desarrollar proyectos de innovación tecnológica?

### D. Prospectiva

41. ¿Cómo serán los espacios en las universidades para el uso de esta herramienta?
42. ¿Cómo inculcar el espíritu de la innovación en futuras generaciones?
43. ¿Cuál es el reto más grande que enfrentarán los educadores en el futuro?

## **V. Despedida (5 minutos)**

44. En base a todo lo que se platicó, ¿cuál sería su propuesta para hacer la integración del uso de estas herramientas y el trabajo interdisciplinario de forma más natural en el campo de la investigación?
45. Por último, ¿cómo ha modificado la pandemia el trabajo con este tipo de herramientas?
46. ¿Algo que quisiera aportar como parte de su experiencia?
47. Recordar el tratamiento que se le dará a la información.
48. Agradecer y despedirse.

## Anexo #4. Entrevista a Profesionista.

### Profesionista

Área de la salud

Entrevista semiestructurada

- Este se llevará a cabo vía plataforma Zoom por ser el ambiente idóneo, en este momento, para la recolección de datos.
- Duración aproximada 45 min.
- Se contempla un tiempo extra de 5 minutos de introducción; 5 minutos de agradecimiento y despedida.

**Es una guía de preguntas, sin embargo, el objetivo es generar una discusión e intercambio de ideas, por lo que el orden podría variar dentro de cada sección.**

### Biomédico

Instituto Nacional de Rehabilitación

#### **INTRODUCCIÓN** (5 minutos)

*Conocer los aspectos generales. Romper el hielo.*

1. ¿Me podría hablar brevemente de su trayectoria académica?
2. ¿Cómo se interesó en la impresión 3D?

#### **I. SOBRE LA IMPRESIÓN 3D** (15 minutos)

*Conocer en qué momento se encuentra México y las universidades en cuanto a la utilización de estas tecnologías. Hablar sobre el uso de esta herramienta y el proceso de enseñanza en proyectos que se pueden desarrollar dentro de la universidad.*

##### A. Desarrollo Tecnológico

3. En su experiencia, comparando el aspecto internacional, ¿cómo se desarrolla y aplica la tecnología en México?
4. ¿Qué tipo de tecnología se aplica en su área laboral? ¿Cómo se apropia de ella?

##### B. Impresión 3D como herramienta

5. ¿Cuáles son las áreas de oportunidad que tiene la impresión 3D dentro de su área laboral? ¿Se está preparado para aplicar este tipo de tecnologías?
6. Hablando de la impresión 3D ¿Qué tipos de proyectos son los que se están desarrollando con el uso de esta herramienta?
7. ¿Dónde considera que está el mayor reto? ¿En tener quién maneje la herramienta, el tipo de proyectos que se puedan resolver con esta herramienta o equipo de trabajo?

### C. Proyectos

8. ¿Cuál es el proyecto que más satisfacción le ha dado donde se haya usado esta herramienta? ¿Por qué?
9. ¿Cuál fue el mayor reto dentro de ese caso? ¿Qué era lo que se buscaba?
10. ¿Qué tiempo lleva resolver un caso de este tipo?
11. ¿Qué se necesita para dar solución a problemas sociales con ayuda de esta herramienta?
12. Existe un problema y se tiene la oportunidad de formar parte de un equipo para desarrollar un proyecto social donde es relevante el uso de la impresión 3D y se tiene que aplicar la metodología del diseño para poder llegar a una solución (análisis etnográfico, definición del proyecto, análogos, propuestas de diseño, primer prototipo, pruebas de uso, segundo prototipo y solución). Dentro de este proceso de diseño, ¿en dónde considera que entraría su participación como especialista para resolverlo? ¿en qué puntos estaría presente? ¿Qué características le permitirían a usted integrarse?
13. ¿En qué debería poner atención la academia y el alumno para su ingreso laboral con el uso y aplicación de estas tecnologías?

## **II. SOBRE LA INTERDISCIPLINA (10 minutos)**

*Conocer el tipo de estudiantes, profesores o especialistas desarrollan los proyectos. Características y necesidades.*

### A. Equipo

14. En su experiencia ¿qué ofrece un equipo interdisciplinario para el desarrollo de un proyecto con esta herramienta? ¿Hasta dónde se llega?
15. En el caso hipotético que se planteó ¿cómo integraría usted, este trabajo interdisciplinario entre el sector académico y el profesional/empresarial con el uso de la impresión 3D como herramienta, para el área de salud y el diseño? ¿Quiénes estarían presentes?
16. ¿Cómo se conforma un equipo de trabajo? ¿Cuál es la principal fortaleza que se puede detectar en este equipo de trabajo?
17. ¿Cómo logran comunicarse, tener el mismo lenguaje?
18. ¿Qué habilidades debe tener la persona que va a usar específicamente esta herramienta?

### B. Estudiantes

19. ¿Qué características debe de tener un estudiante, futuro profesionista que quiere formar parte de un equipo interdisciplinario y el uso de esta herramienta en esta área?
20. En su experiencia ¿hay alguna habilidad que necesite ser potencializada por parte del estudiante para su integración en el ámbito laboral y formar parte de un equipo interdisciplinario?

## **III. SOBRE LAS ALIANZAS (10 minutos)**

*Conocer la importancia de las alianzas, antes, durante y posterior a la licenciatura.  
Explorar cómo se visualiza la impresión 3D en los procesos a futuro.*

A. Con la universidad

21. En su opinión, para resolver problemas de la sociedad ¿hay interés en el trabajo conjunto con universidades y el uso de esta herramienta dentro de sus laboratorios?

B. Con las empresas

22. ¿Es factible unir el trabajo del área académica, profesional y empresarial para la generación de conocimiento e investigación con esta herramienta de innovación tecnológica?

C. Factores socioeconómicos

23. ¿Se difunde el trabajo realizado para la resolución de nuevos proyectos?

D. Prospectiva

24. ¿Qué habilidades necesitarán los estudiantes para enfrentar los retos del futuro?

25. ¿Cómo visualiza las nuevas formas de trabajo y el uso de esta herramienta?

**IV. Despedida (5 minutos)**

26. En base a todo lo que se platicó, ¿cuál sería su propuesta para hacer la integración del uso de estas herramientas y el trabajo interdisciplinario de forma más natural en el campo de la investigación?

27. Por último, ¿cómo ha modificado la pandemia el trabajo con este tipo de herramientas?

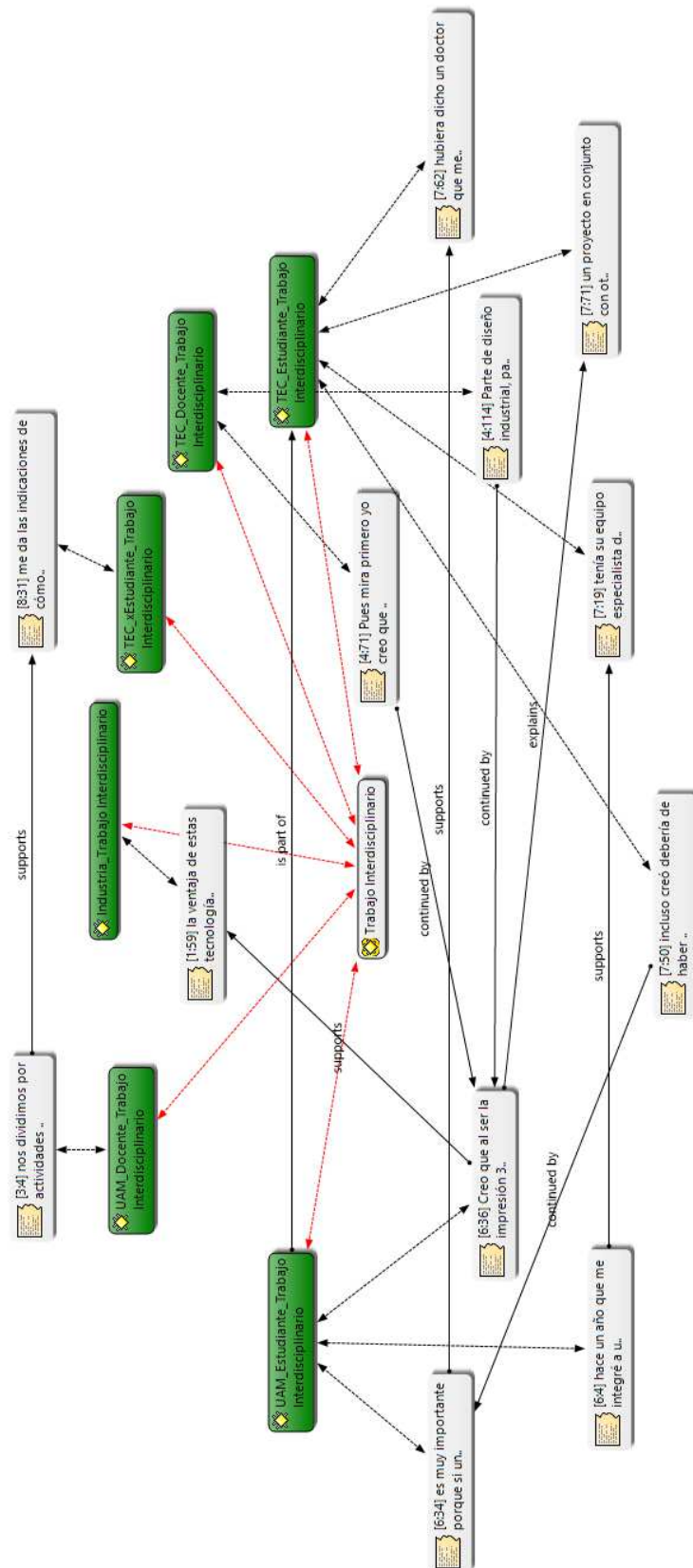
28. ¿Algo que quisiera aportar como parte de su experiencia?

29. Recordar el tratamiento que se le dará a la información.

30. Agradecer y despedirse.



## Anexo #6. Generación de redes. Trabajo Interdisciplinario.







## Referencias Bibliográficas

- 3D printers in schools: uses in the curriculum. GOV.UK. (2013). Retrieved 21 January 2021, from <https://www.gov.uk/government/publications/3d-printers-in-schools-uses-in-the-curriculum>.
- Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., & Ananthanarayanan, V. (2017). *RESUMEN INFORME HORIZON Edición 2017 Educación Superior*. Retrieved from [http://educalab.es/documents/10180/38496/Resumen\\_Informe\\_Horizon\\_2017/44457ade-3316-418e-9ff9-fd5e86fc6707](http://educalab.es/documents/10180/38496/Resumen_Informe_Horizon_2017/44457ade-3316-418e-9ff9-fd5e86fc6707)
- Alvarez-Gayou Jurgenson, J. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. (1st ed.). Paidós.
- [Arbesú, M., Ortega, V., & Ehrlich, P. \(2006\). Teoría y práctica del sistema modular en la Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. Perspectiva Educativa, Formación De Profesores, 47, 33-57. Retrieved 13 January 2021, from https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333328828003.](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333328828003)
- Blasnilo Rúa, E., Jiménez D., F., Gutiérrez A., G., & Villamizar, N. (2018). *Impresión 3D como Herramienta Didáctica para la Enseñanza de Algunos Conceptos de Ingeniería y Diseño*. *Ingeniería*, 23(1), 70-83. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/23448393.12248>
- Blázquez Tobías, P., Orcos Palma, L., Mainz Salvador, J., & Sáez Benito, D. (2018). *Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos*. *Psicología, Conocimiento Y Sociedad*, 8(1), 162-193. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26864/pcs.v8.n1.8>.
- Bordignon, F., Iglesias, A., & Hahn, Á. (2018). *Diseño e Impresión de Objetos 3D*. Una Guía de Apoyo a Escuelas. Unipe.
- Bryden, D. (2014). *CAD and Rapid Prototyping for Product Design* (1st ed.). London: Laurence King Publishing Limited.
- Cabello, R., & López, A. (2017). *Contribuciones al estudio de procesos de apropiación de tecnologías* (1st ed.). Ediciones del Gato Gris.
- Castillo Ochoa, E., León Duarte, G., & Montes Castillo, M. (2013). *Generación de conocimiento e innovación para la educación y la comunicación* (1st ed.). QARTUPPI, S. de R.L. de C.V.

- Diseño Industrial - Universidad El Bosque. (2021). *Segundo congreso internacional Impresión 3D + Salud* [Video]. Retrieved 2 September 2021, from <https://www.youtube.com/watch?v=jyCj0voWoF4>
- Flick, U. (2007). *El diseño de investigación cualitativa* (1ª ed.). Editorial Morata, SL
- Frascara, J. (2017). *Enseñando diseño*. Ediciones Infinito.  
<https://bidi.uam.mx:7137/es/ereader/bidiuam/77396?>
- Fuad-Luke, A. (2009). *Design activism: beautiful strangeness for a sustainable world* (1a. ed.). Earthscan.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. (1st ed.). gedisa.
- Isaacson, W., Díaz, I., Sánchez, M., & Mena, F. (2014). *Los innovadores: Los genios que inventaron el futuro* (1st ed). Debate.
- Juárez, Á., Meza, A., Solís, C., Soria, V., Bermúdez, P., & Suárez Ahedo, C. et al. (2018). *Uso y aplicación de la tecnología de impresión y bioimpresión 3D en medicina*. Revista De La Facultad De Medicina (México), 61(6). Retrieved 26 June 2020, from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422018000600043](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422018000600043).
- Lawson, B. (2005). *How Designers Think* (4th ed.). Architectural Press.
- Leal Jiménez, A., & Quero Gervilla, M. (2011). *Manual de marketing y comunicación cultural*. Dirección General de Universidades de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- Liaw, C. Y., & Guvendiren, M. (2017). *Current and emerging applications of 3D printing in medicine*. Biofabrication, 9(2), 024102. <https://doi.org/10.1088/1758-5090/aa7279>
- Miyamoto Gómez, O. (2017). *Impresión 3D. Hágalo usted mismo - Revista ¿Cómo ves?* - Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM. Comoves.unam.mx. Retrieved 15 February 2021, from <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/203/impresion-3d-hagalo-usted-mismo>.
- Moreno-Jiménez, B., Blanco-Donoso, L., Aguirre- Camacho, A., de Rivas, S., & Herrero, M. (2014). *Habilidades Sociales para las Nuevas Organizaciones*. Psicología Conductual, 22(3), 587-604. Retrieved 18 May 2021, from <https://www.researchgate.net/publication/271507225>.
- Muhr, T. (1993). *ATLAS.ti* (No. de versión 7). Windows. Berlin: Scientific Software Development GmbH.

- Munari, B. (1993). *¿Cómo nacen los objetos?* (5th ed.). Editorial Gustavo Gili S.A. de C.V.
- Neil Gershenfeld habla acerca de los fab labs. (2006). [Video]. Retrieved 3 February 2021, from [https://www.ted.com/talks/neil\\_gershenfeld\\_unleash\\_your\\_creativity\\_in\\_a\\_fab\\_lab?language=es](https://www.ted.com/talks/neil_gershenfeld_unleash_your_creativity_in_a_fab_lab?language=es).
- Norman, D. (1990). *La psicología de los objetos cotidianos*. Nerea.
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). (2006). *Manual de OSLO*, 3a ed. Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. Paris, Luxembourg: OECD Publishing.
- Ortiz Nicolás, J., & Alatorre Guzmán, D. (2019). *Innovación social y diseño* (1st ed.). Universidad Nacional Autónoma de México Centro de Investigaciones de Diseño Industrial.
- Palma, R. (2012). *Pensamiento Integral y creatividad en estudiantes del Colegio San José de Pereira Risaralda* [Tesis de Maestría, Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud Universidad de Manizales]. Repositorio CINDE Palma Cuervo, R. (2012). *Pensamiento Integral y creatividad en estudiantes del Colegio San José de Pereira Risaralda* (Maestría). Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud Universidad de Manizales.
- Papanek, V. (1995). *The Green Imperative: Ecology and Ethics in Design and Architecture*. Thames & Hudson.
- Papanek, V. (2014). *Diseñar para el mundo real* (2nd ed.). Pol-len edicions.
- Porter, L. (2013). *Cinco cambios estructurales para reformar la educación superior en México* [Blog]. Retrieved 16 October 2020, from <https://www.uv.mx/blogs/sea/2013/10/14/>.
- Rodríguez Morales, G. (1985). *Manual de Diseño Industrial* (3rd ed.). Ediciones G. Gili, S.A. de C.V.
- Salomon, G. (1992). *Las diversas influencias de la tecnología en el desarrollo de la mente*. *Infancia Y Aprendizaje*, 15(58), 143-159. <https://doi.org/10.1080/02103702.1992.10822337>
- Tec.mx. 2021. Licenciado en Diseño. [online] Available at: <<https://tec.mx/es/estudios-creativos/licenciado-en-diseno>> [Accessed 30 May 2021].
- The Fab Foundation. [Fabfoundation.org](http://fabfoundation.org). (2021). Retrieved 18 September 2021, from <https://fabfoundation.org/>.
- Toffler, A. (1970/1973). *El "shock" del futuro*. Plaza & Janés.

- Trabajo interdisciplinario: difícil y necesario. Universidad de los Andes - Colombia - Sitio oficial. (2020). Retrieved 12 March 2020, from <https://uniandes.edu.co/noticias/ambiente-y-sostenibilidad/trabajo-interdisciplinario-difícil-y-necesario>.
- UAM Xochimilco. (2020). Coloquio [Image]. Recuperado 2 octubre 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=BBcpR-4BKBk>
- UAM Xochimilco. (2020). Coloquio [Image]. Retrieved 2 octubre 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=27tSp8ZOLJU>.
- Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. (2018). Plan de estudios de la Licenciatura de Diseño Industrial. Aprobado en la sesión 438. México: UAM-X.
- Vazhnov, A. (2013). *Impresión 3D. Cómo va a cambiar al mundo* (1st ed.). Baikal.
- Wells-Papanek, D., & Pecoraro, L. (2016). *Co-Work, Co-Create, Co-Innovate: It's the future*. Design Management Institute, 28(3).
- Yin, R. (2017). *Investigación sobre Estudio de Casos. Diseño y Métodos*. (2nd ed.). Sage.
- Yuan, E. (2013). *Zoom* No. de versión 5.6.3. (751)). Windows. California: Video Communications.

## Bibliografía

- Creswell, J. (2013). *Qualitative Inquiry and Research Design* (3rd ed.). SAGE.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Sáez A, H. (2010). *Cómo investigar y escribir en ciencias sociales*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades.
- Saldaña, J. (2009). *The Coding Manual for Qualitative Researchers* (1st ed.).