Laboratorios de Fabricación Digital Personal FABLAB: una revisión

Yandún V. Marco A. [1], Naranjo C. Jeffery A. [2], Lascano R. Samuel B. [3]

marco.yandun@upec.edu.ec, jeffery.naranjo@upec.edu.ec, samuel.lascano@upec.edu.ec

[1, 2, 3] Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Grupo de Investigación GISAT, Tulcán, Ecuador.

Resumen: El establecimiento de laboratorios de fabricación digital en universidades y centros de producción digital enfocados en creación de contenido digital y elementos físicos únicos a pequeña, media y gran escala, según la revisiones bibliográficas se está convirtiendo en tendencia de investigación, y la implementación de FabLab, de acuerdo a los datos de búsqueda semánticas durante seis meses se puede indicar que se ha generado la tendencia en aumento ya que se aplicó la regresión lineal, Métodos Gaussianos que son base de la Redes Neuronales Artificiales, las búsquedas fueron sobre herramientas de diseño, impresión 3d, escaneo 3d para ingeniería inversa con fines de perfeccionamiento, grabaciones láser en varios materiales, Tallados o cortadores de plasma y las utilidades, aplicabilidad, procesos de innovación y fabricación de propios elementos. La revisión literaria se llevó a cabo para identificar las tendencias y aplicabilidad de los FabLab como desafíos actuales en la producción digital.

Palabras-clave: FabLab; Fab Lab; innovación, tendencias digitales; Laboratorios de Fabricación digital.

FABLAB Personal Digital Fabrication Labs: A Review

Abstract: The establishment of digital manufacturing laboratories in universities and digital production centers focused on creating digital content and unique physical elements on a small, medium and large scale, according to bibliographic reviews, is becoming a research trend, and the implementation of FabLab, According to the semantic search data for six months, it can be indicated that the increasing trend has been generated since linear regression was applied, Gaussian Methods that are the basis of Artificial Neural Networks, the searches were on design tools, printing 3d, 3d scanning for reverse engineering for refinement purposes, laser engravings on various materials, carvings or plasma cutters and the utilities, applicability, innovation processes and manufacturing of own elements. The literary review was carried out to identify the trends and applicability of FabLabs as current challenges in digital production.

Keywords*:* Fablab; Fab Lab; innovation, digital trends; Digital Manufacturing Laboratory.

1. Introducción

La tecnología en la actualidad tiene un papel fundamental en el desarrollo de la sociedad, teniendo un impacto no solo tecnológico sino también en las relaciones sociales y el desarrollo personal. “En el siglo XXI, ya no es suficiente con saber leer y escribir, ahora se deben incorporar otras competencias que también permitan a las personas comunicarse con máquinas”, (Rosenberg, 1992).

Debido a esto, las instituciones educativas han tomado el rol principal en el desarrollo de estrategias que permitan a las personas el acercamiento a las nuevas tecnologías desde muy temprana edad, y por ello “diferentes organismos ya diseñaron nuevos planes formativos que incluyen, de forma clara, enseñanzas asociadas a lo que hoy se conoce como pensamiento computacional” (Bustillo & Zamora, 2018).

Dentro de los proyectos que se han planteado como una alternativa al aprendizaje que permite a los estudiantes a través de un método práctico denominado “aprender haciendo” crear diferentes soluciones o proyectos usando diferentes tipos de maquinarias tecnológicas que se encuentran dentro de un laboratorio denominado FabLab, que es “un laboratorio de fabricación o un taller a pequeña escala, que ofrece fabricación digital personal” (Byarda, y otros, 2019).

Estos laboratorios de fabricación, “nacen de la colaboración conjunta entre el grupo de investigación de Epistemología y Aprendizaje del Laboratorio de Medios, y el Center for Bits and Atoms, proyectos interdisciplinarios del MIT que explora los límites entre ciencia computacional y física”, (Carrasco, 2019), para la creación e intercambio abierto de conocimientos y proporcionan un conjunto común de herramientas, que incluyen cortadoras láser, fresadoras e impresoras 3D.

Según (Byarda, y otros, 2019) “en la actualidad hay más de 1000 FabLab en todo el mundo, creados para empoderar a las personas a que fabriquen sus ideas”, convirtiendo a los FabLab la red de colaboración open source más grande del planeta, aportando el potencial tecnológico apropiado para prosperar en la fabricación digital e impulsar el desarrollo sostenible.

El presente trabajo constituye una revisión literaria de lo que se está hablando en las revistas, congresos, simposios, seminarios y otros en relación a los FabLab.

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

Como materiales se determina las fuentes Académicas de alto y mediano impacto, disponibles en bases de datos científicas y a las que se accedió de forma libre o por medio de la adquisición de una licencia de uso, entre los principales repositorios se puede mencionar a:

ACM Digital Library: como el portal que permite el acceso a textos completos de los artículos publicados por la ACM y citas bibliográficas de los principales editores en informática.

IEEE Xplore: plataforma que permite el acceso al contenido científico y técnico publicado por el IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) y sus socios editores. Cuenta con más de 3 millones de documentos y textos completos de algunas de las publicaciones con más citas e indexadas en el planeta especializado en los campos de la ingeniería eléctrica, ciencias de la computación y la electrónica.

Web of Science: esta plataforma formada por Web of Science Core Collection, que a su vez incluye Social Science Citation Index, Science Citation Index, también sirve de fuente de consulta.

ScienceDirect: con esta plataforma se puede recuperar el contenido de las revistas y libros de la editorial Elsevier, muchas de ellas a texto completo, en algunos casos de acceso libre en otros con una suscripción.

SpringerLink: permite recuperar el contenido de muchas de las revistas de esta editorial a texto completo, así como en las Book Series.

GOOGLE ACADEMIC es un buscador de Google enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica. El sitio indexa editoriales, bibliotecas, repositorios, bases de datos bibliográficas, entre otros; y entre sus resultados se pueden encontrar citas, enlaces a libros, artículos de revistas científicas, comunicaciones y congresos, informes científico-técnicos, tesis, tesinas y archivos depositados en repositorios.

DuckDuckGo (DDG) es un motor de búsqueda establecido en Valley Forge, Pensilvania, Estados Unidos. Este motor utiliza la información de sitios de origen público (como Wikipedia) con el objetivo de aumentar los resultados tradicionales y mejorar la relevancia. Su filosofía hace hincapié en la privacidad y en no registrar la información del usuario.

Otros repositorios de información y útiles para la investigación son Academic Search Ultimate, JSTOR, Periodicals Archive Online y Periodicals Index Online, Proquest Research Library, Wiley Online Library, entre otros

2.2. Métodos

Se establece como métodos el proceso para la búsqueda de información como lo muestra el proceso de búsquedas en la figura 1.

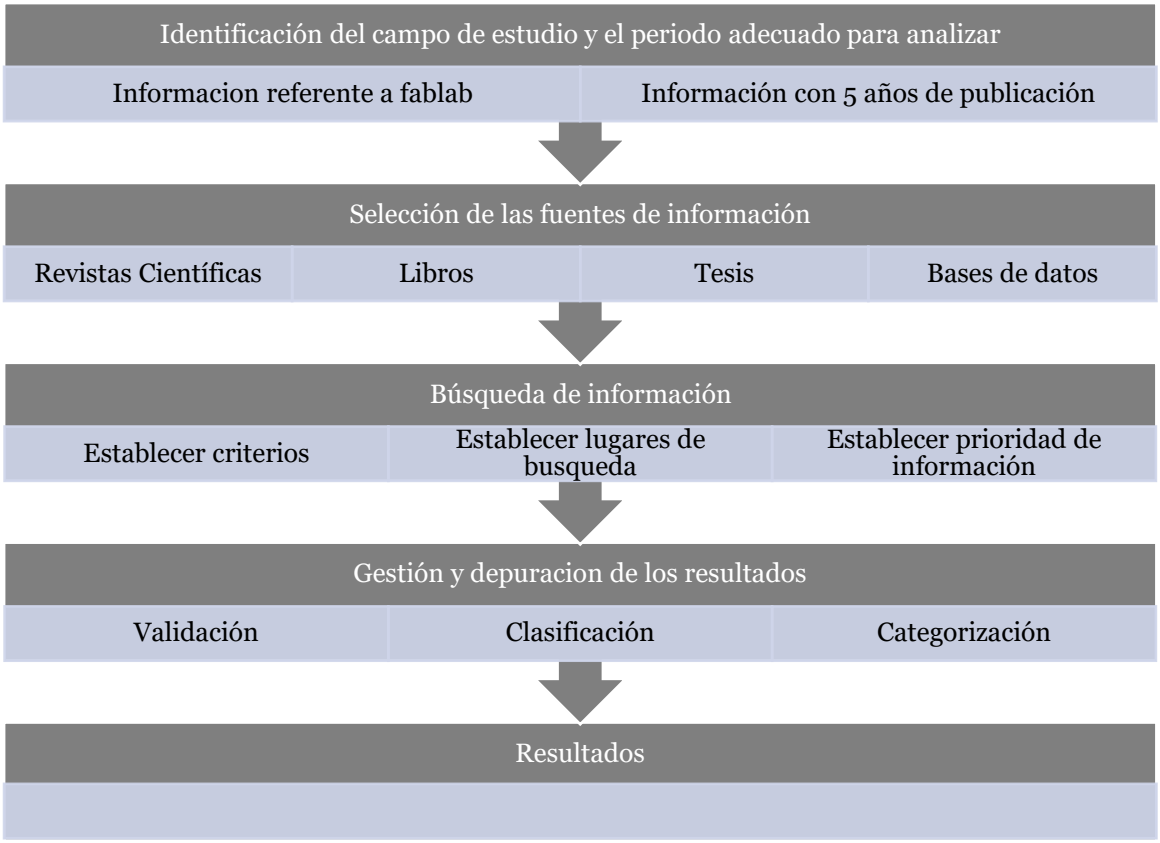

Figura 1, proceso de búsqueda e identificación de información referente a FabLab

Para la búsqueda de artículos, se presentaron preguntas como ¿Qué son los FabLab?¿Qué es un fab lab? - ¿What is a fablab? - ¿What is a fab lab?, La Tabla 1 muestra los criterios de búsqueda de información, mediante cadenas de texto definidas.

Tabla 1 - Resultado de búsqueda ¿Qué es un FabLab?

Criterio de Búsqueda **¿Qué es un FabLab? - ¿Qué es un fab lab? - ¿What is a FabLab? - ¿What is a fab lab?**			
Google Académico	**IEEE**	**Microsoft Académico**	**SienceDirect**
• **Artículos – 8570**	• Conferencias – 37 • Revistas – 5 • Artículos – 4	• Revistas – 53 • Conferencias – 39 • Libros – 5 • Tesis – 27	• Páginas web – 61692 • Libros – 579 • Revistas – 2789

En la tabla 2 se muestra los resultados de las búsquedas relacionadas a las aplicaciones de FabLab

Tabla 2 - Resultado de búsqueda Aplicaciones de un FabLab

Criterio de Búsqueda **Aplicaciones de un FabLab - Applications of a FabLab**			
Google Académico	**IEEE**	**Microsoft Académico**	**SienceDirect**
• **Artículos – 7410**	• Conferencias – 6 • Revistas – 1	Revistas – 50 Libros – 32 Tesis - 40	Páginas web – 11438 Libros – 582 Revistas – 2886

Tabla 3 - Origen de los FabLab

Criterio de Búsqueda **Origen de los FabLab - Origin of the FabLab – Fab Lab Origin**			
Google Académico	**IEEE**	**Microsoft Académico**	**SienceDirect**
• **Artículos – 899**	• Conferencias – 4 • Revistas – 5 • Artículos - 3	• Revistas – 112 • Libros – 5 • Tesis - 4	• Páginas web – 3156 • Libros – 5381 • Revistas – 1459

Tabla 4 - ¿Para qué sirve un FabLab?

Criterio de Búsqueda **¿Para qué sirve un FabLab? - What is a FabLab for?**			
Google Académico	**IEEE**	**Microsoft Académico**	**SienceDirect**
• **Artículos – 899**	• Conferencias – 28 • Revistas – 1	• Revistas – 55 • Libros – 773 • Tesis - 45	• Páginas web – 11408 • Libros – 4900 • Revistas – 2874

Tabla 5 - Herramientas necesarias para un FabLab

Criterio de Búsqueda **herramientas necesarias en un FabLab - tools needed in a FabLab**			
Google Académico	**IEEE**	**Microsoft Académico**	**SienceDirect**
• **Artículos – 959**	• Conferencias – 1 • Revistas – 1	• Revistas – 21 • Libros – 5 • Tesis - 6	• Páginas web – 11383 • Libros – 51 • Revistas – 2860

Tabla 6 - Utilidad de los FabLab

Criterio de Búsqueda **Utilidad de los FabLab - FabLab utility**			
Google Académico	**IEEE**	**Microsoft Académico**	**SienceDirect**
• **Artículos – 1120**	• Conferencias – 2	• Revistas – 41 • Tesis - 3	• Páginas web – 501 • Libros – 3336 • Revistas – 95

Tabla 7 - Beneficios de los FabLab

Criterio de Búsqueda **Beneficios de los FabLab - FabLab benefits**			
Google Académico	**IEEE**	**Microsoft Académico**	**SienceDirect**
• **Artículos – 719**	• Conferencias – 2	• Revistas – 50 • Libros - 10	• Páginas web – 2403 • Libros – 3091 • Revistas – 805

Tabla 8 - Costo de un FabLab

Criterio de Búsqueda **Costo de un FabLab - cost of a FabLab**

Microsoft Académico	IEEE	Microsoft Académico	SienceDirect
• **Revistas – 23** • **Tesis – 17** • **Libros – 2**	• Conferencias – 2	• Revistas – 50 • Libros - 10	• Páginas web – 2403 • Libros – 3091 • Revistas – 805

Figura 2, Análisis de búsquedas por tema de interés FabLab

Fuente: https://trends.google.com/trends/

3. Pre procesamiento de los resultados de búsqueda

Para el pre procesamiento de los datos que se generan por medio de las búsquedas se aplicó el concepto de rede neuronales evolutiva basado en los algoritmos de las redes evolutivas lo menciona Martínez (2008) ya que como son patrones de búsquedas por medio de términos se aplica la tendencia con el ajuste de curvas, la regresión lineal y las ecuaciones cuadráticas $y = (ax+b)$ expresado con las ecuaciones a y b Hidalgo J. Yandún M. (2019)

$$a = \frac{n\sum xiyi - \sum xi \sum yi}{n\sum xi^2 - (\sum xi)^2} \quad b = \frac{\sum yi}{n} - a\frac{\sum xi}{n}$$

A continuación, la ecuación cuadrática

$$y = f(x) = a\,x^2 + b\,x + c$$

Para generar la tendencia de búsqueda es necesario tener mediciones o la extracción de las bases de datos en periodos establecidos de búsqueda en este caso basado en meses del 1 al 6 del año 2021 para determinar xi en la función así mismo las medidas de búsqueda, obtenemos los valores de yi que con estos registros se puede aplicar el ajuste de curvas, regresión lineal y la aplicación de las

ecuaciones de las funciones cuadráticas. Y generar la una matriz ampliada de resultado que toma los totales de $xi, yi, xi^2, xi^3, xi^4, xiyi, xi^2y$.

Tabla 9. Generación de matriz ampliada aplicación ecuaciones cuadráticas.

Mes de búsqueda	Resultado búsquedas Google					
xi	yi	x^2	x^3	x^4	xy	x^2y
1	7410	1	1	1	7410	7410
2	899	4	8	16	1798	3596
3	899	9	27	81	2697	8091
4	959	16	64	256	3836	15344
5	1120	25	125	625	5600	28000
6	719	36	216	1296	4314	25884
∑	7410	12006	91	441	2275	25655

Resultado de la aplicación de la matriz ampliada que es además un método gaussiano, base de las redes neuronales con esto se puede determinar la tendencia de búsquedas con resultados irregulares, pero con una leve tendencia al alza en este tema.

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 70{,}5 & 33{,}36 & 16{,}56 & 780{,}72 \\ 0 & 0{,}78 & 0{,}91 & 28{,}72 \\ 0 & 0 & 1{,}04 & 19{,}39 \end{array}\right)$$

4. Resultados

4.1. **Fábricas de aprendizaje FabLab.** – Estas fábricas o pequeños laboratorios están orientados a la industria 4.0 que se define como "un sitio donde los procesos y tecnologías que se aprenden se basan en un sitio industrial real, dando la oportunidad de tener un acercamiento directo al proceso de fabricación de los productos" (Angrisani, Arpaia, Bonavolontá, Moccaldi, & Schiano Lo Moriello, 2019), en este lugar los estudiantes tienen la oportunidad de aprender de una manera más entretenida y adecuada, permitiéndoles tener una mejor recepción de los conocimientos lo que conlleva a tener una motivación y compromiso más elevados que con un aprendizaje únicamente teórico. El concepto de los FabLab se acerca más al funcionamiento de una pequeña empresa, lo que permite tener varios modelos de funcionamiento, entre los principales modelos existentes están:

- Fablearn Lab
- Red FabLab

El objetivo de estos laboratorios según (Garcia & Lena, 2017) es que "el usuario final deje de ser solo consumidor de productos y servicios y pase a ser un innovador y elaborador de sus propios productos".

Figura 3, FabLab Creación de ideas

Fuente: http://www.mossent.com/

4.2. **Origen y crecimiento de los FabLab. –** Estos talleres o laboratorios de fabricación abierta, en la actualidad en muchos lugares del mundo se han convertido en parte fundamental del aprendizaje de los estudiantes, "Estos espacios de creadores ofrecen a personas de casi todas las edades la oportunidad de convertir sus ideas en acción en máquinas innovadoras", (Ropin, Pfleger, & Irsa, 2020). Esta idea surgió a inicios del año 2000, por iniciativa del profesor Neil Gershenfeld en el MIT, quien también hablo sobre la revolución digital y manifestó que este tipo de laboratorios pueden estar en la mayoría de los hogares para mediados del siglo, en la actualidad según (fabfundation, 2021) "existen alrededor de 1.840 FabLab en todo el mundo", encontrándose 10 de estos laboratorios FabLab en Ecuador. La motivación de estos laboratorios según (Ropin, Pfleger, & Irsa, 2020) es "mejorar y desarrollar la capacidad de producción en la industria 4.0 de una manera práctica", de esta forma un FabLab abre un espacio para la creación y prueba inmediata de las ideas que puedan surgir, los FabLab ofrecen diferentes oportunidades tanto para empresas locales, profesionales independientes, estudiantes y población en general que pueden innovar y generar productos comerciales.

4.3. **Gestión del FabLab. –** algo muy importante dentro de un FabLab es la gestión de los proyectos, recursos, equipos, espacios y personal, todos estos elementos permiten el buen funcionamiento de estos, por lo cual "para garantizar un funcionamiento seguro se debe implementar un plan de seguridad y gestión que permita controlar cada uno de los aspectos inmersos dentro del laboratorio", (Ropin, Pfleger, & Irsa, 2020), este plan debe ser estandarizado, documentado, publicado y auditado constantemente, para la creación de este plan se puede tener en cuenta las normativas que se aplicarían a laboratorios de otro tipo, viviendas, bodegas entre otras para el control de incendios, rutas de evacuación y planes de contingencia ante cualquier accidente o suceso inesperado.

(Ropin, Pfleger, & Irsa, 2020) clasifican en fases la gestión de un FabLab, las cuales son:

- **Pre-Fase:** considerada con una mayor relevancia ya que es donde se realizan todos los preparativos para dar inicio al funcionamiento del FabLab, en esta fase están inmersos el equipo de seguridad, la documentación importante, se revisan rutas de escape, los posibles riesgos y la disponibilidad de operación de la maquinaria y los equipos.

- **Registro – formación básica:** Dos procesos estandarizados en forma de registro y un curso de formación básico posterior garantizan un funcionamiento seguro tanto para el usuario como para el operador. Durante el registro, se consultan y documentan los datos maestros necesarios.
- **Post-Fase:** este punto está dirigido al trabajo diario que se realiza en el laboratorio, una vez finalizado el horario de atención se debe informar a los usuarios que se debe completar el trabajo y limpiar las estaciones de trabajo. Una vez que los usuarios abandonen el laboratorio, el encargado de este debe cotejar el estado del laboratorio mediante una lista de verificación, registrando las novedades, verificando la maquinaria y documentando los defectos encontrados, esta información permitirá tener una mejora continua en el servicio del FabLab.

4.4. **La Industria 4.0 y sus retos. –** el avance de la industria siempre ha estado relacionada con diferentes acontecimientos que le permitieron dar un salto a un nivel más tecnológico y eficiente de producción, según (Asato, Galván, García, Godoy, & Ortega, 2018) "en lo que va de la historia han existido tres revoluciones industriales, con avances que van desde el uso del vapor para mover las grades maquinas, la distribución del trabajo y la implementación de tecnologías de la información", con el uso de internet, redes de comunicación a nivel mundial, dispositivos inteligentes la industria ha ido evolucionando dando paso al concepto de industria 4.0, lo que sería la cuarta revolución industrial. Los componentes relacionados en la industria 4.0 según (Asato, Galván, García, Godoy, & Ortega, 2018) son los siguientes:

- Virtualización: no es necesario tener un producto, proceso u objeto de manera física, ya que por medio de la virtualización todo puede ser diseñado digitalmente para ser evaluado antes de elaborarlo.
- Impresión 3D: donde el proceso de fabricación se realiza por medio de la adición de diferentes capas que van dando forma al objeto.
- Soluciones en la nube: por medio de una conexión a internet podemos tener acceso a diversas herramientas desde cualquier lugar del mundo.
- Internet de las cosas: que permite la interconexión entre diferentes dispositivos para que puedan intercambiar diferentes datos.
- Realidad virtual y aumentada: donde podemos generar entornos completamente nuevos o insertar objetos dentro del mundo real.
- Big Data: que implica la recolección de grandes cantidades de datos para su análisis y procesamiento.
- Machine Learning: encargada de buscar las técnicas para que las maquinas puedan aprender.
- Ciber seguridad: ya que todo está conectado a través de una red es necesario tener la seguridad adecuada para garantizar la integridad de la información.

4.5. **Centro de innovación "FABLAB Bogotá" en el Bronx Bogotá. –** uno de los sectores conocidos por su alto índice de criminalidad en Colombia, se ha creado una propuesta que plantea a contribuir con la transformación del territorio. Para el planteamiento de este proyecto según (Miranda, 2015)"Se ha tenido en cuenta varias problemáticas evidentes en el sector, tales como la falta de oportunidades de la población", y para ello se ha propuesto la implementación de un proyecto que promueva la inclusión social y el emprendimiento a través de un centro de Innovación FabLab, como escenario que permita fomentar la transformación del territorio.

Dentro del FAB LAB Bogotá se espera tener un dialogo abierto entre la academia y el sector productivo a través de una fabricación digital de vanguardia con las exigencias de los mercados locales, nacionales e internacionales. El desarrollo de este proyecto tiene como misión según (Miranda, 2015) "brindar capacitación a los jóvenes encaminado al perfeccionamiento de las

habilidades para diseñar y crear diferentes prototipos tecnológicos y promover el emprendimiento como uno de los aportes a la trasformación social".

Para el inicio de este proyecto, se tuvo en cuenta aspectos importantes como los antecedentes históricos y culturales dentro de la localidad para la elaboración e implementación de una propuesta adecuada para el funcionamiento del FabLab dentro de la zona urbana tradicional del centro de Bogotá. Hay que recordar que estos antecedentes inician en la década de los años cuarenta, donde comenzó una migración del campo a la ciudad, años después comenzaron a organizarse grupos delictivos dentro de la zona acompañado de otros hechos que provocaron el deterioro social y físico de la localidad y la percepción de estos aspectos proporcionaron las herramientas adecuadas para iniciar la elaboración de la propuesta del FabLab en la ciudad.

El paso siguiente que se realizaron fue la delimitación adecuada de la zona a la que afectara el proyecto, según (Miranda, 2015) "se podría tener una visión más ampliada del sector del Bronx y de todo el contexto inmediato para así tomar decisiones pertinentes a la hora de intervenir", además se realizaron estudios de la movilidad, impacto ecológico, equipamientos, cuerpos de agua, hitos y nodos, vial, aspectos socio económicos entre otros.

Para elaborar la propuesta de siguió la siguiente metodología:

- Visitas al sitio.
- Registro fotográfico.
- Identificación de problemáticas y elaboración de la estrategia DOFA.
- Recopilación y clasificación de la planimetría.
- Planteamiento de una propuesta urbana grupal.

4.6. **Laboratorio de fabricación digital FabLab Madrid CEU. –** en el año 2009 se desarrolló dentro de la Universidad de San Pablo el taller "Construye tu propia impresora 3D Makerbot", un grupo de alumnos elaboraron varias impresoras del modelo CupCake de Marketbot, según (Covadonga, 2017) "los alumnos encontraron ciertas limitaciones en el tamaño de la impresora para su aplicación a la fabricación de maquetas arquitectónicas", motivo por el cual decidieron ampliar el tamaño de las impresoras y se decidió modificar la estructura y diseñaron nuevas piezas que se obtuvieron por medio de la fabricación con máquinas como cortadoras laser empleando como materiales madera de alta densidad, que resulta más económico y con mayor resistencia que los materiales usados originalmente en las impresoras. Varias de las piezas del mecanismo también fueron reemplazadas por nuevas versiones con mayor capacidad y resistencia. Según (Covadonga, 2017) "El movimiento "maker" impulsó la democratización de la tecnología de impresión 3D a través de espacios denominados Makespaces y la introducción de los Laboratorios de Fabricación Digital, conocidos como FabLab supusieron la democratización de las tecnologías de fabricación digital".

Fabricación digital en la docencia de arquitectura. – La fabricación digital se incorporó en el campo de la arquitectura en la década de los 90, con la aparición de proyectos como el Computer Aided Desing o Computer Aided Manufacturing y en el año 2012, en la academia se empezó a impartir la materia de fabricación digital para la Arquitectura, con el objetivo de complementar los conocimientos adquiridos por los estudiantes de arquitectura, además de esto se elaboraron asignaturas de diseño asistido por ordenador que complementaban las ya existentes, se pensó en signaturas de carácter práctico, enfocadas en realizar proyectos que exploten el potencial de tecnologías y herramientas sustractivas, de corte y aditivas.

Tecnologías sustractivas. – según (Torreblanca, 2016) "fueron las primeras TFD denominadas también como máquinas de Control Numérico Computacional o CNC, que se caracterizan por el desbaste de material o corte a partir de un archivo CAD", en principio

funcionaba en dos dimensiones y posteriormente fueron integrados archivos CAD de tres dimensiones.

Entre las tecnologías sustractivas tenemos:

- Fresadoras CNC.
- Tornos CNC.
- Corte CNC: Corte por láser, corte por agua, corte por plasma.
- Centros de mecanizado: Corte, Perforación torneado.

Tecnologías aditivas. – Es una TFD que se basa en la adición de elementos o materiales en capas que se van adhiriendo de manera secuencial, una sobre otra hasta obtener un objeto correspondiente al archivo CAD 3D, dentro de las tecnologías de adición tenemos:

- Fotopolimerización: Estereolitografía (SLA), Polyject
- Fabricación de objetos laminados.
- Inyección aglutinante.
- Extrucción: Deposicion de hilo fundido, Cantour Crafting.
- Granulado o Powder Fusión.

4.7. **Los Fablab y la economía social y solidaria. –** la economía social dentro de la Universidad Iberoamericana de Puebla proviene de dos vertientes el cooperativismo internacional y el principio de subsidiaridad, que inspiran a todos sus proyectos. La economía social es "un conjunto de prácticas cuyo objetivo es encontrar un modo diferente y solidario de generar economía, aunque implica cambiar los métodos de producción, distribución y consumo de bienes y servicios, pensando en la posibilidad real de lograr la transformación social a través de la actividad económica" (Morales, 2018).

Con este enfoque de Economía Social, la academia impulsa principalmente iniciativas empresariales acompañadas del contexto tecnológico, ya que en la actualidad destaca la irrupción de la llamada era digital o de digitalización, y El FabLab al ser una plataforma tecnológica que se inserta en este contexto tecnológico, se ha optado por implementar laboratorios de este tipo en distintas ciudades de México y muchos de ellos aparte de la labor académica apoyan el desarrollo de sectores estratégicos regionales, orientados hacia el sector metalmecánico, como el FabLab Puebla que impulsa proyectos con colectivos de artesanos, pero a su vez colabora con empresas de la industria automotriz o de la confección textil.

El caso es el FabLab Puebla, que se encuentra dentro del contexto particular del proyecto "Yo Compro Poblano 2017", realizado por el Instituto de Diseño e Innovación Tecnológica de la Universidad Iberoamericana de Puebla con el apoyo del Municipio de Puebla. La unidad de análisis es el acceso y uso de herramientas de fabricación digital del FabLab y su efecto en los procesos de innovación de las microempresas participantes del proyecto.

El IDIT es un laboratorio de creación y prototipado rápido que aproxima las herramientas de diseño y fabricación digital a cualquier persona con alguna idea promisoria. Se enfoca en proyectos de alto impacto socio ambiental, que puedan contribuir a disminuir las desigualdades y desequilibrios sociales, económicos, tecnológicos y ecológicos de nuestro país, desde la perspectiva de la Economía Digital.

4.8. **Inicio de la red FabLab. –** a partir del primer laboratorio de fabricación implementado en el MIT para satisfacer las necesidades y cubrir las limitaciones de los estudiantes, alrededor del mundo empezaron a crearse laboratorios basados en esta idea. Según (Ruiz, Sanz, & Galindo,

2020) “se crearon los laboratorios en Boston en 2001 (South End Technology Center of Tent City), Costa Rica (Institute of Technology of Costa Rica), India (Science School Vugyan Ashram) y Ghana en 2003 (Takoradi Technical Institute), y el primer FabLab en Europa en Lyngen (Noruega)”. Desde sus inicios el movimiento de los FabLab ha crecido de manera acelerada, contando con 50 laboratorios en el 2011, a partir de ahí los laboratorios crecieron a 150 en un par de años, pero el crecimiento más notable es el que se ha dado en los últimos 5 años de un numero de 445 laboratorios en el año 2015 a llegar más de 1000 laboratorios al año 2020, según (Lassiter, 2018) "la economía emergente tiene nuevas habilidades y nuevos tipos de conocimiento que serán necesarios para competir en una economía basada en la comunicación, información y medios digitales".

4.9. **Fab Fundation. –** para favorecer el crecimiento de los FabLab al rededor del mundo el MIT creo el FabFoundation en el 2009 y distribuyo organizaciones y fundaciones regionales. Según (Ruiz, Sanz, & Galindo, 2020), “el objetivo es dar accesibilidad a la teoría, recursos, herramientas para el emprendimiento, educación e innovación tecnológica”. Entre las funciones que cumple el FabFundation se encuentran:

- Creación de nuevos FabLab.
- Entrenamiento de nuevos usuarios.
- Creación y desarrollo de nuevas redes.
- Desarrollo de proyectos internacionales.

4.10. Criterios para la creación de un FabLab. – según la (fabfundation, 2021) para la creación de un nuevo laboratorio se debe tener en cuenta cuatro criterios principales, los cuales son:

- Libre acceso: debe estar abierto al público al menos una vez a la semana y brindar el servicio de fabricación si fuese necesario.
- Carta FabLab: es en donde se detalla qué es, la utilidad, quien puede utilizar las instalaciones, quienes son los propietarios y cómo se puede contactar el público para utilizar un FabLab.
- Herramientas necesarias: para que un FabLab sea aprobado como tal debe adquirir la maquinaria necesaria para el trabajo como impresoras 3D, cortadora laser, cortadora de vinilo, fresadora CNC y un espacio de trabajo, además de tener procesos basados en el conocimiento compartido.
- Pertenecer a la red FabLab: se debe participar en las reuniones de la Red, participar activamente en los proyectos que se presenten en el Fab Academy.

4.11. Áreas de interés de los FabLab. – Los laboratorios de fabricación digital tienen intereses tan diversos como las diferentes predilecciones que manifiestan los usuarios que en ellos interactúan, pero, como es lógico, una comunidad puede desarrollar intereses diferentes a otra en función de la relevancia de las actividades o de la cantidad de estas. Atendiendo a la primera elección en el ranking, los intereses mayoritarios desarrollados en los laboratorios de fabricación digital se inclinan por las actividades relacionadas con la tecnología (50% de los laboratorios participantes) y el diseño (30%) si bien existe, en un creciente interés en el desarrollo de actividades relativas a la educación (9,6% de los laboratorios participantes) y el desarrollo médico / biológico (2,24%) que fueron recogidos en el apartado “otros”. Otro aspecto destacable es la relevancia de las actividades artísticas, consignadas por un 18% de los laboratorios en un segundo lugar de preferencia.

4.12. Iniciativa NEWTON FabLab. – Esta iniciativa surge debido a los altos costos de crear y mantener un FabLab, impidiendo a muchas escuelas poder pagarlos, El NEWTON FabLab tiene como objetivo permitir a dichas escuelas el acceso de forma gratuita a los FabLab Existentes a

nivel nacional para permitir a los estudiantes accedan a la fabricación digital para comprender conceptos teóricos complejos utilizando un enfoque práctico. **"**La iniciativa consta de múltiples lecciones, cada una de las cuales se enfoca en una tecnología específica como impresoras 3D" (Mohammed, Covadonga, Gianluca, & Gabriel-Miro, 2019). Cada lección se compone de una serie de actividades para mantener a los estudiantes interesados mientras les proporciona una sensación de logro. Cada vez que se completa una actividad, se entregan certificados a los estudiantes. Para cada lección, existen tres tipos de certificados: principiante, intermedio y avanzado, cada uno de los cuales refleja el dominio de la tecnología y los conceptos teóricos cubiertos en esa lección.

4.13. OpenLabs – Micro fábricas de código abierto. – El progreso en la tecnología y la fabricación es la base fundamental para la industrialización y generación de riqueza, normalmente ha estado ligado a las fábricas y grandes empresas durante mucho tiempo, limitando el acceso a muy pocos actores. "El conocimiento asociado a esta tecnología se encuentra cerrado, debido a patentes y licencias de uso nacionales e internacionales, llevando al hecho de que mucha de la tecnología no esté disponible para quienes la necesitan" (Redlich, y otros, 2019). Desde una perspectiva económica, los derechos de propiedad son considerados una condición obligatoria para la innovación empresarial, estudios recientes sobre la inteligencia colectiva demuestran que las personas que participan en actividades colaborativas de innovación tienen una motivación diferente que va más allá de la ganancia monetaria y con fines de lucro. Estos nuevos patrones de generación de conocimientos se caracterizan por la creación de redes o comunidades que colaboran en proyectos de manera descentralizada denominados también sistemas de creación de valor distribuido para bienes tangibles e intangibles.

Entre algunos ejemplos de comunidades de creación de conocimiento tenemos a Wikipedia, comunidades de software de código abierto Linux, Mozilla o Android, hasta con enfoques de producción entre pares como FabLab o TechShops, estos fenómenos se basan en una arquitectura de código abierto y procesos de creación libres, como resultado se tiene un acceso más fácil al conocimiento existente y a los medios de producción otorgando la posibilidad de una creciente participación social en el proceso de creación de valores.

Los OpenLabs tienen como concepto ofrecer grandes oportunidades para empoderar a las comunidades locales de los países en desarrollo, participen en el proceso de creación de valor y colaboración mediante el acceso a medios de producción fáciles de usar como para la interacción, cooperación y colaboración globales habilitadas a través de las TIC.

5. Conclusiones

- Los laboratorios de fabricación digital (FabLab), aportan significativamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, ya que permite poner en práctica ideas creativas y plasmarlas en objetos reales, además de generar un pensamiento emprendedor a motivarlos a diseñar objetos o artículos que sean de interés del público y al contar con una gran variedad de máquinas de fabricación se pude ofrecer las facilidades para fabricar esos diseños de una manera sencilla y rápida.

- Un laboratorio de fabricación digital es una comunidad formada por diversos laboratorios alrededor del mundo, esta red está creada para dar apoyo y trabajar colaborativamente con los demás laboratorios, compartiendo sus proyectos, sus procesos y fomentando la educación y la innovación, algo muy importante que realizan es mostrar a la comunidad los proyectos desarrollados, permitiendo a cualquier usuario participar activamente en el desarrollo de un proyecto y además compartir estos productos son la comunidad.

6. Referencias

Angrisani, L., Arpaia, P., Bonavolontá, F., Moccaldi, N., & Schiano Lo Moriello, R. (2019). A "learning small enterprise" networked with a FabLab: An academic. Measurement, 1-8.

Asato, J., Galván, P., García, D., Godoy, J., & Ortega, C. (2018). Desarrollo de competencias profesionales ante los retos tecnológicos de la industria 4.0 en México. Pistas Educativas,, 2057 - 2071.

Bustillo, J., & Zamora, A. C. (2018). Análisis del impacto de los talleres formativos desarrollados por el FabLab de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) de Costa Rica. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 118.

Byarda, D., Woerna, A., Oakleyb, R., Fiedlerb, M., Snabesb, S., & Pearcec, J. (2019). Green fab lab applications of large-area waste polymer-based additive. ELSEVIER, 515-517.

Carrasco, P. (2019). Análisis y diseño de una plataforma para gestión de recursos del fab lab UTFSM. 1.

Covadonga, L. (2017). La fabricación digital y su aplicación en el ámbito de la educación superior universitaria. Madrid.

fabfundation. (31 de Abril de 2021). fabfundation. Obtenido de fablabs.io: https://www.fablabs.io

Garcia, E., & Lena, F. (2017). Caracterización del Fenómeno FabLab. Santander.

Hidalgo-Guijarro J. et al. (2020) Preprocessing Information from a Data Network for the Detection of User Behavior Patterns. In: Ahram T., Karwowski W., Pickl S., Taiar R. (eds) Human Systems Engineering and Design II. IHSED 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1026. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27928-8_101

Lassiter, S. (14 de Mayo de 2018). LA FABULOSA SHERRY LASSITER. Obtenido de EVOLUTION Revista de tecnológia de SKF: https://evolution.skf.com/es/la-fabulosa-sherry-lassiter/

F. J. Martínez-Estudillo, C. Hervás-Martínez, P. A. Gutiérrez, and A. C. Martínez-Estudillo, "Evolutionary product-unit neural networks classifiers," Neurocomputing, vol. 72, no. 1–3, pp. 548–561, Dec. 2008.

Miranda, A. (2015). Centro de innovación FAB-LAB en el Bronx Bogotá como estrategia de transformación urbana y social del lugar. Creative Commons, 1 - 38.

Mohammed, A., Covadonga, L., Gianluca, C., & Gabriel-Miro, M. (2019). NEWTON Fab Lab Initiative: A Small-Scale Pilot for STEM Education. Dublin.

Morales, Y. (2018). Los Fablabs y la economía social y solidaria: el caso del Laboratorio de Fabricación Digital de Puebla. Puebla.

Redlich, T., Moritz, M., Wulfsberg, J., Buxbaum-Conradi, S., Krenz, P., Heubischi, S., . . . Osunyomi, B. (2019). OpenLabs - Open Source Microfactories. Hawaii International Conference on System Sciences, (págs. 707 - 715). Hawaii.

Ropin, H., Pfleger, A., & Irsa, W. (2020). A FabLab as integrative part of a Learning Factory. Procedia Manofacturing, 355 - 360.

Rosenberg, K. (1992). The evolution of modern human childbirth. american Journal, 151.

Ruiz, P., Sanz, P., & Galindo, J. (2020). ESTUDIO Y MEJORA DEL FABLAB UVALLADOLID DESDE. Valladolid.

Torreblanca, D. (2016). Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos. Medellin.