

EL FAB-LAB COMO INSTRUMENTO QUE IMPULSA LA INNOVACIÓN EN EL PROCESO DE DISEÑO

THE FAB-LAB AS A TOOL TO DRIVE INNOVATION IN THE DESIGN PROCESS

Cristhian Mayorga-Robayo¹
Maria Camila Castellanos-Escobar²
Rolando Arturo Cubillos-González³

Resumen

Durante la última década, los Fab-Lab han surgido como una alternativa a los talleres tradicionales de Diseño. Incorporan en el diseño nuevas tecnologías digitales que optimizan sus procesos e implementan nuevos métodos de trabajo colaborativo asociados al co-diseño. Sin embargo, en el contexto latinoamericano, no se ha constatado cómo ha sido su implementación y cuáles son los verdaderos aportes y retos que tienen estos espacios en procesos de innovación. Por consiguiente, el objeto de este artículo es examinar desde la literatura, cómo son entendidos los procesos de innovación dentro de los Fab Lab. Se aplicó el método PRISMA para la revisión sistemática con el objetivo de proponer una matriz que categoriza y permite comprender los enfoques y componentes asociados a procesos de innovación dentro de los Fab-Lab.

Palavras-chave: Sistemas de aprendizaje, Laboratorios de colaboración, Talleres de educación, Tecnología.

Abstract

During the last decade, Fab-Labs have emerged as an alternative to traditional design workshops. They incorporate new digital technologies in design that optimize their processes and implement new collaborative work methods associated with co-design. However, in the Latin American context, it has not been verified how they have been implemented and what are the real contributions and challenges that these spaces have in innovation processes. Therefore, the purpose of this article is to examine, from the literature, how innovation processes are understood within Fab Labs. The PRISMA method was applied for the systematic review to propose a matrix that categorizes and allows understanding the approaches and components associated with innovation processes within Fab Labs.

Keywords: Learning systems, Collaborative laboratories, Educational workshops, Technology.

¹ Universidad Católica de Colombia, <https://orcid.org/0000-0001-5717-3672>, cdmayorga@ucatolica.edu.co

² Universidad Católica de Colombia, <https://orcid.org/0000-0001-6455-9178>, mccastellanos@ucatolica.edu.co

³ Universidad Católica de Colombia, <https://orcid.org/0000-0002-9019-961X>, racubillos@ucatolica.edu.co

INTRODUCCIÓN

La problemática acerca de la “Crisis” de la Arquitectura parece estar ligada al papel que tienen los Diseñadores en la sociedad contemporánea. Así, Leguizamón considera que una de las principales causas radica en la “pérdida de significado, el olvido de la experiencia arquitectónica, la estetización (...) y la instrumentalización -la función como única razón de ser de la arquitectura-” (1, p. 9). Por otra parte, para Rodríguez-Ibarra el problema se debe a la baja innovación de nuevas tecnologías en la formación del arquitecto (2). Situación que no resulta coherente con la complejidad actual que exige trabajo colaborativo, multidisciplinar con gestión íntegra de información y conocimiento.

En este orden de ideas, ante los cambios que trae la Cuarta Revolución Industrial, es necesario no perder aquellas habilidades y competencias que nos hacen más humanos: la creatividad, empatía, resiliencia, pensamiento crítico (3). Pero también, desarrollar aquellas que permitan llevar a cabo métodos de trabajo colaborativos e incorporar nuevas tecnologías en los procesos de Diseño pues según Branzi “La fábrica postfordista parece confiar en las nuevas tecnologías y los nuevos materiales, el papel de abrir nuevas dimensiones a la democracia” (4, p. 15).

En este contexto, durante las últimas décadas, los laboratorios de fabricación digital han surgido como una alternativa a los procesos de diseño tradicionales (5). Donde los Fab-Lab plantean establecer un cambio de paradigma sobre la brecha digital asociada con la producción de prototipos con nuevas tecnologías y un medio ambiente artificial adecuado para diseñar, esto de acuerdo con Gershenfeld (6). Así como en su proceso de transferencia (divulgación e impacto), ya que incentiva el conocimiento compartido de manera abierta y libre (7).

Aunque, los Fab-Lab comparten características similares con otros laboratorios (TechShops, HackerSpaces y MakerSpace) que impulsan la innovación perteneciente al “movimiento Maker” (8), se diferencian de ellos en contribuir a la innovación en la interfase ciencia-sociedad y en hacer parte de una red global (9-12). Esto pues, desde el punto de vista de su impacto, fueron creados por el MIT en una estructura académica, como espacios sin ánimo de lucro donde los estudiantes podrían “crear casi todo”. El interés prima en la solución de problemáticas de cualquier índole enmarcadas en un contexto local.

De esta manera, se inicia en la academia una transición de los talleres de maquetas a talleres de fabricación digital. Esto conlleva a la creación de un inventario común de maquinaria que se comparte mediante la red constituida por el Fab Charter (5, 13). La cual, hace posible una retroalimentación colectiva en los procesos de diseño entre varias instituciones, democratizando la participación e innovación.

Si bien, estos espacios se han venido implementado de manera exitosa en el contexto europeo y norte americano, donde se han generado iniciativas desde el gobierno, empresas, universidades y entre países. En el contexto latinoamericano, en su implementación han surgido variaciones y nuevas alternativas del modelo creado por el MIT. Asimismo, muchos de estos laboratorios, al depender de la financiación privada han dejado de funcionar, debido a factores “como la difusión de impresoras 3D para uso doméstico y

personal, la prestación de servicios similares por parte de otras empresas y los costos de mantenimiento y operación” (14). Esto plantea una discusión, ya que se desconocen los retos a los que se enfrentan estos espacios en un contexto latinoamericano, su apropiación e impacto en la sociedad; así como su alcance relacionado con procesos de innovación.

Entonces, es necesario examinar cómo han sido entendidos los procesos de innovación dentro de los Fab-Lab desde la literatura para crear una matriz que permita categorizar los enfoques y componentes relacionados con los procesos de innovación

METODOLOGÍA

La metodología implementada parte de una revisión bibliográfica mediante el método Prisma y se analizan sus datos mediante el software VOSviewer.

El método prisma consta de cuatro etapas: 1. Identification, 2. Screening, 3. Eligibility y 4. Included (15) las cuales permiten incorporar “varios aspectos conceptuales y metodológicos” (16, p. 508). Este tipo de revisión permite de manera simultánea evaluar e identificar el nivel, calidad, metodología, utilidad y pertinencia de las investigaciones realizadas.

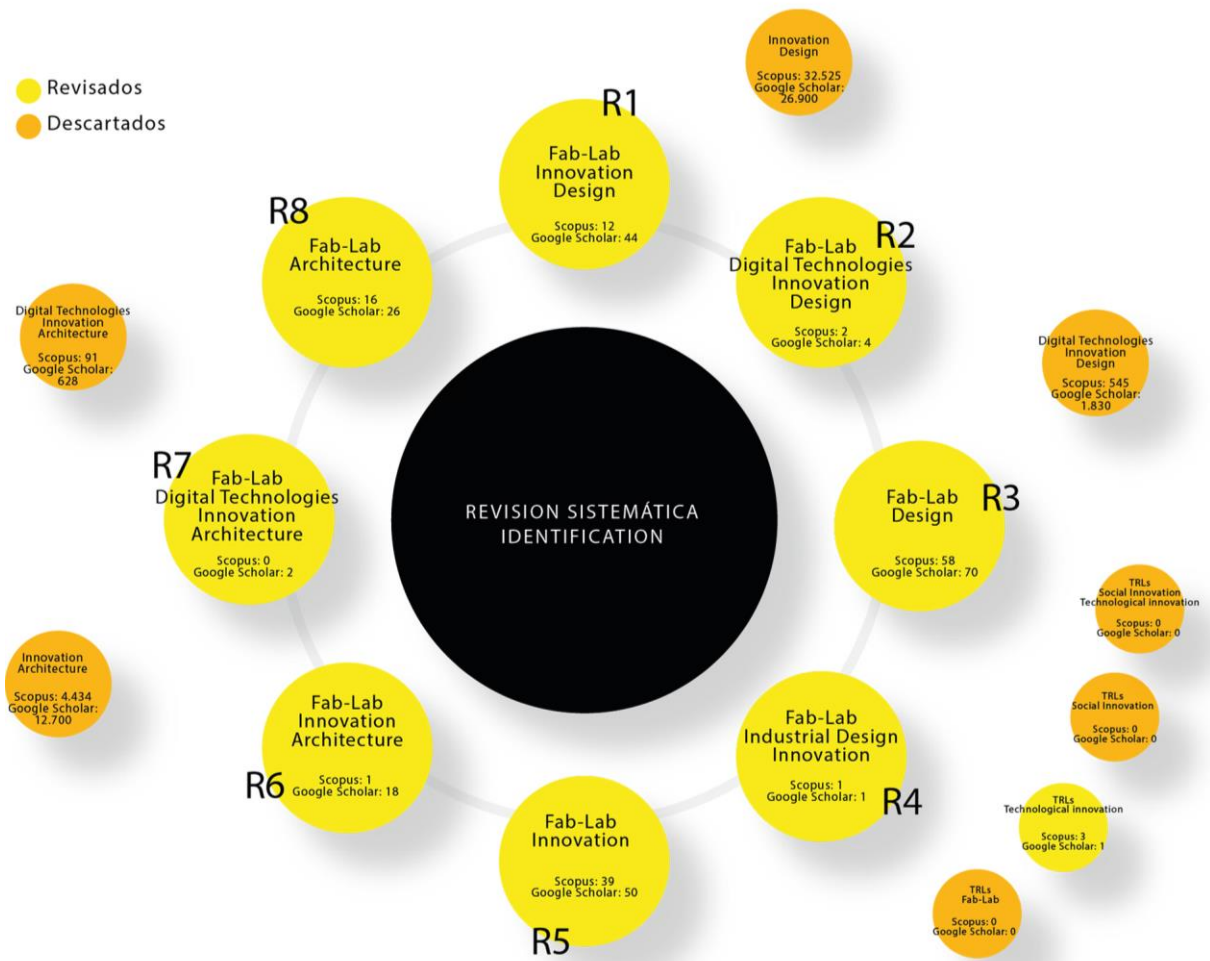
En este sentido, la búsqueda de información estructurada se llevó a cabo en la base de datos Scopus. Sin embargo, se recurrió a Google Scholar, como otra fuente para obtener un panorama más completo de la producción científica a nivel mundial. Para esto, se estableció como criterio de selección las publicaciones realizadas durante los últimos cinco años (2018 – 2022).

IDENTIFICATION

En primera instancia, se llevó a cabo un total de 12 revisiones combinando los tres constructos principales en la investigación (Fab-Lab, Innovation, Design) y tres constructos adicionales (Digital Technologies, Industrial Design, Architecture). Posteriormente, consecuencia de las primeras revisiones y la poca información relacionada con los procesos de innovación dentro de los Fab-Lab, se añadieron a la búsqueda tres constructos (TRLs, Social Innovation, Technological innovation). Esto dio como resultado un total de 4 revisiones que complementan la búsqueda principal.

Por otro lado, de las 12 revisiones iniciales se descartaron cuatro combinaciones: (Innovation, Design) (Digital Technologies, Innovation, Design) (Innovation, Architecture), (Digital Technologies, Innovation, Architecture), debido a que tienen como resultado una gran cantidad de artículos que no se relacionan directamente con los objetivos de la investigación. De la misma manera, de las 4 revisiones que se realizaron posteriormente, se descartan tres: (TRLs, Social Innovation, Technological innovation), (TRLs, Social Innovation) y (TRLs, Fab-lab) al no arrojar resultados (Figura 1)

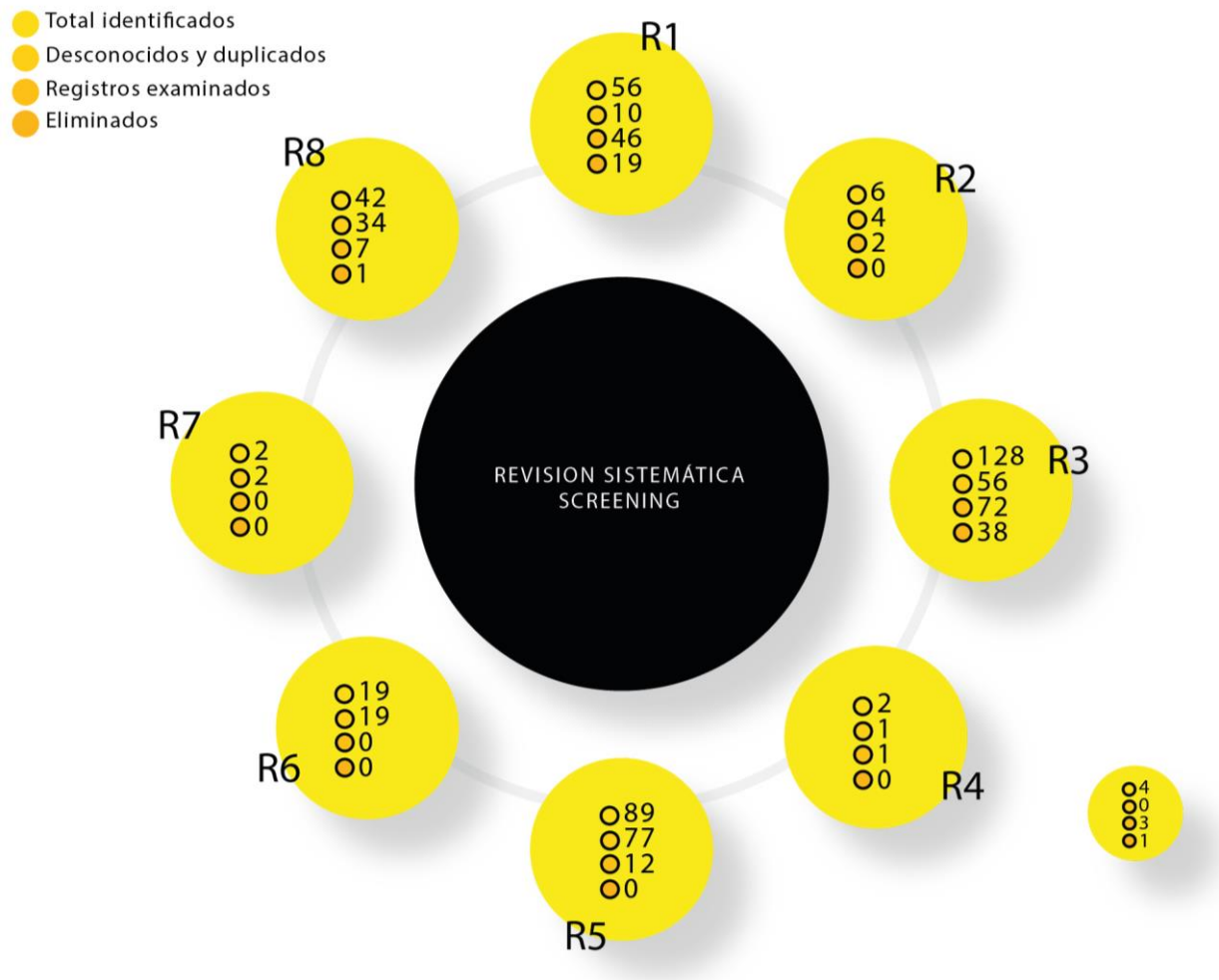
Figura 1: Identificación, revisiones realizadas



SCREENING

Durante el Screening o Investigación se examinaron los documentos encontrados en las 8 revisiones iniciales y las 2 posteriores, donde se realiza un primer filtro descartando documentos duplicados en las dos bases de datos (Scopus y Google Scholar), así como trabajos de tesis. En el segundo filtro, se extraen documentos resultantes de este primero de acuerdo con su pertinencia con los propósitos de la investigación (Figura 2). Algunos de estos artículos están enfocados en procesos de diseño ajenos al tema principal del Fab-Lab y a los procesos de innovación social / tecnológica que son de interés para los autores.

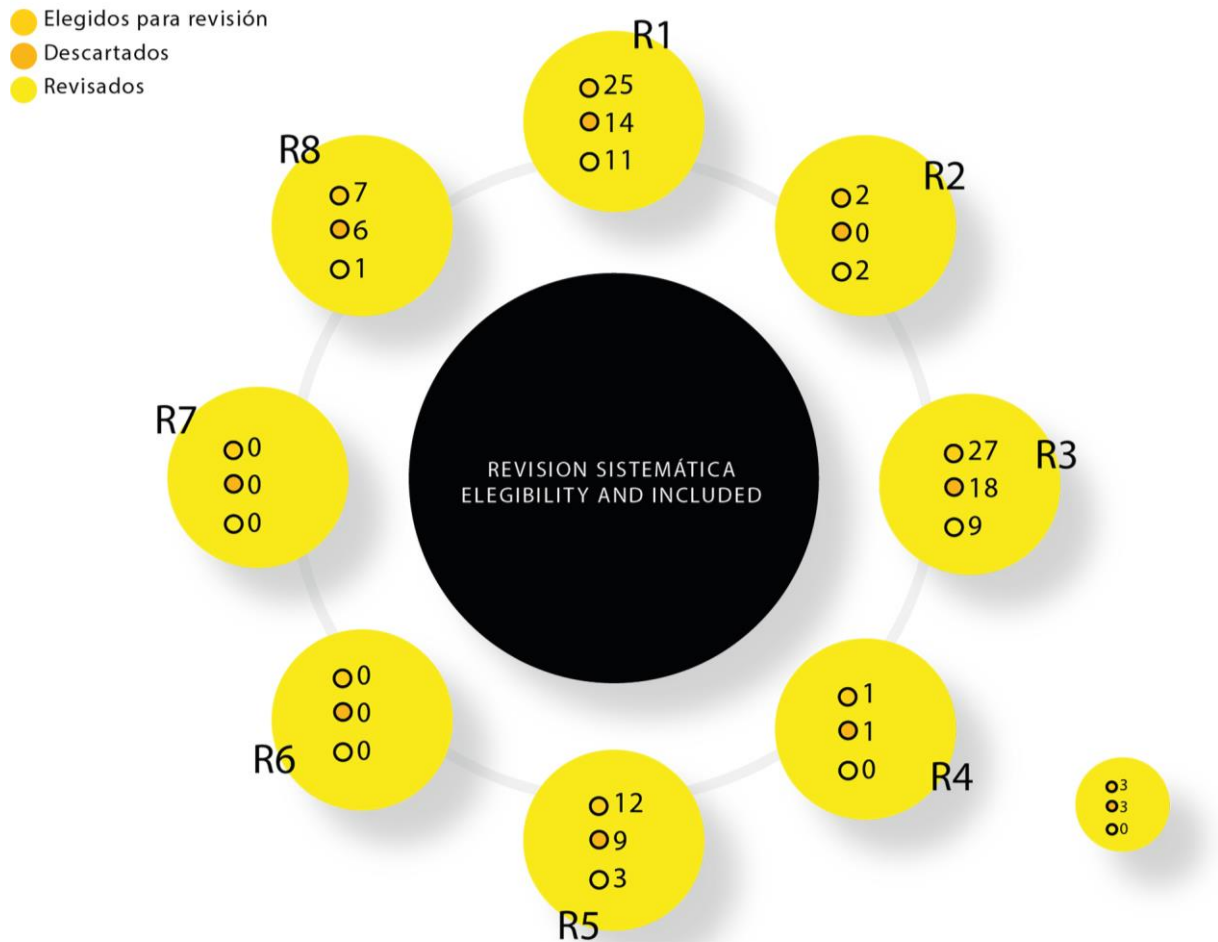
Figura 2: Screening



ELEGIBILITY – INCLUDED

Luego de registrados y examinados estos resultados, se realiza la elegibilidad, contando con 96 artículos para su revisión de texto completo (53 de acceso abierto y 43 que no son de acceso abierto). Durante esta etapa, se revisa el recurso de acceso abierto, y debido al tiempo de desarrollo se realiza un tercer filtro a la documentación de acceso cerrado para su respectiva revisión. En el proceso de elegibilidad de los artículos encontrados, en primera instancia se revisan los títulos y resúmenes de los recursos de acceso abierto para determinar cuáles de estos se revisan a profundidad (Figura 3). Posteriormente, se hace un tercer filtro a la documentación de acceso cerrado, donde de igual forma se analiza el título y abstract de acuerdo con los objetivos del proyecto y así determinar los documentos adecuados para su respectivo estudio.

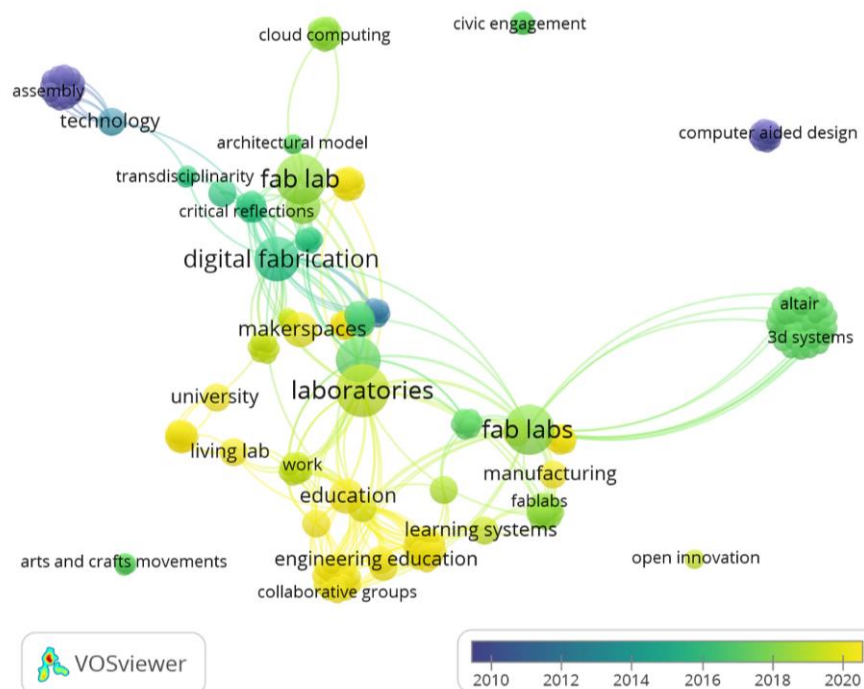
Figura 3: Elegibility – Included



Al relacionar los datos con el programa VOSviewer 1.6.20, se evidenció que las sub-áreas del conocimiento donde más se desarrolla el tema son: Ingeniería, Artes y Humanidades, y Ciencias Sociales y que no se han desarrollado estudios del tema en países latinoamericanos. Por otra parte, en la Figura 4 se evidencian las relaciones más relevantes entre los constructos Fab-Lab e innovación que son: tecnología, fabricación digital y sustentabilidad. Asimismo, que hay clústers donde abordan temas relacionados con la colaboración Fab-Lab y educación, siendo este último el tema de mayor interés en los últimos años (2019-2020).

De igual forma, se hace evidente que, en la última década, estos laboratorios han experimentado una creciente aceptación y han adquirido relevancia no solo en las áreas del conocimiento de las artes e ingeniería, al ser focos de atención para la creación de prototipos y la implementación de tecnologías digitales, asociadas con nuevas herramientas de manufactura aditiva: impresión 3d y/o de manufactura sustractiva: Router y corte laser, las cuales son del interés en disciplinas como la informática y la electrónica; sino también, en áreas del conocimiento vinculadas con las dinámicas sociales al promover una filosofía de acceso abierto y un enfoque hacia la resolución de problemáticas en entornos locales.

Figura 4: Relaciones de constructos y temas relacionados



Es decir, la orientación de estos laboratorios hacia una filosofía de acceso abierto al conocimiento y la tecnología impulsa procesos de co-diseño mediante la colaboración inter y multidisciplinaria. Esta filosofía, al utilizar las nuevas tecnologías digitales para abordar desafíos locales, ha generado impactos sociales, mediante el desarrollando procesos de innovación tanto tecnológicos como sociales.

Por esta razón, al examinar los clústeres, se evidencia que el interés por estos espacios comienza con la comprensión de la implementación y el uso de las nuevas tecnologías digitales asociadas a la 4ta revolución industrial. Sin embargo, en los últimos cinco años, las investigaciones se han enfocado en la comprensión de las dinámicas pedagógicas asociadas a los procesos colaborativos, las alianzas que se pueden generar entre la academia, el estado y la comunidad, así como su relación con la innovación abierta.

FAB-LAB EN LA LITERATURA

Los Fab-Lab son “places where an object can be produced, from its first idea to its digitalisation to its final materialisation” de acuerdo con Büching (7, p. 2) Son laboratorios de experimentación (7, 17) donde casi todo puede ser producido, y donde se empodera para educar y crear (18, 19). Siendo espacios que convocan a personas interesadas en la tecnología y educación para interactuar con las dinámicas relacionadas a las llamadas tecnologías digitales. De esta forma, los Fab-Lab mediante las dinámicas de concepción e innovación entre ciencia y sociedad (20) funcionan bajo metodologías de co-working (21).

Entonces, son entornos bien equipados que generan nuevas interacciones y brindan acceso abierto tecnológico a la sociedad mediante la integración de diversos actores. Así, estos ambientes de co-concepción heterogéneos

permiten una doble renovación en la participación. Es decir, desde la participación democrática y el empoderamiento de los individuos, garantiza que se satisfagan y solucionen problemas reales cotidianos, obteniendo como resultado productos dentro de un ecosistema local (6, 20, 22)

Dentro de sus procesos de fabricación buscan manejar el desarrollo de proyectos sostenibles ya que, se convierten en talleres destinados al reciclaje, reutilización, reparación y re-fabricación. Consolidando un ecosistema centrado en las personas a partir de los 4 pilares de la sostenibilidad: ambiental, económico, social y cultural (7, 23). Donde se desarrollan prototipos, cuya finalidad radica en facilitar aspectos en el post-consumo mediante la economía y el consumo colaborativo.

Así los “Fab Labs provide open access to technologies and workshops to encourage free knowledge-sharing” (7, p. 2), fomentando la innovación abierta, y empoderando la educación para crear en múltiples campos.

En este sentido, la democratización de la participación se traduce en la democratización de la innovación. Donde gracias a la filosofía de “open source” y por medio de la red de Fab-Labs, se tiene acceso a información, datos, herramientas, que permite la fabricación a nivel mundial y como consecuencia, se obtiene el desarrollo de productos eficientes.

En este orden de ideas, la participación e innovación dentro de los Fab-Lab, además de conceder, replicar y crear proyectos y productos, les otorga a los usuarios la sensación de pertenecer a una comunidad global (9). Este desarrollo tecnológico abierto que se gesta en estos laboratorios contribuye en la concepción de ciudad y ciudadanía, por lo que el aumento en su implementación, “will change the way cities are inhabited and how we interact with them” (24, p. 465). Sin dejar de mencionar que es un espacio que educa a la sociedad con una mentalidad de auto creación basada en un ecosistema local, alejado del consumismo global y el desperdicio que este puede generar. Por consiguiente, los procesos de innovación dentro de un Fab-Lab se pueden ver desde dos miradas: una perspectiva social y otra tecnológica.

LA PERSPECTIVA SOCIAL DEL FAB-LAB

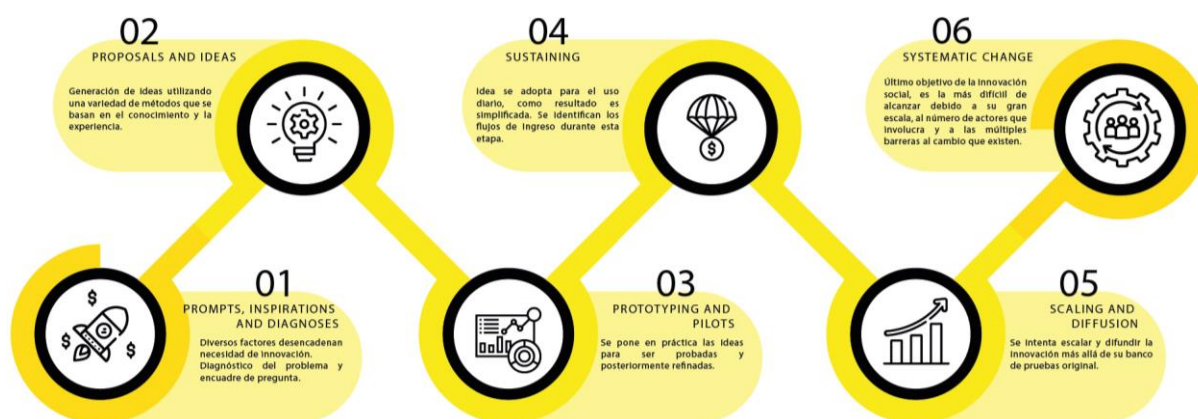
Al referirnos a la innovación social, esta es intencionada y planificada, de lo contrario se habla de un cambio social (25) y a diferencia del emprendimiento social, no implica la rentabilidad en el proceso como una necesidad (26). Por esta razón, Rayna (12) menciona que los Fab-Lab, en esencia deben ser espacios formulados bajo el concepto de innovación abierta. La cual, tiene como objeto dar respuesta a problemáticas propias de un entorno local a través de la cooperación social. Generando un impacto en tres posibles niveles: “individual (micro), organisational (meso) and regional / national (macro)” (12, p. 384).

Por otra parte, medir su impacto depende de varios aspectos, entre los que se encuentran: el tipo de Fab-Lab; el objetivo por el cual es creado y su estructura organizacional; los recursos que garantizan su sostenibilidad en el tiempo; los equipos e infraestructura disponible; su contexto geográfico y el acceso que brinda a la comunidad. Sin embargo, en relación con este último, se resalta el carácter abierto como un potencial que tienen estos espacios para impulsar la innovación social. Ya que “one of the reasons why social

innovations fail is the absence of networks” (27, p. 385). En este sentido, los procesos de innovación social dentro de un Fab-Lab están asociados al funcionamiento de la Red.

Comprendiendo que la red funciona bajo una filosofía de “open source”. Que cuenta con un enfoque que fomenta nuevas formas de cooperación social en los procesos de diseño como el *co-diseño* (28). Y donde su mecanismo para llevar a cabo la transferencia (divulgación e impacto) es por medio del Fab Charter. De esta forma, los tres componentes conforman un ecosistema controlado, donde se pueden llevar a cabo las seis etapas propuestas por Murray (29) para generar innovación social (Figura 5)

Figura 5: Etapas para generar innovación social



Por otra parte, los Fab-Lab son "talleres" donde la creatividad y la fabricación convergen para conformar espacios para socializar y compartir cultura (7, 22, 28). Entonces, el co-diseño no se interpreta solamente bajo la mirada tradicional, donde un equipo de trabajo se reúne de forma sincrónica para poner en marcha iniciativas de diseño, sino que este se puede dar de formas diferentes (30, 31). En este sentido, el co-diseño puede darse de manera asincrónica y sin intermediarios, donde el trabajo conjunto permite resultados que serían imposibles de alcanzar de manera individual. Propiciando relaciones basadas en sistemas de comunicación e información que están centrados en las personas y en su valor colectivo, puesto que se "crea una relación directa entre las personas, sus recursos disponibles, usuarios e infraestructuras digitales" (23, p. 345).

Esto conlleva a un diseño participativo que puede llegar a involucrar actores heterogéneos, donde sus dinámicas conforman diferentes vínculos entre individuos y comunidades. Siendo este el componente más importante dentro de la estructura de la red. Es decir, convierte al usuario en la principal fuente de innovación, en un contexto donde

Los desafíos del mundo actual no requieren de una pequeña élite intelectual capaz de modificar lo natural mediante su creación artificial, sino que todas las personas que así lo deseen deberían poder hacerlo, y para ello, es necesario impulsar estructuras habilitadoras que permitan la innovación universal (6, p. 16)

Por lo cual, propician un cambio de paradigma en la estructura organizacional de los laboratorios de innovación hacia una metodología bottom-up (6, 7, 12,

17). Ahora, el impacto social (directo) de la innovación abierta en un Fab-Lab probablemente está relacionado con el aumento de las actividades innovadoras llevadas a cabo por individuos (12). El cual se traduce en acelerar el proceso de innovación a partir de su apropiación.

LA PERSPECTIVA TECNOLÓGICA DEL FAB-LAB

De acuerdo con la Real Academia Española la innovación radica en la creación o modificación de un producto y su introducción al mercado. Por lo tanto, la innovación resulta ser un proceso donde se generan nuevos acuerdos entre diversos actores, que estimule, apoye y favorezca la cooperación y transferencia. (32, 33). Esto a partir del concepto de co-evolución fomentado por el conocimiento especializado para el desarrollo de una perspectiva de conocimiento social.

Según Polanyi (33) corresponde al arraigo social que se genera por medio de la acción de creación de conocimiento a partir del contexto social, cultural e histórico. Es decir, la innovación se desarrolla de acuerdo con las condiciones y requerimientos particulares de un grupo social. Y es por esto por lo que para Schumpeter (34) la innovación sólo está completa siempre que se cumpla una transacción comercial, es decir genere riqueza. En este sentido, las cadenas de producción y mercado de productos sirven como propulsores de innovación, siempre que la innovación es vista como una estrategia que reacciona al mercado.

Es así como, la innovación tecnológica resulta ser el proceso por el cual un “ente” público o privado crea o modifica un producto, servicio o proceso mediante los recursos tecnológicos y garantiza su “transferencia” o inserción en el mercado. Por otra parte, estos procesos de innovación se miden por medio de los Niveles de Madurez Tecnológica TRL (TECHNOLOGY READINESS LEVELS), determinando el nivel de avance de un proyecto desde su concepción hasta su desarrollo. Así, “se consideran 9 niveles que se extienden desde los principios básicos de la nueva tecnología hasta llegar a sus pruebas con éxito en un entorno real” (35, p. 165). Donde los TRL 1 - 3 son las etapas que abordan proyectos y tecnologías en nivel básico de conceptualización, los TRL 4 - 7, en una fase de desarrollo y validación y del TRL 8 - 9 tecnologías maduras y probadas en contextos reales.

En este orden de ideas, los Fab-Lab son resultado del diálogo constante entre las necesidades de la comunidad civil y científica por medio de las tecnologías digitales. Generando procesos de innovación tecnológica, que acorde a los TRL, se evalúan a partir del desarrollo de prototipos físicos a escala 1:1 o intangibles (algoritmos) en constante desarrollo (TRL 4 - 6). Pero también, al involucrar en el proceso de diseño a la comunidad y solucionar situaciones de su entorno, se establece un vínculo directo óptimo para realizar su transferencia, garantizando su validación en territorio para ser comercializado y reproducido (TRL 7 - 9).

En relación con los TRL 4 - 6. Los Fab-Lab desarrollan procesos de Fabricación digital que no están enfocados únicamente en la creación de objetos, sino también en la construcción de su algoritmo (5, 6, 9, 31, 36). Siendo posible, consolidar procesos de innovación tecnológica relacionados con la mejora continua de un proceso que se sube a la nube, bien sea para facilitar la labor de aprendizaje de futuros alumnos o evolucionar en una idea

que se encuentre en una etapa de incubación. Así como, la réplica o adaptación de un prototipo genérico a entornos locales.

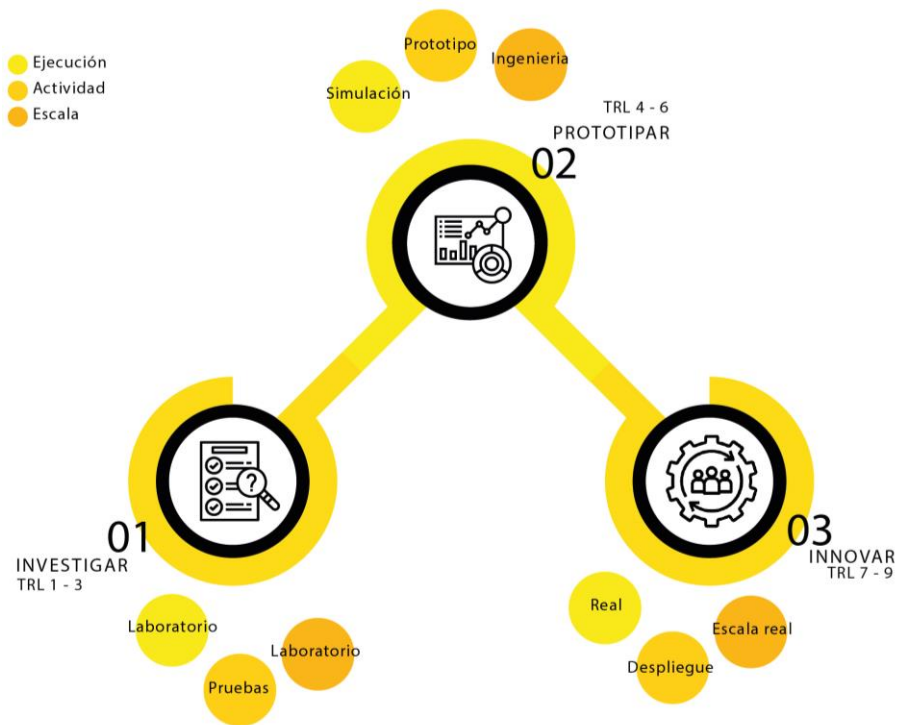
Por otra parte, los procesos de desarrollo tecnológico para clasificarse como innovación deben contemplar su validación en territorio, transferencia, inclusión y viabilidad en el mercado (TRL 7 - 9). Para esto, la innovación tecnológica debe ser vista desde tres perspectivas y a partir de tres dimensiones, donde se evalúa la innovación a partir de la estructura del mercado (sistema nacional de innovación), la creación (acumulación tecnológica) y la interrelación de actores (triple hélice) según el territorio, las acciones y los participantes (33)

En este orden de ideas, los procesos de innovación son fases de interacción y retroalimentación que se gestan de manera diferente, dependiendo del contexto geográfico. De esta forma, la innovación a nivel general se logra desarrollar por medio de políticas públicas, donde se debe velar por estructuras competitivas y dinámicas. Estas deben contar con un enfoque de creación y difusión de conocimientos, garantizando un saber especializado y la capacidad tecnológica. Sin dejar de lado la importancia de la interacción, cooperación y articulación entre el gobierno, la empresa y universidades para garantizar la investigación científica y tecnológica.

De esta forma, dentro de los Fab-lab la transferencia (TRL 7 - 9) se da a partir de la red global Fab Charter, brindando soporte operativo, técnico, educativo, financiero y logístico (13, 37). La cual genera cadenas de valor por medio de las relaciones heterogéneas que surgen de la búsqueda para solucionar una necesidad específica. Siempre entendiendo que el proceso de fabricación de un Fab-Lab no implica únicamente la repetición de un producto, sino una oposición para generar diferencia y la constante retroalimentación de un producto acorde a un contexto local, de acuerdo con Latour y Lépinay (6). Así, estos espacios son considerados innovadores que constituyen un sistema organizativo, facilitando procesos de desarrollo, creación y transformación en entornos exclusivos, creativos y de alta tecnología.

Por consiguiente, las dinámicas desarrolladas en estos laboratorios deben constar de 3 etapas: 1. Investigación / investigar, 2. Desarrollo / prototipar, 3. Innovación / compartir el descubrimiento (5, 35) (Figura 6). Donde el producto final fabricado debe poder ser comercializado y por lo tanto aceptado por la comunidad objetivo. Garantizando la innovación abierta, donde se empodera a la sociedad para educar y crear.

Figura 6: Etapas para generar innovación tecnológica



RESULTADOS

A partir de la revisión sistemática realizada, se hace evidente la estrecha relación entre los Fab-Lab y la innovación, siendo estos los dos conceptos relevantes para comprender su impacto. De esta forma se desglosan los enfoques y principales componentes que comprenden cada uno de ellos. El proceso de categorización y síntesis se unifica en una matriz conceptual que se presentará en los siguientes apartados.

ENFOQUES PRINCIPALES DE LOS CONCEPTOS FAB-LAB E INNOVACIÓN

Según lo mencionado por los autores en la revisión literaria, respecto al concepto "Fab-Lab" se relacionan 4 enfoques principales: Ideología, Espacio físico, Facilitadores y Makers. Mientras que, en relación con la "Innovación" se identifican dos enfoques principales: Innovación Social e Innovación tecnológica.

La Figura 7 muestra la síntesis de los conceptos abordados por los autores en sus trabajos. Se puede observar que el mayor interés de los autores sobre el Fab-Lab, está relacionado con su ideología y los procesos de innovación acorde a una perspectiva social, donde se identifican 30 artículos que abordan temas relacionados con la perspectiva social del Fab-Lab y 27 de la ideología del Fab-Lab. Asimismo, los enfoques menos estudiados son los Facilitadores y los Makers, encontrando 7 artículos que abordan temas relacionados con los Facilitadores y 3 con los Makers. Por último, autores como Sánchez (2019) y Schmitd (2019) abordan de forma transversal los enfoques relacionados con el Fab-Lab mientras que, Fleischmann (2016)

aborda los de la innovación. Mostrando una tendencia, que deja entre ver el impacto social que pueden tener estos espacios en un contexto local y el interés de varios autores por comprender sus alcances.

Figura 7: Síntesis conceptos abordados por autores en sus trabajos



FAB-LAB / IDEOLOGÍA

Los principales componentes que integran la ideología de los Fab-Lab se categorizan en: Misión y Visión. Dentro de la misión o razón de ser de los Fab-Lab son los más predominantes: ser un laboratorio de experimentación, hacer parte de la red Fab Charter, generar procesos estandarizados e involucrar actores heterogéneos en el proceso de diseño. Mientras que, en la visión u objetivos a desarrollar, los componentes más relevantes son consolidar espacios de acceso abierto y fomentar la cultura, ser un dinamizador local.

Estos componentes resaltan su estructura inflexible en relación con su implementación en un territorio, la cual está pensada en función de garantizar un espacio democrático que fomente la cultura local, el conocimiento compartido y que cualquier persona pueda hacer uso de este.

FAB-LAB / ESPACIO FÍSICO

Los principales componentes que integran el espacio físico de los Fab-Lab se categorizan en: Normativa dentro del espacio físico y Herramienta a emplear en el espacio físico. Dentro de las normativas del espacio físico, se observa que debe ser un espacio óptimo para la experimentación, organizado para facilitar actividades individuales / colectivas y ser capaz de transformarse en el tiempo a nuevas dinámicas. Por otra parte, las herramientas a emplear en el espacio físico, destaca la implementación de la cortadora Láser, el cortador de vinilo, fresadoras de precisión y la CNC Router; asimismo como la implementación de software especializados.

Estos componentes evidencian que el espacio físico de un Fab-Lab debe ser adaptativo y flexible. En él converge la constante renovación tecnológica e incorporación de nuevas dinámicas, acorde a su carácter experimental y sus actores heterogéneos.

FAB-LAB / MAKERS

Los dos componentes más relevantes que hacen parte del Makers son: los Usuarios y Actores heterogéneos. Estos componentes muestran los diferentes usuarios que pueden estar involucrados en las actividades de un Fab-Lab, siendo ellos docentes, estudiantes e investigadores pertenecientes a un entorno académico, pero también, miembros de una comunidad. Por otro lado, los actores que pueden estructurar un Fab-Lab pueden ser de ámbito académico, empresarial y gubernamental, garantizando un ecosistema donde se puede garantizar la transferencia del conocimiento acorde a necesidades particulares.

INNOVACIÓN / TECNOLOGÍA

Dentro de la innovación tecnológica, se observa la implementación de tecnologías digitales, la democratización de la tecnología a partir de la innovación abierta, el prototipado, entendiendo este como un producto físico o intangible “algorítmico”, y la construcción de un ecosistema que contempla los niveles de madurez tecnológica: investigar, prototipar e innovar.

Estos componentes evidencian un énfasis en la etapa de desarrollo, donde el impacto del Fab-Lab está en generar prototipos. Basados en un método que fomenta la experimentación y los procesos de diseño colaborativos (co-diseño). Permitiendo el acceso abierto del conocimiento para la evolución y constante retroalimentación de una idea en incubación hacia su aceptación e incorporación en el mercado.

INNOVACIÓN / SOCIAL

Dentro de la innovación social, se resaltan componentes como la democratización de la participación a partir de la innovación abierta,

consolidar los laboratorios sin ánimo de lucro, un enfoque social que busca resolver problemáticas en contextos locales, la implementación de métodos colaborativos: co-diseño y co-working y el usuario como principal componente de innovación.

Estos componentes resaltan el compromiso que tienen estos espacios para transformar dinámicas sociales y servir como mediadores en la resolución de problemas de un contexto local. Por esta razón autores enfatizan que parte de su formulación e implementación en el territorio (misión y visión) debe ser planificada para garantizar el acceso de cualquier persona interesada en hacer uso de sus instalaciones, garantizando la democratización de la participación. A Continuación, se muestra la matriz Figura 8 que sintetiza los conceptos, enfoques y componentes enunciados anteriormente.

Figura 8: Síntesis conceptos, enfoques y componentes propuestos en la matriz



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Una de las principales motivaciones de esta investigación radica en la situación que vive la profesión del arquitecto y su papel de diseñadores en la sociedad contemporánea, donde la evolución de los talleres de arquitectura a laboratorios de fabricación, implementando nuevas tecnologías y metodologías de trabajo colaborativo, presentan un panorama favorable para la profesión.

Este análisis de literatura se llevó a cabo con el propósito de proporcionar una visión general sobre los enfoques y componentes relacionados con los procesos de innovación dentro de un Fab-Lab. Permitiendo, comprender aspectos esenciales en relación con su conformación y su potencial para generar procesos innovadores en relación con la interface tecnología / sociedad.

Con base en el análisis se evidencia que no existen estudios sobre los Fab-Lab en el panorama latinoamericano, siendo este, un campo exploratorio donde se pueden surgir futuras investigaciones. donde es importante comprender cómo estos conceptos, enfoques y componentes se traslapan en un contexto latinoamericano. Si bien, varios autores enfatizan en el potencial que tienen estos espacios acordes a una mirada europea, es necesario contemplar las transformaciones que pueden tener estos espacios para adaptarse a las necesidades, retos y desafíos que implica su implementación en países subdesarrollados. Donde, por ejemplo, en muchos casos son espacios creados por instituciones académicas privadas que no cuentan con un beneficio financiero por parte del estado.

Para finalizar, el análisis también permitió observar cómo la innovación en estos espacios se ha venido estudiando desde una perspectiva tecnológica y social, siendo un nicho poco explorado la innovación abierta en los Fab-Lab. Asimismo, se determinó que hay una tendencia enfocada en comprender su perspectiva pedagógica, desde el constructo educación, asociada al aprendizaje computacional y el trabajo colaborativo.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo es producto de la investigación: El Fab-Lab como instrumento que impulsa la innovación en el proceso de diseño, la cual está adscrita a la línea de investigación Diseño integrativo, hábitat y proyecto del Grupo de investigación Hábitat Sustentable, Diseño Integrativo y Complejidad de la Facultad de Diseño de la Universidad Católica de Colombia.

REFERENCIAS

1. LEGUIZAMÓN SARMIENTO, Juan Pablo. *La atmósfera arquitectónica como experiencia de significado profundo*. Online. Maestría. Universidad de los Andes, 2016. <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/5b26638c-f4f6-4942-b7f0-acb97c06b8b0>
2. RODRÍGUEZ-IBARRA, Clara Inés. *El BIM desde el pensamiento reflexivo: hacia la formación integral de estudiantes de arquitectura*. Online. Doctorado. Universidad Santo Tomás, 2022. <https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/a8291be5-2624-49a8-a527-4544eedab4a6/content>

3. SOFÍA GARCÍA-BULLÉ. Edu Trends Credenciales Alternativas. *Tec de Monterrey-Observatorio de Innovación Educativa*. 2019.
<https://observatorio.tec.mx/credenciales-alternativas/>
4. BRANZI, Andrea. Design after design. *Interni*. 2015. Vol. 14, no. 15.
5. SANTOS ARIAS, Fabricio. De la Bauhaus al Fab Lab. La revolución digital del aprender haciendo. *Expresión Gráfica Arquitectónica*. Online. 2021. Vol. 26, p. 192–203. <https://doi.org/10.4995/ega.2007.10292>
6. MATUS, Maximino, COLOBRANS, Jordi and SERRA, Artur. Los fab lab o la programación del mundo físico: Entre el bricoleur y el bricoler. *Economía Creativa*. 2020. Vol. 13, p. 10–35. <https://doi.org/10.46840/ec.2020.13.01>
7. FLEISCHMANN, Katja, HIELSCHER, Sabine and MERRITT, Timothy. Making things in Fab Labs: a case study on sustainability and co-creation. *Digital Creativity*. 2016. Vol. 27, no. 2, p. 113–131.
<https://doi.org/10.1080/14626268.2015.1135809>
8. HERRERA, Pablo C, CAYCHO Ñ, Vaneza and VALENZUELA-ZIBIAUR, Macarena. Women in the Fab Lab ecosystem (2008-2021). *From Fab Academy to the Fab Lab Research Conferences. Proceedings of the Fab 16 Research Papers Stream*. 2021. p. 271–280. <https://zenodo.org/records/5169858>
9. FASOLI, Alessandra and TASSINARI, Silvio. Engaged by Design: The Role of Emerging Collaborative Infrastructures for Social Development. Roma Makers as A Case Study. *Design Journal*. 28 July 2017. Vol. 20, no. 1, p. S3121–S3133.
<https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352819>
10. RUIZ, Ricardo espinosa. el Fab lab como aula de aprendizaje transversa. *Actas de I Jornadas Nebrija de Transversalidad en la Docencia*. 2018. P. 40–45.
https://www.nebrija.com/vida_universitaria/servicios/pdf-publicaciones/actas-i-jornadas-transversalidad-docencia.pdf
11. MARTINAUD, Marie-Line, CAROLY, Sandrine, BARCELLINI, Flore and MARDON, Céline. Le Fab Lab, nouvelle forme d'organisation de l'innovation : quels enjeux pour l'ergonomie ? 53ème Congrès de la SELF. 2018. P. pp.218-224. <https://hal.science/hal-02005289v1>
12. RAYNA, Thierry and STRIUKOVA, Ludmila. Open social innovation dynamics and impact: exploratory study of a fab lab network. *R and D Management*. 2019. Vol. 49, no. 3, p. 383–395. <https://doi.org/10.1111/radm.12376>
13. ALÍA, C., OCAÑA, R., CAJA, J., MARESCA, P., MORENO-DÍAZ, C. and NARBÓN, J. J. Use of open manufacturing laboratories (Fab Labs) as a new trend in engineering education. In : *Procedia Manufacturing*. 2019. p. 938–943.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.018>
14. SCHEEREN, Rodrigo and SPERLING, David M. Beyond the “Fab Lab” model: design and other spaces of creation using digital fabrication technologies. 2020. P. 275–282. <https://doi.org/10.5151/sigradi2020-38>
15. MOHER, David, LIBERATI, Alessandro, TETZLAFF, Jennifer, ALTMAN, Douglas G. and THE PRISMA GROUP. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. July 2009.
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
16. URRÚTIA, Gerard and BONFILL, Xavier. PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Medicina Clinica*. 2010. Vol. 135, no. 11, p. 507–511.
<https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
17. SCHMIDT, Suntje. In the making: Open Creative Labs as an emerging topic in economic geography? *Geography Compass*. 2019. Vol. 13, no. 9, p. 1–16.
<https://doi.org/10.1111/gec3.12463>
18. CARVALHO, Matheus José de, PEREIRA, Natasha Sophie and CARVALHO, Antônio Alves de. Proposta de implementação de Fab Lab público na cidade de Anápolis-Goiás-Brasil. 2018. P. 25.
<http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/1481/1/PROPOSTA%20DE%20IMPLEMENTA%C3%87%C3%83O%20DE%20FAB%20LAB%20DE%20AN%C3%81POLIS%20GOI%C3%81S%20BRASIL.pdf>

19. DEMARCQ, Catherine. Quelles pratiques de médiation dans un Fab Lab ? *La Lettre de l'OCIM*. 2018. No. 177, p. 22–28. <https://doi.org/10.4000/ocim.2549>
20. DUARTE, Francisco, BÉGUIN, Pascal, PUEYO, Valérie and FRANCISCO DE PAULA, Antunes Lima. Innovative labs and co-design. 2019. Vol. 824, p. 1967–1971. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_206
21. GOROZHANINA, Elena, KONYUSHENKO, Svetlana, KALIMULLIN, Dilovar and MOVCHUN, Vasily. Visual laboratories and fab lab in the university. *opción*. 2019. Vol. 35, no. 23, p. 581–597. https://www.researchgate.net/publication/338954510_Visual_laboratories_and_fab_lab_in_the_university
22. TEDESCO, Silvia, MONTACCHINI, Elena and INSINNA, Loris. Experimenting with New Ways of Circular and Participatory Design: The Case Study of a Traditional Sicilian Architecture Transformed for Experiential Tourism. *Sustainability (Switzerland)*. 2022. Vol. 14, no. 3. <https://doi.org/10.3390/su14031360>
23. LARRAIN, Tomás Vivanco and YUAN, Philip. Digital Rurbanization: decolonizing Fab Labs. The case study of Fab Lab Austral in Puerto Williams, Chile. 2020. P. 343–348. <https://doi.org/10.5151/sigradi2020-47>
24. DIEZ, Tomas. Personal Fabrication: Fab Labs as Platforms for Citizen-Based Innovation, from Microcontrollers to Cities. *Nexus Network Journal*. 2012. Vol. 14, no. 3, p. 457–468. <https://doi.org/10.1007/s00004-012-0131-7>
25. HOWALDT, Jürgen and SCHWARZ, Michael. *Social Innovation – Social Challenges and Future Research Fields*. Berlin : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. ISBN 978-3-642-24502-2.
26. WESTLEY, Frances and ANTADZE, Nino. Making a Difference Strategies for Scaling Social Innovation for Greater Impact. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*. 2010. Vol. 15, no. 2, p. 19. <https://innovation.cc/document/2010-15-2-2-making-a-difference-strategies-for-scaling-social-innovation-for-greater-impact/>
27. MULGAN, Geoff, TUCKER, Simon, ALI, Rushanara and SANDERS, Ben. *social innovation what it is, why it matters and how it can be accelerated*. Online. University. London, 2007. <https://youngfoundation.org/wp-content/uploads/2012/10/Social-Innovation-what-it-is-why-it-matters-how-it-can-be-accelerated-March-2007.pdf>
28. ROMA, Annalisa di, MINENNA, Vincenzo and SCARCELLI, Alessandra. Fab Labs. New hubs for socialization and innovation. *Design Journal*. Online. 2017. Vol. 20, no. sup1, p. S3152–S3161. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352821>
29. MURRAY, Robin, CAULIER-GRICE, Julie and GEOFF, Murgan. *The open book of social innovation*. Online. NESTA and. London, 2010. <https://youngfoundation.org/wp-content/uploads/2012/10/The-Open-Book-of-Social-Innovationg.pdf>
30. MANZINI, Ezio. *Design, When Everybody Designs. An introduction to design for social innovation*. . London : Massachussetts Institute of Technology, 2015. ISBN 9780262028608.
31. SCATAGLINI, Sofia and BUSCIANTELLA-RICCI, Daniele. Fab the Knowledge. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2021. Vol. 240, p. 119–124. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2_16
32. SEGATTO-MENDES, Paula Andréa and MENDES, Nathan. Cooperação Tecnológica Universidade-Empresa para Eficiência Energética: un Estud de Caso. *Revista de Administração Contemporânea*. 2006. Vol. 10, p. 53–75. <https://doi.org/10.1590/s1415-65552006000500004>
33. BARBOSA DE SOUZA, Claudio Reynaldo, CRISTIANO JADER, Magalhães de Albuquerque and RENELSON RIBEIRO, Sampaio. Capítulo IX Inovação tecnológica: múltiplas perspectivas. In : *Empreendedorismo & Inovação*. Salvador : Editora IFBA, 2017. p. 217–248. ISBN 978-85-67562-18-6. <https://portal.ifba.edu.br/prpgi/editora/livros/multidisciplinar/MioloEmpreendedorismoelInovao.pdf>

34. OLIVEIRA, Danielle Teixeira, EDUARDO MANUEL, De Freitas Jorge and TUANE LISBOA, Silva Paixão. Capítulo XI o papel da propriedade intelectual na inovação tecnológica e no desenvolvimento de novos produtos. In : *Empreendedorismo & Inovação*. Online. Salvador : Editora IFBA, 2017. p. 265–278.
<https://portal.ifba.edu.br/prpgi/editora/livros/multidisciplinar/MioloEmpreendendorismoelnovao.pdf>
35. JUAN MIGUEL IBAÑEZ, de Aldecoa Quintana. Niveles de madurez de la tecnología. technology readiness levels. TRLS. *Economía industrial*. Online. 2014. Vol. 393, p. 165–171.
<https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/393/NOTAS.pdf>
36. AKTER, Nasrin. *System-Supported Instructor Feedback on the Students' Design and Prototyping Processes in Fab Lab Education Context*. Master. University of Oulu, 2020. <https://core.ac.uk/download/pdf/344911374.pdf>
37. THE FAB CHARTER. The Fab Charter. Online. October 2012.
[Accessed 10 November 2022]. <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/>

Submetido: 15/02/2023
Aceito: 27/03/2025