

<https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1560>

Artículos científicos

Laboratorios de Fabricación Digital (FabLab) y su implementación en educación básica. Una revisión sistemática

Digital Fabrication Laboratories (FabLab) and its implementation in basic education. A systematic review

Laboratórios de Fabricação Digital (FabLab) e sua implementação na educação básica. Uma revisão sistemática

Isaac Antonio Jarillo Aguilar

Universidad Rosario Castellanos, México

211pde21@rcastellanos.cdmx.gob.mx

<https://orcid.org/0000-0003-0044-0877>

Resumen

La revisión de literatura realizada en el presente estudio ofrece un panorama acerca de los Laboratorios de Fabricación Digital (FabLab) y cómo se han implementado en escuelas de educación inicial. El objetivo ha sido conocer qué se ha publicado sobre fabricación digital y educación básica durante los últimos 10 años en bases de datos especializadas. La metodología que se ha seguido implica los siguientes pasos: 1) Definición de los criterios de búsqueda, 2) Ejecución de la búsqueda y 3) Discusión de los resultados.

Para ello, se realizó una búsqueda documental en las bases de datos SCOPUS y Web of Science, aplicando un filtro para mostrar únicamente los artículos publicados entre los años 2012 y 2022. Como resultado, se han encontrado seis artículos que abordan temáticas al respecto, cinco de ellos fueron publicados en Europa y uno en Estados Unidos. De los cinco artículos europeos, solo uno de ellos fue publicado en un país de habla hispana, en este caso, España.

Los artículos coinciden en que hay aportes significativos al implementar FabLab en escuelas de educación básica, tales como desarrollar la creatividad e innovación de las alumnas y alumnos, enseñarles cómo producir sus propios objetos y productos, fomentar el trabajo en equipo y la colaboración. De igual manera, la mayor parte de estos estudios



mencionan que la información obtenida es un punto de partida para futuros proyectos que involucren acercar a las niñas y niños a la fabricación digital.

Palabras Clave: Fabricación digital, educación básica, revisión sistemática

Abstract

The literature review realized on this research offers a perspective about Digital Fabrication Laboratories (FabLab) and how they have been implemented at basic schools. The objective has been to know what has been published about digital fabrication and basic education though the last 10 years on specialized databases. The methodology that has been applied followed the next steps 1) Definition of the research criteria, 2) Search execution and 3) Results discussion. For that, it has been done documental research at SCOPUS and Web of Science databases applying a filter to show only articles that have been published between 2012 and 2022. As a result, it was found six articles about these topics, five of them were published at Europe and one at United States. From the five European articles, just one of them was published on a Spanish-speaking country, Spain.

The articles agree there are meaningful contributions when implementing FabLab at basic education schools, such as develop students' creativity and innovation, it teaches them how to produce their own objects and products, teamwork, and collaboration. As well, most of these investigations indicate obtained information is a starting point to future projects that involve approaching girls and boys to digital fabrication.

Keywords: Digital Fabrication, basic education, systematic review.

Resumo

A revisão da literatura realizada neste estudo oferece uma visão geral sobre os Laboratórios de Fabricação Digital (FabLab) e como eles têm sido implementados nas escolas de educação infantil. O objetivo foi conhecer o que foi publicado sobre manufatura digital e educação básica nos últimos 10 anos em bases de dados especializadas. A metodologia seguida implica os seguintes passos: 1) Definição dos critérios de pesquisa, 2) Execução da pesquisa e 3) Discussão dos resultados.

Para isso, foi realizada uma busca documental nas bases de dados SCOPUS e Web of Science, aplicando um filtro para mostrar apenas os artigos publicados entre os anos de 2012 e 2022. Como resultado, foram encontrados seis artigos que abordam temas nesse sentido,



cinco deles foram publicados na Europa e um nos Estados Unidos. Dos cinco artigos europeus, apenas um deles foi publicado em um país de língua espanhola, neste caso, a Espanha.

Os artigos concordam que há contribuições significativas ao implementar o FabLab nas escolas de educação básica, como desenvolver a criatividade e inovação dos alunos, ensiná-los a produzir seus próprios objetos e produtos, promover o trabalho em equipe e a colaboração. Da mesma forma, a maioria desses estudos menciona que as informações obtidas são um ponto de partida para projetos futuros que envolvam aproximar meninas e meninos da fabricação digital.

Palavras-chave: Manufatura digital, educação básica, revisão sistemática.

Fecha Recepción: Octubre 2022

Fecha Aceptación: Julio 2023

Introducción

El enfoque educativo STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, por sus siglas en inglés) puede influir significativamente en la práctica educativa. Es importante tomar en cuenta que el entorno profesional al que se enfrentarán los estudiantes en el futuro implica profesiones que aún no existen; por lo tanto, la actualización de las formas de acercar a los estudiantes al conocimiento debe ser una meta educativa (Husted et al., 2020).

Dentro de este ecosistema, uno de los proyectos más complejos son los Laboratorios de Fabricación Digital; sin embargo, su implementación sucede generalmente en niveles de Educación Superior y Posgrado. Por lo tanto, integrar un espacio similar en niveles de educación básica implica aventurarse en un terreno poco explorado.

Las raíces intelectuales de los FabLab están en el trabajo de Seymour Papert y sus colaboradores del Laboratorio de Medios del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés), quienes fueron pioneros en el campo de las tecnologías educativas. La perspectiva constructorista de Papert (la creencia de que los niños y niñas aprenden de forma más efectiva cuando construyen modelos y los comparten con sus pares) está en el corazón de los programas de los Laboratorios de Fabricación Digital (Blikstein et al., 2019).

El concepto de FabLab fue concebido a principios de los años 2000 en el laboratorio de medios del MIT por Neil Gershenfeld (en colaboración con Bakhtiar Mikhak) como un espacio creativo para estudiantes universitarios (Blikstein et al., 2019). Sin embargo, en los cinco años siguientes ha sido replicado con éxito en centros comunitarios y de emprendimiento.

De acuerdo con The Fab Foundation (2022), un FabLab se define como un espacio para jugar, crear, aprender, enseñar e inventar. Usualmente, un laboratorio de este tipo incluye los siguientes componentes:

- Una cortadora láser que cree estructuras en 2D y 3D
- Una impresora 3D
- Una fresadora CNC que pueda maquinar tarjetas para circuitos, partes de precisión y moldes para fundición.
- Un enrutador CNC para construir muebles.
- Un set de componentes electrónicos y herramientas de programación de bajo costo, además de microcontroladores de alta velocidad y circuitos para prototipado.

García Ruíz y Lena Acebo (2019) señalan que:

"Los FabLab son una realidad que presenta nuevas oportunidades a los usuarios y consumidores de convertirse en diseñadores y creadores de objetos de uso cotidiano. Pese a que ha sufrido un crecimiento espectacular en los últimos años, el movimiento FabLab, en parte debido a su juventud y a cierto alejamiento de los circuitos académicos al estar más relacionado con la cultura Maker y el movimiento Open-Source, ha sido poco estudiado formalmente." (p.373)

La cultura Maker implica la fabricación de cualquier tipo de objetos. Sin embargo, como menciona Dougherty (2012), este proceso está altamente mediado por nuevas tecnologías y herramientas digitales; generalmente se da con máquinas controladas por computadora. Por otro lado, el movimiento Open-Source implica que los programadores puedan leer, modificar y redistribuir el código fuente de un programa, corrigiendo sus errores y adaptándolo a sus necesidades (TecNM [Tecnológico Nacional de México], 2019).

Pese a ser un concepto con más de 20 años de antigüedad, no es fácil encontrar en bases de datos especializadas estudios realizados en Latinoamérica que hablen acerca de FabLab en niveles de educación básica. Menos aún se habla de situaciones como la equidad de género dentro de estos espacios, su posible integración en comunidades marginadas, o la atención que podrían brindar a personas vulnerables. Por ello, se ha propuesto una revisión de la literatura existente en buscadores especializados.

Por lo tanto, el objetivo de esta exploración busca conocer cuántos artículos sobre educación y fabricación digital se han publicado en las bases de datos Scopus y Web of Science, además de averiguar si alguno de ellos ha sido publicado en Latinoamérica, abordando acercamientos a comunidades vulnerables. La hipótesis que dirige esta

investigación dicta que, al conocer el panorama de la fabricación digital en educación básica, se podrá saber qué se ha hecho, cuáles son los puntos fuertes y las áreas de oportunidad, a fin de brindar al público interesado una pauta, un panorama que sirva como punto de partida para investigaciones futuras.

Para guiar la presente investigación, se plantearon las siguientes preguntas:

1. ¿Cuántos artículos en SCOPUS y WOS hablan acerca de Laboratorios de Fabricación Digital?
2. ¿Los estudios realizados han sido llevados a cabo en Latinoamérica?
3. ¿Estos estudios han sido enfocados en comunidades infantiles vulneradas o específicamente en niñas?
4. ¿Qué impacto en la educación reportan estos estudios?

Metodología

Para responder a las preguntas planteadas en esta investigación, se ha optado por una revisión sistemática de literatura. Este método sirve para realizar una revisión de aspectos cuantitativos y cualitativos de estudios primarios, con el objetivo de resumir la información existente respecto de un tema en particular. Los investigadores, luego de recolectar los artículos de interés, los analizan y comparan la evidencia que aportan con la de otros similares (Manterola et al., 2013, p. 149).

Štrukelj (2018) resalta que la importancia de hacer una revisión sistemática de literatura radica en que los resultados obtenidos pueden dar lugar a un cierto nivel de credibilidad con respecto a sus conclusiones, siendo además uno de los mejores métodos para resumir y sintetizar la evidencia sobre alguna pregunta de investigación específica.

La metodología propuesta para este estudio se ha basado en el modelo que plantean Petersen et al. (2008), que implica los siguientes pasos:

1. Definición de criterios de búsqueda, los cuales incluyen las preguntas de investigación, el periodo de tiempo, criterios para incluir o eliminar artículos, y por último, pero no menos importante, la cadena de búsqueda.
2. Ejecución de la búsqueda: poner en marcha la búsqueda en las bases de datos seleccionadas, siempre bajo los criterios de búsqueda establecidos en el paso anterior.
3. Discusión de los resultados: en esta etapa se analizan los datos obtenidos, se procede a compararlos y presentarlos al lector.

Inicialmente, este estudio se planteó buscar en SCOPUS y WOS artículos que abordaran no solamente FabLab, sino también equidad de género. Sin embargo, no se obtuvo resultado alguno, lo mismo sucedió cuando se optó por combinar FabLab y Mujeres. Al combinar las palabras clave FabLab y Niñez (así como palabras relacionadas como Niños e Infancia), se obtuvo solamente un resultado. De manera similar, al combinar FabLab y Latinoamérica también se obtuvo un número limitado de resultados, entre dos y cuatro, en la base de datos Web of Science (WOS).

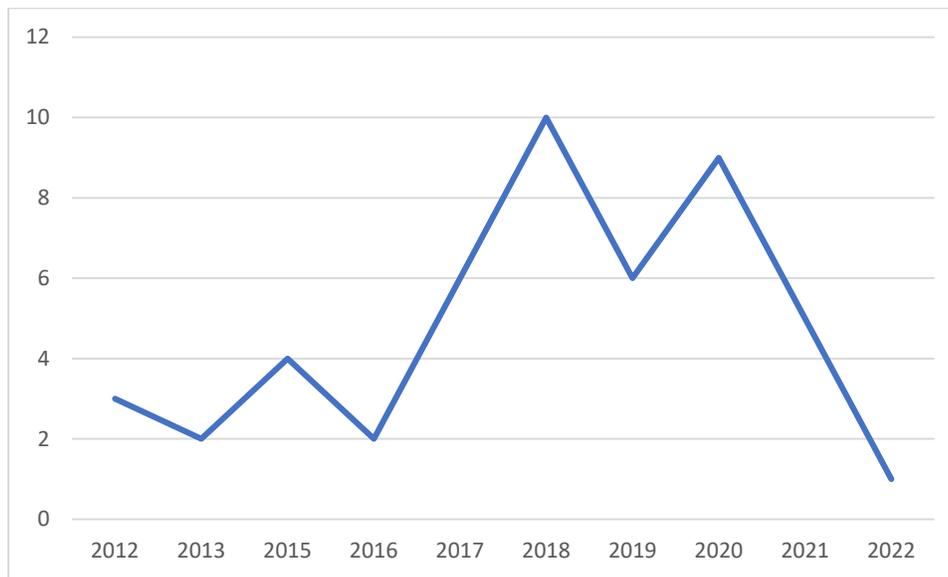
Debido a lo anterior, se optó por combinar las palabras clave FabLab y Educación, ya que esta combinación arrojó más resultados y así será posible contar con un estudio que brinde más puntos de comparación. Cabe mencionar que cada una de estas combinaciones fue introducida en idioma inglés, ya que es el utilizado por las bases de datos elegidas para esta exploración.

Para esta búsqueda, además de las palabras clave mencionadas, se utilizaron los siguientes filtros:

- a) Solamente considerar artículos.
- b) Documentos comprendidos en un periodo de diez años (2012-2022)

Toda vez que se delimitaron los parámetros de búsqueda, se procedió a buscar en las bases de datos SCOPUS y WOS utilizando la siguiente cadena de búsqueda: ("FabLab") AND ("Education").

Los resultados obtenidos en SCOPUS fueron 34, mientras que en WOS se obtuvieron 50. De estos 50 resultados de WOS, se descartaron dos por ser duplicados de SCOPUS y seis más que resultaron ser capítulos de libros, lo que da un total de 42 resultados. A continuación, se procedió a analizar los títulos, palabras clave y resúmenes, y en base a esto se eliminaron 6 artículos de SCOPUS y 22 de WOS, ya que no estaban relacionados con los FabLab o abordaban casos de laboratorios que no eran implementados en entornos educativos. Esto resultó en un total final de 48 artículos que tratan sobre la fabricación digital en entornos educativos, desde nivel básico hasta posgrado, incluyendo también ambientes de educación no formal.

Figura 1. Cantidad de artículos publicados por año

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 1, se puede observar la cantidad de artículos publicados durante el periodo de tiempo establecido. De los artículos seleccionados, se observa que del 2012 al 2016, la producción de artículos ha sido sumamente baja. Sin embargo, en el 2017, comienza a subir, y durante el año 2018 se alcanzó la máxima producción de artículos relacionados al tema, con un total de 10. Aunque en 2019 la cifra disminuye a 6, en el 2020 sube a 9 artículos, pese a ser el año en el que inicia la pandemia por COVID-19. No obstante, en el 2021, la cifra disminuye a 5, y durante la primera mitad del 2022, que es hasta donde abarca el presente estudio, solamente se ha publicado un artículo referente al tema.

El pico alcanzado en el 2020 es el segundo más alto. En este caso, es posible que la cantidad de artículos pueda obedecer a la pandemia por COVID-19. Si bien la pandemia provocó una crisis en el sistema de salud, también trajo consigo otros fenómenos como el aumento en la cantidad de publicaciones académicas. Callaway (2020) subraya que las publicaciones científicas pueden ser rápidas y abiertas cuando los científicos así lo desean; adicionalmente, en el tiempo de pandemia, las revistas llevaron los manuscritos a la publicación formal en un tiempo récord, con la ayuda de investigadores que revisaron rápidamente los borradores.

Tabla 1. Producción de artículos por país

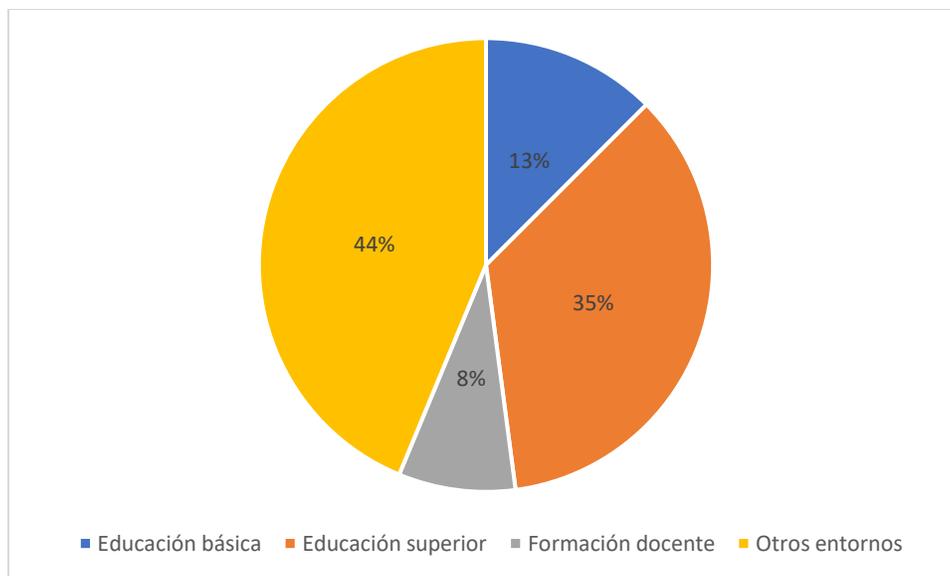
País	Artículos producidos
Estados Unidos	8
Italia	6
España	5
Bélgica	3
Países Bajos	3
Reino Unido	3
Alemania	2
Brasil	2
Finlandia	2
Australia	1
Austria	1
Camboya	1
Chile	1
Croacia	1
Dinamarca	1
Emiratos Árabes Unidos	1
Federación Rusa	1
Francia	1
Israel	1
Lituania	1
México	1
Portugal	1
República Checa	1
Serbia	1
Suecia	1

Fuente: Elaboración propia

Con base en la información de la Tabla 1, en cuanto a los países donde se han publicado la mayoría de los artículos, se encuentran en los primeros lugares Estados Unidos e Italia, con 8 y 6 respectivamente. En los países de habla hispana, España tiene la mayor producción con 5 artículos, le siguen Chile y México con un artículo cada uno. Con base en esta misma información, se concluye que la mayor parte de las investigaciones son realizadas en Estados Unidos y Europa. Asia tiene una presencia muy baja, al igual que Oceanía, mientras que ningún país africano ha publicado investigaciones respecto del tema seleccionado. Cabe señalar que la suma total de países es mayor a la de artículos, puesto que algunos de ellos fueron realizados en colaboración entre instituciones localizadas en diferentes países.

Pese a que los artículos mencionados anteriormente abordan temáticas educativas, se ha tenido que realizar un filtro adicional, ya que el estudio propuesto planteó una exploración de Fabricación Digital y Educación Básica. La cantidad de artículos que estudian la temática delimitada anteriormente es de 6. En cuanto a los entornos de educación superior, se encontraron 17 artículos. En cuanto a la formación de profesorado y encargados de laboratorio, se encontraron 4 artículos. Por otro lado, los 21 artículos restantes hablan sobre entornos de educación informal, educación para el trabajo, emprendimiento, desarrollo comunitario y ambientes mixtos.

Figura 2. Porcentaje de artículos por área educativa



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura 2, la mayor cantidad de estudios en entornos escolares se enfoca en instituciones universitarias con un 35%. Por otro lado, las investigaciones enfocadas en educación básica representan el 13%, lo que muestra una diferencia del 22%.

En otras palabras, por cada 2.7 artículos de educación superior existe un artículo de educación básica.

Tabla 2. Artículos que abordan temáticas de fabricación digital en educación básica

Año	Título	Autores	País
2012	First steps in the FabLab: Experiences engaging children	Posch, I.; Fitzpatrick G.	Austria
2017	An Assessment Instrument of Technological Literacies in Makerspaces and FabLabs	Blikstein, P.; Kabayadondo, Z.; Martin A.; Fields D.	Estados Unidos
2017	Child Participation in the Transformation of their Learning Spaces: Democratizing Creation through a Digital Fabrication Project in a FabLab	Gonzalez-Patiño, J.; Esteban-Guitart, M.; San Gregorio, S.	España
2018	Newton - Vision and Reality of Future Education	Hrad, J.; Zeman, T.; Sladek O.	República Checa
2018	On the importance of backstage activities for engaging children in a FabLab	Dreessen, K.; Schepers S.	Bélgica
2020	Embedded assumptions in design and Making projects with children	Ventä-Olkkonen, L.; Kinnula, M.; Hartikainen, H.; Iivari N.	Finlandia

Fuente: Elaboración propia

Mediante lo expuesto en la Tabla 2, se tiene que, de los seis artículos que abordan alguna situación en educación básica, cinco de estos fueron realizados en entornos europeos, mientras que uno estuvo enfocado en Estados Unidos. Con respecto a los artículos europeos, solamente uno de ellos fue realizado en un país de habla hispana.

Posch y Fitzpatrick (2012) mencionan que, si bien los FabLab ganan popularidad alrededor del mundo, existe poco entendimiento sobre las interacciones de los niños con estos espacios. En su artículo, reflexionan sobre las experiencias obtenidas tras haber realizado cinco talleres extracurriculares en el FabLab Vienna durante un período de año y medio con 50 niños cuyas edades oscilaban entre los 10 y los 14 años. Estudiaron cómo fueron las interacciones de los niños y niñas a lo largo de las actividades, lo cual proporcionó información valiosa para futuros estudios que involucren a las niñas y niños con las tecnologías de fabricación digital.

Blikstein et al. (2017) destacan que, a medida que el movimiento Maker se integra desde preescolar hasta preparatoria, los estudiantes están desarrollando nuevas competencias en tecnologías de exploración y fabricación. Por lo tanto, proponen un estudio iterativo para desarrollar un instrumento capaz de evaluar esta nueva alfabetización tecnológica y presentan los resultados obtenidos tras haberlo implementado en cinco escuelas de tres países.

Gonzalez-Patiño et al. (2017) han trabajado en un estudio realizado con dos grupos de educación primaria, de tercer y cuarto curso, de un colegio de la ciudad de Madrid. El proyecto implicó descubrir y aplicar procesos de diseño participativo y fabricación digital, con la intención de producir un objeto para alguna mejora en su centro escolar. La primera sesión consistió en visitar el FabLab de Medialab-Prado Madrid. Además de presentar el laboratorio, se explicaron las cuestiones generales del proyecto y sus objetivos. La siguiente fase consistió en ayudar a los niños a realizar el análisis de sus propias necesidades y deseos, proponer soluciones y, después, elegir una por consenso, ya que los recursos disponibles solo permitían producir un objeto. Acordaron diseñar y crear las mesas y sillas de clase. El siguiente paso consistió en producir, con la cortadora láser, una maqueta de cartón a escala de una serie de piezas de mobiliario que combinaban geoméricamente con las mesas del aula y que ayudaban a solucionar las necesidades identificadas.

En la última sesión de trabajo en el FabLab, se fabricó el prototipo final con la fresadora utilizando tableros de madera. A continuación, se realizó una actividad con las piezas a tamaño real que sirvió para confrontar el trabajo de ideación y diseño con las posibilidades reales de uso.

Hrad et al. (2018) realizan un análisis de la iniciativa Newton en varios países europeos. Dentro del mismo, señalan que los FabLab permiten al público acceder a tecnologías de punta y producir todo tipo de artículos, motivando a los aprendices interesados. Sin embargo, la desventaja es que tienen altos costos operativos que, si no son subsidiados por algún tipo de subvención, recaen en los usuarios, situación que resulta problemática para los estudiantes.

Dreessen y Schepers (2018) reportan un estudio con dos casos específicos llamados “Wa Make” y “Making Things”. En el primero, se realizaron una serie de talleres en un contexto escolar, experimentando lo que llamaron “diversión escolar” con actividades poco complejas. En el segundo caso, los talleres fueron más largos, partiendo del interés de los niños y enfocándose en actividades más complejas. Concluyeron en ambos casos que la educación STEAM es clave para cambiar el futuro de la educación.

Ventä-Olkkonen et al. (2020) generaron un estudio donde señalan que la literatura previa ha remarcado la importancia de enseñar a las niñas y niños habilidades Maker y de diseño para adquirir destrezas valiosas para el futuro. De igual forma, en su artículo, han identificado diferencias entre el diseño participativo y centrado en el usuario respecto de la filosofía Maker. Mientras que la filosofía del diseño participativo y centrado en el usuario

entiende sus necesidades y empatiza con él, la filosofía Maker frecuentemente comienza con la idea de crear cosas para las necesidades propias. El estudio fue llevado a cabo con tres grados diferentes en una escuela, revelando desafíos entre los niños y niñas para entender el proceso de diseño y los conflictos existentes entre diseñar para uno mismo y diseñar para otros.

Discusión

El siglo XXI ha estado acompañado de una nueva consideración de las formas académicas y escolares tradicionales, tanto desde un punto de vista pedagógico como de espacios y tiempos de aprendizaje. Es posible considerar que existe un reposicionamiento de los espacios de aprendizaje, transformando espacios tradicionales en espacios tecno-creativos (Sanabria Zepeda et al., 2019), como lo son los Laboratorios de Fabricación Digital.

Sin embargo, al no haberse encontrado en la búsqueda documental otros artículos que hayan realizado una revisión sistemática sobre FabLab y escuelas de educación básica, se impide realizar una comparación con un referente anterior. Por lo tanto, el contenido de la presente investigación puede tomarse como un punto de inicio para trabajos futuros en esta área.

De acuerdo con los artículos citados anteriormente, es un hecho que los FabLab están transformando la educación en las instituciones educativas que cuentan con este tipo de laboratorios; no obstante, el haber encontrado solamente seis artículos que abordan temáticas sobre las interacciones de las y los estudiantes en entornos de fabricación digital hace ver que estos entornos han sido poco explorados, y los resultados que se presentan en este artículo no son concluyentes. Por el contrario, deben tomarse como una invitación a seguir explorando este campo del conocimiento.

Walter-Herrmann y Büching (2013) apelan a que las actividades basadas en el FabLab deben ser incluidas en el currículo escolar para fomentar el aprendizaje basado en problemas, actividades prácticas creativas y el desarrollo de habilidades para documentar y comunicar ideas y problemas de forma eficiente.

Adicionalmente, los espacios de fabricación digital fomentan el desarrollo de habilidades del siglo XXI, las cuales les servirán para transitar por entornos complejos en la era de la información. Ya que al estar en un sistema mundialmente competitivo, los educandos deben desarrollar, a medida que las necesiten, las competencias adecuadas para la vida y para el trabajo (Scott, 2015).

Aunque los autores señalan algunos potenciales beneficios de los espacios de fabricación digital, se debe establecer también que no existe un único camino para su implementación en escuelas de educación básica. Las posibilidades varían entre países debido, entre otros aspectos, a presupuestos educativos, planes y programas.

Si bien cientos de escuelas alrededor del mundo se han sumado a la filosofía Maker, la mayoría de estas se concentran en zonas prósperas, áreas suburbanas y escuelas privadas. Para generar un verdadero impacto, estas oportunidades deben estar presentes en todas las escuelas y no sólo en las más privilegiadas (Blikstein y Worsley, 2016).

Herrera et al. (2021) mencionan que los FabLab son espacios propicios para la integración de mujeres con interés en áreas STEAM, potenciando oportunidades en diferentes áreas de la ingeniería y disciplinas afines.

Es importante que los espacios de fabricación digital estén presentes en todos los entornos, y más aún en los que sufren algún tipo de vulnerabilidad, ya que, al no contar con un acercamiento a este tipo de espacios, sus oportunidades de desarrollo van sufriendo limitaciones, lo que a largo plazo se traducirá en menores posibilidades de superación académica y de no poder acceder a mejores empleos, por solo mencionar un par de aspectos.

Sin embargo, no es tarea sencilla la implementación de este tipo de espacios. Para poder llevar a cabo su implantación en centros educativos, se debe contar con hardware y software específicos para el nivel educativo al que se encuentren destinados, además de personal capacitado para el uso de estos (Marrero Alberto, 2017).

No obstante, lo que no se menciona en la mayoría de las fuentes consultadas es que, para integrar un espacio de fabricación digital, se debe analizar de forma particular el tipo de escuela y presupuesto con el que se cuenta. No es la misma situación en escuelas públicas que en escuelas privadas, y de igual manera influye si están en una zona urbana, suburbana o rural. También existen significativas diferencias si hablamos de países desarrollados y de países con economías emergentes; cada uno de ellos tendrá prioridades diferentes y no en todos los casos los presupuestos destinados a la educación contemplan este tipo de laboratorios.

Conclusiones

Retomando las preguntas planteadas al inicio de la investigación, es posible brindar respuesta a cada una de ellas. Aun así, en algunos casos las respuestas pudieran no ser del todo concluyentes y dan pauta para retomar estos temas en futuras investigaciones.

Pregunta I: Como puede observarse en los resultados obtenidos, en la ciudad de Viena se publica en el año 2012 el primer estudio que observó la interacción de niñas y niños en un entorno de fabricación digital. Al transcurso del tiempo, solamente se encuentran otros 5 artículos en SCOPUS y WOS, lo cual hace ver que, aun cuando ha pasado ya una década, los artículos referentes a FabLab y entornos de educación básica o comunidades infantiles siguen siendo escasos.

Pregunta II: En contextos latinoamericanos no se han encontrado estudios que aborden temas relacionados con FabLab y educación básica; el único país de habla hispana que ha publicado al respecto es España en el año 2017.

Pregunta III: Ninguno de estos estudios menciona haber hecho hincapié en la interacción de las niñas con estos espacios, o su implementación en comunidades vulnerables. Lo cual no es del todo sorprendente, tomando en cuenta que los artículos encontrados no abarcan ni siquiera una decena. Será interesante revisar en el futuro si surgen artículos al respecto.

Pregunta IV: Los artículos consultados reportan un cambio en los paradigmas de las niñas y los niños al notar que la educación tecnológica tiene un impacto positivo en sus entornos. Se han hecho conscientes de cómo pueden convertirse en creadores en lugar de consumidores.

Puede concluirse a partir de la información recabada que los entornos de fabricación digital generan mejoras en los entornos escolares. Sin embargo, su poca implementación en educación básica pudiera obedecer a que se requiere personal bastante especializado.

Adicionalmente, el personal debe ser capaz de dominar la enseñanza tecnológica y ser experto en técnicas pedagógicas orientadas al infante, con lo cual ellos y ellas sientan no solo curiosidad inicial, sino la capacidad de construir por sí mismos su conocimiento de forma tangible y de forma prolongada en el tiempo. Se debe también tener especial cuidado en que los FabLab no se conviertan en espacios que sirvan únicamente para copiar diseños.

Futuras líneas de Investigación

Será importante realizar estudios en años posteriores que verifiquen si la cantidad de FabLab en escuelas de educación básica ha crecido, si en Latinoamérica se desarrollan estudios al respecto y, en caso de ser así, determinar si ha sido más difícil su implementación debido a las condiciones socioeconómicas y políticas propias de la región, además de verificar que el impacto que generen sea tan positivo como lo ha sido en otras latitudes.

Agradecimientos

El presente trabajo se desarrolló en el marco de los estudios del posgrado Doctorado en Ambientes y Sistemas Educativos Multimodales de la Universidad Rosario Castellanos para la obtención del grado.

Referencias

- Blikstein, P., & Worsley, M. (2016). Children are not hackers: Building a culture of powerful ideas, deep learning, and equity in the Maker Movement. En K. Peppler, E. Halverson, & Y. Kafai, *Makeology: Makerspaces as Learning Environments* (Vol. 1, págs. 64–79). New York: Routledge.
- Blikstein, P., Kabayadondo, Z., Martin, A., & Fields, D. (2017). An Assessment Instrument of Technological Literacies in Makerspaces and FabLabs. *Journal of Engineering Education*, 106(1), 149-175. doi:10.1002/jee.20156
- Blikstein, P., Martinez, S., Pang, H. A., & Jarrett, K. (2019). *Meaningful Making: Projects and Inspirations for Fab Labs + Makerspaces Volume 2*. California, USA: Constructing Modern Knowledge Press.
- Callaway, E. (2020). Will the pandemic permanently alter scientific publishing? *Nature*, 582, 167-168. doi:https://doi.org/10.1038/d41586-020-01520-4
- Dougherty, D. (2012). The Maker Movement. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 7(3), 11-14. doi:10.1162/inov_a_00135
- Dressen, K., & Schepers, S. (2018). On the importance of backstage activities for engaging children in a FabLab. *ACM International Conference Proceeding Series*, 3-10. doi:10.1145/3213818.3213820

- García Ruiz, M., & Lena Acebo, F. (2019). Movimiento FabLab: diseño de investigación mediante métodos mixtos. *OBETS. Revista de Ciencias Sociales*, 14(2), 373-406. doi:DOI: 10.14198/OBETS2019.14.2.04
- Gonzalez-Patino, J., Esteban-Guitart, M., & San Gregorio, S. (2017). Child Participation in the Transformation of their Learning Spaces: Democratizing Creation through a Digital Fabrication Project in a FabLab. *REVISTA INTERNACIONAL DE EDUCACION PARA LA JUSTICIA SOCIAL*, 6(1), 137-154. doi:10.15366/riejs2017.6.1.008
- Herrera, P. C., Caycho, V., & Valenzuela, M. (2021). Women in the Fab Lab ecosystem (2008-2021). From Fab Academy to the Fab Lab Research Conferences. *Fab16*, (págs. 271-282). Montréal. doi:DOI: 10.5281/zenodo.5169858
- Hrad, J., Zeman, T., & Sladek, O. (2018). NEWTON – Vision and Reality of Future Education. 28th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE). doi:10.1109/eaeeie.2018.8534230
- Husted Ramos, S., Méndez Gurrola, I. I., & Solís, C. A. (2020). CAPÍTULO III. Steam y Maker: explorando nuevos enfoques educativos y tecnologías emergentes en la enseñanza del diseño. En G. O. Rodríguez-Garay, M. P. Álvarez-Chávez, & S. Husted Ramos, *Comunicación, educación y juventud: nuevas formas de aprender y enseñar en la era digital*. (págs. 61-98). Ediciones Egregius.
- Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., & Claros, N. (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. *Cirugía Española*, 91(3), 149-155. doi:DOI: 10.1016/j.ciresp.2011.07.009
- Marrero Alberto, A. J. (2017). Espacios creativos disruptivos: Fab Labs en contextos educativos. Trabajo Fin de Máster, Universidad de La Laguna, Facultad de Educación. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53973252/MEMORIA_TFM-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1662083618&Signature=a5Vp-eMGfyeQGfWdHboq1J6F8mGHTSNtjvLwUPBcTvkWJ6shF2I7TfwejiEL1MAcuAHaVbeH3qsJEpT1HU-NvvD7VSK4Z7c9CiAfweOvpxFjOfsOtGqLaiCqJEuI~lfOD59fxQzq6Dm7p~t
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 17(1), 68-77.

- Posch, I., & Fitzpatrick, G. (2012). First steps in the FabLab: Experiences engaging children. Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference, OzCHI 2012, 497-500.
- Sanabria Zepeda, J., Romero, M., Guerci, E., Ciussi, M., Artemova, I., Barma, S., & V. (2019). L'écosystème techno-créatif de la Métropole Nice Côte d'Azur. Des acteurs et des tiers lieux pour le développement d'une citoyenneté créative et d'une éducation aux compétences transversales. Niza: Livres en Lignes du CRIRES.
- Scott, C. L. (2015). El futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI? Investigación y Prospectiva en Educación UNESCO.
- Štrukelj, E. (2018). WRITING A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW. The Official Blog of the Journal of European Psychology Students: <https://blog.efpsa.org/2018/01/03/writing-a-systematic-literature-review/>
- TecNM. (2019). Open Source. <http://www.dgest.gob.mx/telecomunicaciones/open-source>
- The Fab Foundation. (2022). Getting Started with Fab Labs. fabfoundation: <https://fabfoundation.org/getting-started/>
- Ventä-Olkkonen, L., Kinnula, M., Hartikainen, H., & Iivari, N. (2020). Embedded assumptions in design and Making projects with children. 32nd Australian Conference on Human-Computer Interaction, 178–188. doi:10.1145/3441000.3441077
- Walter-Herrmann, J., & Büching, C. (2013). FabLab: Of Machines, Makers and Inventors. transcript Verlag.