

Integración de actividades de fabricación digital al currículo de sexto grado de educación primaria

Integration of digital fabrication activities into the curriculum of the sixth grade elementary education

Isaac Antonio Jarrillo Aguilar¹

¹ Universidad Rosario Castellanos, México (211pde21@rcastellanos.edmx.gob.mx)

Cómo citar este artículo:

Jarrillo-Aguilar, I.A. (2023). Integración de actividades de fabricación digital al currículo de sexto grado de educación primaria. *Educación y Ciencia*, 12(60), 59-80.

Recibido: 15 de octubre de 2023 | Aceptado: 10 de noviembre de 2023 | Publicado: 31 de diciembre de 2023

Resumen

El presente estudio ha tenido como objetivo analizar el proceso mediante el cual se implementaron actividades de fabricación digital al currículo de sexto grado de educación primaria en una escuela privada en México. Cuando este centro educativo decide implementar un laboratorio de fabricación digital (FabLab) se enfrenta al hecho de no saber cómo acercar a las y los estudiantes a este espacio. A través de Investigación Acción el titular del laboratorio creó una serie de actividades STEAM durante un ciclo escolar; éstas permitieron al alumnado conocer las posibilidades que brinda la fabricación digital, fomentar su creatividad y trabajo en equipo, buscando además la equidad de género en el aula. Durante el ciclo escolar la mayoría de alumnas y alumnos se involucraron positivamente en las actividades planteadas, lo que también derivó en una mejora de sus habilidades para trabajar colaborativamente. Cuando inició la intervención, se presentaron gran cantidad situaciones en las que no sabían negociar con sus pares, y fueron aprendiendo a hacerlo conforme avanzó el ciclo escolar. Los equipos fueron organizados para garantizar que la mitad de ellos fueran liderados por niñas, quienes se sintieron en todo momento confiadas de sí mismas y capaces de resolver los retos establecidos para cada proyecto. En cuanto a las áreas de oportunidad detectadas están la gestión del tiempo, pues en ocasiones ha resultado insuficiente para completar las actividades en las fechas establecidas y las actividades planteadas no siempre tuvieron transversalidad con otras asignaturas de currículo escolar.

Palabras clave: FabLab; STEAM; género; escuela primaria; plan de estudios

Abstract

This research paper aims to analyze the process through it was implemented digital fabrication activities on the curriculum of sixth grade at a private elementary school in Mexico. When this educational center decides to implement a Digital Fabrication Laboratory (FabLab) there is no clue on how students can get closer to this space. Through Action Research, the laboratory head

created a series of STEAM activities during a school year; these activities allowed girls and boys to know the opportunities that provide digital fabrication, encourage creativity, and foster teamwork, besides searching for gender equity inside the classroom. During the school year, most students got involved positively in the proposed activities, which also led to an improve in their skills to work collaboratively. When the intervention started, there were many situations where they did not know how negotiate with their classmates, but they learned to do it as the school year progressed. Teams were organized to guarantee half of them were led by girls who, in all moments, felt confident in themselves and capable of solving the challenges of each project. As to the detected areas of opportunity, there is time management, sometimes there were not enough time to complete the activities on the established dates, and proposed activities not always had transversality with other subjects of the curriculum.

Key words: FabLab; STEAM; gender; elementary school; curriculum

INTRODUCCIÓN

Acevedo-Díaz (2020) señala que la primera referencia al término STEM fue realizada en la ponencia “Reflecting on Sputnik: Linking the Past, Present, and Future of Educational Reform”, que George E. DeBoer pronunció en un Simposio de la National Academy of Sciences de 1997. Inicialmente se denominó SME&T (ciencia, matemáticas, ingeniería y tecnología, por sus siglas en inglés), que posteriormente se cambió a STEM por razones fonéticas.

Aun cuando esta metodología revolucionó la forma en que se abordan las asignaturas científicas y tecnológicas, no es del todo holística, ya que deja de lado a las ciencias sociales, las humanidades y las artes, que con el gran avance tecnológico que se experimenta día con día, ya no pueden quedar ajenas a la tecnología.

Georgette Yakman notó la urgencia de generar un cambio significativo en la metodología STEM, por eso en el año 2006 promueve su transformación en STEAM, poniendo sobre la mesa un nuevo paradigma educativo en el que la ciencia y la tecnología es interpretada a través de las artes y las ciencias sociales. (López, 2021)

Al estudiar los elementos de la enseñanza-aprendizaje a través de las disciplinas STEM, Yakman encontró que estos campos podían ser intimidantes para algunos estudiantes y no atractivos para las minorías o las mujeres. Adicionalmente, muchos de los que deciden perseguir una carrera STEM lo hacen sin los conocimientos y habilidades que vienen del estudio de las artes como son:

- Lenguaje para compartir ideas, experiencias de vida y perspectivas.
- Artes físicas y manuales que influyen en áreas como la ergonomía.
- Artes sociales y liberales para contextualizar actitudes, costumbres y ética.

El objetivo de STEAM es enseñar a los estudiantes cómo aprender mejor y aplicar nuevos conocimientos desde una perspectiva multidisciplinaria y basada en el contexto cotidiano de los mismos. (Yakman, 2012, p. 15)

En este mismo contexto es importante reconocer los problemas que enfrentan las mujeres, con los matices propios de cada etapa de su vida, y las consecuencias que se derivan de no tener acceso a una Educación STEAM de calidad. Más allá de la Educación STEAM, existen condiciones previas que deben resolverse de forma inmediata, pues al analizar la Educación STEAM con perspectiva de género, se observa una gran cantidad de barreras que colocan a las mujeres en una posición difícil de superar. En este escenario, crece la necesidad de realizar acciones, intervenciones y de diseñar políticas públicas en Educación STEAM con perspectiva de género. (Gras-Marín y Alí-Fojaco, 2021)

Se ha encontrado como una de las principales razones por las que las niñas no optan por los estudios STEAM su falta de confianza tanto en sí mismas como de otras personas en ellas. Las niñas ven el potencial de las mujeres en muchos campos, pero cuando a ellas se les pregunta directamente, no se sienten capaces de ser buenas científicas o tecnólogas. (Guenaga-Gómez y Fernández-Álvarez, 2020)

Rojas et al. (2020) señalan que para alentar a las jóvenes a seguir su vocación y aportar su talento, es necesario que las mujeres se sientan identificadas con las áreas de estudio de su interés, además de anular estereotipos y contar con más información sobre el futuro laboral y los retos a resolver en este siglo.

También mencionan que las mujeres están subrepresentadas en carreras STEAM; esta baja presencia limita las posibilidades de desarrollo en sectores de vanguardia, los cuales requieren de la visión femenina para complementar y potenciar su desarrollo.

Dentro del área STEAM, es vital que se realicen esfuerzos para contrarrestar esta brecha, y uno de los ecosistemas que propician la integración de mujeres interesadas en áreas STEM son los Laboratorios de Fabricación Digital, pues son espacios capaces de mejorar las oportunidades existentes en diferentes áreas de la ingeniería y disciplinas afines. (Herrera, Caycho y Valenzuela, 2021)

Los Laboratorios de Fabricación Digital (FabLab) tienen un rol fundamental dentro de la educación STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, por sus siglas en inglés), ya que proporcionan oportunidades para reunir y compartir experiencias de aprendizaje, refinando el entendimiento del alumnado y brindando oportunidades de construir artefactos creativos. (Nail y El-Deghaidy, 2021, p.1)

Soomro, Casakin, y Georgiev (2022) mencionan que la fabricación digital provee una oportunidad para colaborar e implementar ideas innovadoras. Estos espacios motivan a la comunidad estudiantil para que sientan atracción por la educación STEAM y facilitan el desarrollo de experiencias de aprendizaje práctico, confianza, resolución de problemas y habilidades de comunicación.

Pese a que la fabricación digital tiene alto potencial en el desarrollo educativo de las infancias, ésta ha sido poco estudiada y documentada formalmente en entornos de educación básica.

Jarillo-Aguilar (2023) señala que al cabo de una revisión documental que abordó del 2012 al 2022, solamente se encontraron 6 artículos en bases de datos de alto nivel como lo son SCOPUS y Web of Science (WOS) que hacen énfasis en fabricación digital y entornos de educación básica o comunidades educativas. Así mismo señala que en contextos latinoamericanos no se encontró ningún estudio al respecto y tampoco se encontraron estudios que de una u otra manera abordaran una perspectiva de género en estos espacios.

Es con base en este hecho que la presente investigación encuentra pertinencia, ya que abordará un acercamiento a la fabricación digital en un contexto de educación básica en una escuela mexicana, tomando en cuenta también aspectos de perspectiva de género.

Cómo se define un FabLab y de qué manera se conforma uno nuevo

De acuerdo con datos de la organización The Fab Foundation (2022), un FabLab se define como un espacio para jugar, crear, aprender, enseñar e inventar. Los elementos mínimos con los que debe contar un espacio que se precie de llamarse FabLab son los siguientes:

- Una cortadora láser para crear 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.

Sin embargo, el contar con estos elementos no convierten automáticamente a un espacio en un FabLab, es indispensable registrarse en la red mundial FabLab para lo cual se debe completar un registro en el portal web Fablabs.io, donde se deben capturar los datos del laboratorio, tales como el nombre, ubicación, si ya es un laboratorio activo o si aún está en planeación, encargado, datos de contacto, maquinaria con la que se cuenta, entre otros. Toda vez que se han llenado estos datos se deberá seleccionar 3 laboratorios árbitro de la lista que ofrece este mismo portal y contactarse con ellos para realizar una evaluación, es muy probable que los árbitros requieran más información por parte del laboratorio candidato para poder emitir un voto a favor o en contra. (Fablabs.io, 2023)

Como puede observarse con base en la información descrita en párrafos anteriores, el implementar un FabLab no es asunto sencillo, sin embargo, son espacios con gran potencial para el aprendizaje y el desarrollo de habilidades STEAM, como lo señalan múltiples autores.

Walter-Herrmann y Büching (2013) mencionan la importancia de establecer una cultura creativa, donde el FabLab no sea solamente un espacio para copiar diseños, sino que las actividades basadas en el FabLab se incluyan 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.

Actividades FabLab en diferentes entornos de educación básica

Con base en la revisión documental realizada para la presente investigación, se encontraron más contextos donde los acercamientos de fabricación digital en educación básica implican que las alumnas y alumnos acudan a los laboratorios fuera de las escuelas donde estudian, ya sea mediante procesos de educación formal o informal; se hallaron pocos casos donde las escuelas cuentan con un FabLab dentro de sus propias instalaciones.

Un caso de niñas y niños acudiendo a un laboratorio externo es el de una comunidad madrileña de aprendizaje. Para lograr este acercamiento, se dio una colaboración entre la Fundación Maestro y el claustro de profesores del colegio Arcángel de Madrid, la Asociación de Madres y Padres de Alumnos (AMPA) y Escala Digital, proyecto de investigación de Sara San Gregorio en Medialab-Prado, institución dedicada a la cultura digital perteneciente al Área de Gobierno de Cultura y Deportes del Ayuntamiento de Madrid. (González-Patiño, Esteban-Guitart, y San Gregorio, 2017)

Estos mismos autores señalan que en su estudio, dos grupos de educación primaria, de tercer y cuarto grado estuvieron implicados en un proyecto en el cual descubrieron y aplicaron procesos de diseño participativo y fabricación digital a fin de elaborar un objeto para mejorar su centro escolar. Durante la primera sesión visitaron el FabLab de Medialab-Prado Madrid, se les presentó el laboratorio y recibieron una explicación sobre las cuestiones generales del proyecto y sus objetivos. En la siguiente etapa los niños y las niñas realizaron el análisis de sus necesidades y deseos, para posteriormente proponer soluciones y elegir después una por consenso. Acordaron diseñar y crear las mesas y sillas de clase. El siguiente paso consistió en elaborar con la cortadora láser una serie de piezas de mobiliario a escala que combinaban geoméricamente con las mesas del aula y que ayudaban a solucionar las necesidades que previamente habían identificado.

Para la última sesión de trabajo en el FabLab se trabajó con la fresadora y se elaboró el prototipo final empleando tableros de madera. (González-Patiño, Esteban-Guitart, y San Gregorio, 2017)

Otro caso es el que reportan Ventä-Olkkonen et al. (2020) quienes trabajaron con tres escuelas públicas de Oulu, Finlandia, con el fin de enseñar a las niñas y niños habilidades Maker y de diseño para adquirir destrezas valiosas para el futuro. El estudio fue llevado a cabo con tres grados diferentes, revelando desafíos entre los y las estudiantes para entender el proceso de diseño y los conflictos existentes entre diseñar para uno mismo y diseñar para otros.

Sin embargo, se ha encontrado que existen algunas otras iniciativas que acercan estas tecnologías a los centros escolares para que no sean visitas esporádicas o de unos cuantos

estudiantes, sino que estos espacios estén disponibles durante todo el ciclo escolar. Es el caso de Fab Lab à l'école (FabLab en la escuela), programa a cargo de Universcience, institución francesa comisionada para difundir la ciencia y la tecnología. Dicha institución se encarga de instalar en un establecimiento escolar en cualquier región de Francia un FabLab, sin importar si es una escuela pública o privada. Durante un año, las escuelas que lo soliciten y hayan cumplido con los requisitos de selección, serán dotadas de un equipo de recursos que consiste en seis máquinas, tres de fabricación clásica y tres de control numérico:

- Impresora 3D
- Sierra de cadena
- Rotuladora de vinil
- Máquina de coser
- Fresadora-grabadora
- Tarjetas electrónicas Micro:bits

Fab Lab à l'école permite a los alumnos y alumnas aprender a trabajar de forma eficaz en equipo mediante un proceso de cocreación. Toda la clase es estimulada por un entorno abundante en potencialidades, materiales, formas y técnicas. Favorece la responsabilidad de los estudiantes y su autonomía y además renueva la relación de enseñanza al estudiante. (Cité des sciences et de l'industrie, s.f.)

Este tipo de establecimientos constituyen espacios de creación inédita para iniciarse en lo digital, en la programación, en el manejo de herramientas, brindándole a las niñas y los niños las mismas oportunidades para lograr el éxito, favoreciendo su sentido de responsabilidad y autonomía. Las y los estudiantes movilizan los conocimientos adquiridos en programación mientras se divierten. La concepción 3D, la electrónica, el hazlo tú mismo ofrecen la satisfacción de un trabajo colaborativo cuyos resultados rápidos y tangibles favorecen la implicación y el cumplimiento de todos los estudiantes, en particular de aquellos que tienen tendencia a dispersarse en las asignaturas clásicas. Fab Lab à l'école estimula la creatividad, la búsqueda de soluciones innovadoras y prepara a los alumnos para los trabajos del mañana con las herramientas de hoy. (Universcience, 2022, p. 5)

Otro caso de implementación de un FabLab en escuelas de educación básica es el del Centro de servicios escolares Marguerite-Bourgeoys, ubicado en Quebec, Canadá, que ha implementado el CSSMB FabLab que con base en datos de su portal web es el primero en Canadá en implementarse en educación primaria y secundaria; teniendo como objetivo promover la ciencia y estimular el interés de las y los estudiantes por las nuevas tecnologías con el objetivo de aplicar nociones teóricas a proyectos prácticos de innovación. Actualmente este Centro cuenta con 7 laboratorios en distintas escuelas y uno más que es móvil, es decir, va de escuela en escuela, cuyas máquinas consisten en una cortadora laser, una impresora 3D, una fresadora de control numérico, una rotuladora de vinil y una máquina de coser. (Centre de services scolaire Marguerite-Bourgeoys, 2022)

METODOLOGÍA

El método para este acercamiento a la fabricación digital se basó en investigación-acción ya que como señala Latorre (2005, p. 23) en las áreas educativas, se emplea para describir una gama de actividades realizadas por el profesorado en sus propios espacios como son: el desarrollo curricular, su autodesarrollo profesional, la mejora de los programas educativos, los sistemas de planificación o la política de desarrollo. Un rasgo común de estas actividades es la identificación de estrategias de acción que son implementadas y posteriormente sometidas a observación, reflexión y cambio. Adicionalmente proporciona autonomía y da poder a quienes la realizan.

Por otro lado, Barber et al (2020, p. 15) señalan que los educadores STEAM tienen un reto muy grande que es superar décadas de inequidad educativa y prejuicios socioculturales, para de esta forma proporcionar una mayor diversidad y equidad en los entornos STEAM tanto a nivel educativo como profesional.

De igual forma mencionan que no se trata simplemente de implementar las estrategias más relevantes dentro de la literatura, pues cada entorno tiene sus particularidades, es por eso que la Investigación Acción provee un entorno colaborativo, flexible y centrado en el participante y aun cuando los hallazgos tengan una aplicación limitada para otros proyectos, hay aspectos que pueden ser universales como lo son el valor de la colaboración, la importancia de involucrar a todos participantes y la necesidad de un proceso exploratorio. (Barber, et al, 2020)

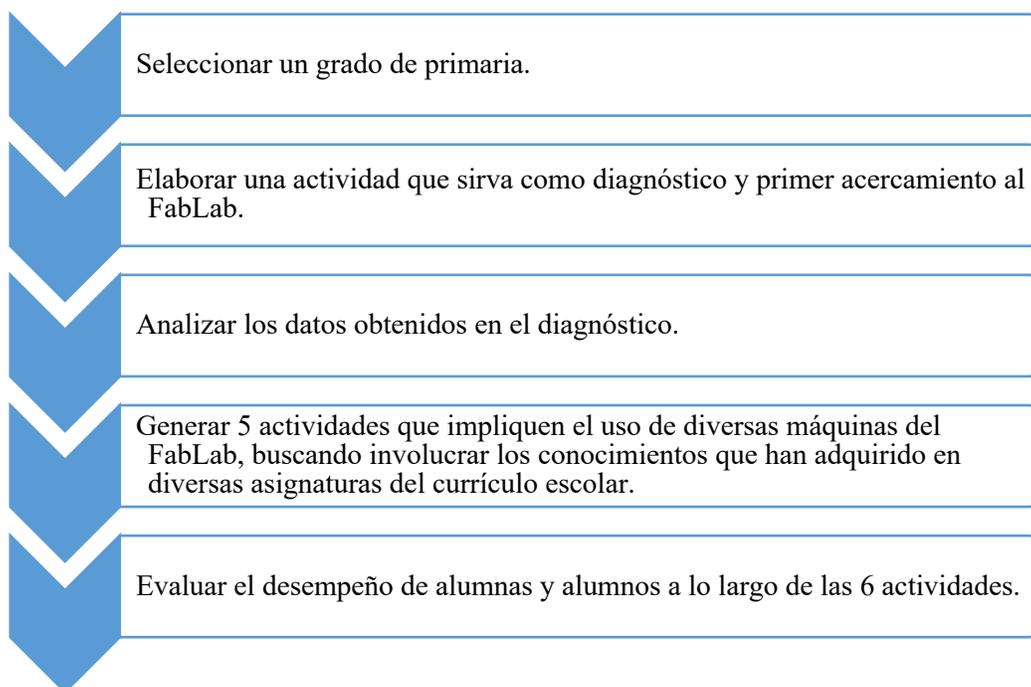
En el momento en el que la presente investigación comienza el trabajo de campo con las alumnas y alumnos, se suscitan cambios administrativos en la dirección escolar, es por ello que en aquel momento no se autorizan entrevistas con las y los estudiantes, sin embargo, sí se logra que la institución otorgue los permisos necesarios para que el investigador emplee los siguientes instrumentos:

- Registros anecdóticos
- Listas de cotejo
- Portafolios de evidencias

Esto con el fin de preservar la confidencialidad del alumnado, pero a su vez permitir que la intervención arroje datos útiles que le permitan a la institución tener puntos de mejora respecto del FabLab y la forma en que puede convertirse en un espacio que potencie las habilidades y el aprendizaje de la comunidad educativa.

Con base en los instrumentos señalados en el párrafo anterior y al ser el investigador no solo un observador, sino también el encargado del laboratorio y a su vez profesor del grupo seleccionado para realizar la intervención, se determinó a través de la Investigación Acción los pasos que se enlistan en la Figura 1.

Figura 1. *Pasos seguidos durante la intervención.*



Nota: Elaboración propia.

Para el presente estudio de caso se trabajó en el Laboratorio de Fabricación Digital (FabLab) Santa Mónica, el cual comenzó operaciones de manera formal a finales del 2019 bajo la guía y asesoramiento del Instituto de Diseño e Innovación Tecnológica (IDIT) de la Universidad Iberoamericana Campus Puebla.

Este Laboratorio se encuentra instalado dentro de una escuela mexicana del sector privado en el municipio de Tlalnepantla de Baz, Estado de México. Cuenta con niveles primaria, secundaria y las familias que inscriben ahí a sus hijos pertenecen al nivel socioeconómico es A/B Nivel Alto (exceptuando algunos alumnos becados por ser hijos de colaboradores).

Con base en lo señalado por Mora (2022) las personas que cuentan con este nivel son familias emprendedoras que tienen otros ingresos además de un sueldo, por ejemplo, rentan propiedades, tienen inversiones, jubilaciones o pensiones. Todo esto les provee de servicios, recursos financieros y seguridad que les permiten tener una muy buena calidad de vida, pero además les permite planear su futuro sin problemas, además de ser el nivel socioeconómico que más invierte en educación (13% de su gasto).

Aunado a esto, al ser una escuela de corte internacional, cuenta no solo con alumnas y alumnos mexicanos, sino con estudiantes que han nacido en países como Estados Unidos, Colombia, Venezuela, España, China, Inglaterra, Brasil, entre otros, lo que hace de esta escuela un entorno muy particular que difícilmente se encontraría en una escuela pública del mismo nivel educativo.

A la par de recibir las capacitaciones técnicas y administrativas necesarias para dirigir el laboratorio, surgieron dos grandes incógnitas: ¿Cómo involucrar a las alumnas y alumnos para que se vuelvan usuarios del Laboratorio de Fabricación Digital? y ¿Qué aportaciones al currículo se tendrán al implementar un laboratorio de fabricación digital?

Con base en estas capacitaciones, se establece que el alumnado no necesita volverse experto en el uso, operación y mantenimiento de la maquinaria disponible en el laboratorio, pero sí debe entender su funcionamiento, al menos de forma básica, también debe saber cómo diseñar algo para que pueda ser impreso en 3D o cortado en láser, manejar herramientas manuales y eléctricas con seguridad, siempre tomando en cuenta su edad y las limitantes que ésta pueda representar para el manejo adecuado de herramientas, y todo esto en aras de que las y los estudiantes sepan las posibilidades creativas que este espacio les ofrece y cómo es que la fabricación digital puede hacer aportes significativos en las diversas asignaturas que cursen a lo largo de su trayectoria escolar.

Mientras se buscaban estas respuestas, la operación del laboratorio estuvo en pausa a partir de marzo de 2020 debido a la pandemia por COVID-19. Por fortuna para la presente investigación, en agosto de 2021 se retoman actividades en el FabLab Santa Mónica y se vuelve a buscar respuesta a las preguntas descritas en el párrafo anterior, ya que el contar con un espacio como este no es suficiente para lograr un cambio en los paradigmas educativos; se debe buscar la manera de explotar al máximo sus beneficios.

Como parte de esta integración, en el sexto grado se realizó una gama de actividades de fabricación digital para acercar al alumnado a este espacio y mostrarles las capacidades creativas del mismo, las cuales son la base investigación del presente estudio de caso, el cual fue dirigido y evaluado por el titular del laboratorio.

Se seleccionó al sexto grado por ser el grupo más próximo a egresar de la primaria, ya que, al estar a un año de irse a la secundaria, el contacto con el FabLab podría no suceder más. En este ciclo escolar, el sexto grado tenía 67 alumnos distribuidos en 5 grupos. La primera actividad se realizó en octubre de 2021 y la última fue en mayo de 2022. A continuación, se enlistan las actividades realizadas:

1. Cohetes espaciales
2. Lámpara tricolor
3. Dragón
4. Etiquetas de vinil
5. Simulador de sismos
6. Tarjeta de día de las madres

La primera actividad sirvió para obtener un diagnóstico de las alumnas y alumnos. La primera vez que acudieron al laboratorio, además de recibir un tour por el espacio, tuvieron como misión construir una nave espacial mediante técnicas de origami, para posteriormente

hacer una competencia de lanzamiento de naves. En la siguiente sesión se analizó la evolución de la carrera espacial, cómo era la competencia entre la URSS y los Estados Unidos, y cuándo se tuvieron las primeras astronautas y cosmonautas. Para finalizar con la actividad en el portal web Tinkercad procedieron a diseñar una estación espacial en 3D.

Mediante este diagnóstico, se verificó si tienen interés hacia las áreas STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, por sus siglas en inglés), si consideraban que son fáciles, si se sentían aptas y aptos, y si sentían alguna barrera de género.

Esta parte es fundamental, ya que como lo señala el Foro Consultivo Científico y Tecnológico A.C. [FCCyT] (2019, p. 58), en el ámbito social y educativo, resulta imperante establecer escenarios y alicientes claros e innovadores, los cuales permitan motivar a las niñas, jóvenes y mujeres a pertenecer al sector de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas desde niveles de educación básica hasta posgrado, generando de igual manera mecanismos de acompañamiento para su inserción y desarrollo en el mercado laboral, eliminando brechas y estereotipos de desigualdad social y de género que han obstaculizado históricamente la participación de niñas, jóvenes y mujeres en estas carreras y oportunidades de empleo.

Para la investigación se propusieron los siguientes instrumentos para recopilar los datos a observar.

El primer instrumento consiste en un registro anecdótico y un portafolio de evidencias, en el registro anecdótico se concentran los nombres de las actividades que se realizan en el laboratorio, describiendo el proceso desde que llegan las y los estudiantes al laboratorio y hasta que se retiran. Dentro de este registro se narra el trabajo que realizan en el FabLab, su interacción con las máquinas y herramientas, la forma en que trabajan en equipo, las actitudes que tienen las y los alumnos durante el desarrollo de cada actividad, los resultados que se obtienen y qué aspectos se pueden corregir o mejorar. A su vez, el portafolio de evidencias documenta mediante fotografías el proceso que llevaron a cabo las alumnas y alumnos en cada una de estas actividades, además de tener los productos finales obtenidos en las actividades, que en casi todas fue la generación de un objeto tangible.

Con base en los resultados obtenidos del primer instrumento, se hace un segundo instrumento que mediante una lista de cotejo evalúa el impacto que cada una de las actividades genera en el grupo de alumnos y alumnas, con lo cual se ve qué roles asumen al trabajar en equipo, cómo resuelven los problemas a los que se enfrentan, si tienen tolerancia a la frustración, qué tan creativos pueden llegar a ser, si logran seguir instrucciones y qué sensaciones experimentan al acudir al laboratorio.

Para evaluar lo más objetivamente los resultados de la implementación, se buscó hacerlo desde una perspectiva de género; pues ésta permite determinar si las intervenciones realizadas realmente mejoran las condiciones de vida de las mujeres, los hombres, las niñas y los niños. Implica la adquisición y el análisis de información útil para tomar decisiones acerca de las intervenciones cuyo objetivo es contribuir a la construcción de equidad entre mujeres y hombres; garantizando que las decisiones sean tomadas a partir de información

fidedigna sobre las condiciones, las necesidades y los intereses de las mujeres y los hombres en un contexto particular. (Vargas-Trujillo & Gambará D'Errico, 2008, p. 14)

Los dos primeros instrumentos se fueron llenando conforme a la realización de cada una de las actividades, mientras que hubo otros dos instrumentos que se dejaron para el final del periodo de observación debido a que fueron una evaluación general de todo el proceso, estos dos instrumentos recabaron mediante listas de cotejo la información que se describe a continuación.

Se buscó evaluar si la intervención mejoró significativamente la actitud de las niñas hacia las actividades STEAM, si la población estudiantil se ve motivada independientemente de su género, y si las alumnas y alumnos usan de forma transversal los conocimientos adquiridos a lo largo del ciclo escolar, de igual forma, se buscó establecer el porcentaje de la población estudiantil que se involucró activamente en las actividades STEAM, la cantidad de los equipos lograron un verdadero trabajo colaborativo, cuántos equipos fueron liderados por mujeres, y si el tiempo de clase fue suficiente para las actividades.

RESULTADOS

Para el análisis de los datos obtenidos se decidió optar por un concentrado de actividades en el que se observan los siguientes datos:

- Actividad
- Descripción
- Proceso
- Resultados
- Áreas de oportunidad

En la Tabla 1 se aprecian los resultados observados en la implementación de cada una de las actividades realizadas en el FabLab.

Tabla 1. Descripción y resultados de las Actividades FabLab.

Actividad	Descripción	Proceso	Resultados	Áreas de oportunidad
Cohetes espaciales	Construcción de una nave espacial mediante origami, para posteriormente diseñarla en un software 3D.	Se explican los pasos necesarios para construir el cohete espacial, se ayuda a quienes no pueden completar el proyecto, posteriormente se lanzan con una bomba de aire. En una sesión posterior se hace un análisis de la carrera espacial y cómo es que durante muchos años las mujeres no figuraban como astronautas.	Se observa una motivación por competir y lanzar el cohete más lejos, se percibe la misma motivación entre niñas y niños.	Desarrollar un juego donde puedan competir por lanzar más lejos su cohete.
Lámpara tricolor	Programación de una tarjeta Arduino para controlar un LED RGB.	Mediante el simulador electrónico de TINKERCAD hacen la programación de la tarjeta Arduino para que el led RGB encienda en colores aleatorios, posteriormente se genera la programación en una tarjeta física y se construye una pantalla.	Se observa una mayor motivación de las niñas para la construcción de la pantalla, la programación es más fácil para los niños, la conexión se ve motivada por igual.	Construir equipos más balanceados, tener un ejemplo del resultado esperado.
Dragón	Participación en el proceso de corte y armado de una cabeza de dragón para el año nuevo chino.	Se les explica a los alumnos cómo se generan los vectores de corte para una cortadora láser CNC. Se procede a descargar los archivos a la cortadora mediante la colaboración de toda la clase. Se arma la cabeza y el cuerpo del dragón.	En la explicación las alumnas y alumnos se perciben confundidos o poco interesados, sin embargo, esto cambia al momento de comenzar la operación de la máquina. Al iniciar el armado de la cabeza algunas niñas se muestran renuentes, pero cuando tienen que ensamblar las piezas su actitud cambia.	Organizar mejor la logística de desplazamiento entre la zona de armado y la zona de corte láser.

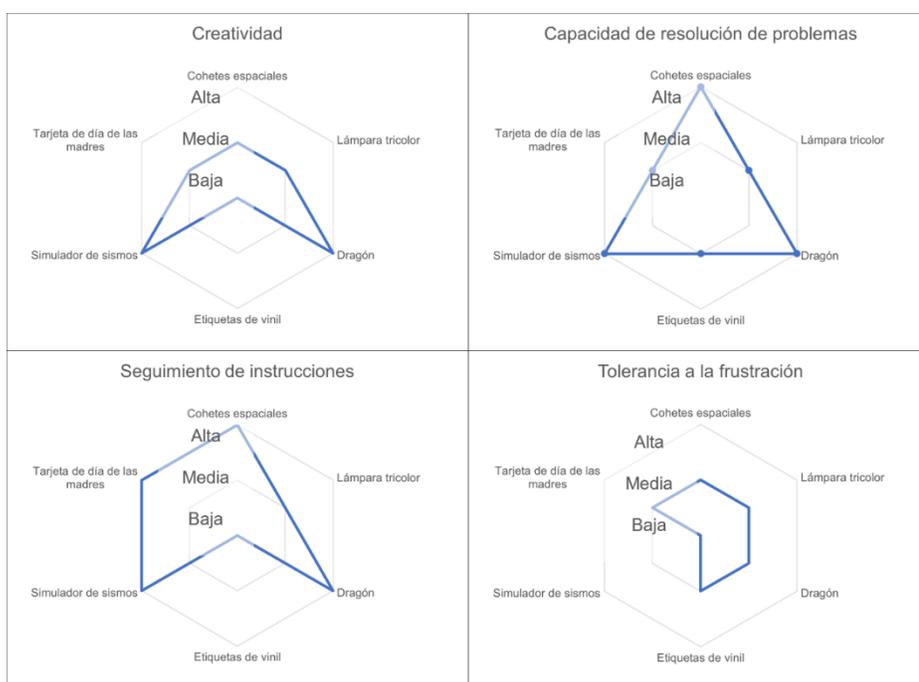
Actividad	Descripción	Proceso	Resultado	Áreas de oportunidad
Etiquetas de vinil	Corte de frases y/o dibujos en la rotuladora de vinil.	Se les explica a los alumnos cómo es el proceso de vectorizado de los dibujos o frases a cortar en un plotter de vinil, se les da la oportunidad de trabajar en individual o en colectivo.	Los niños buscan una imagen en internet, copian y pegan, las niñas arman un diseño con frases e imágenes, diseñan y no copian, se apoyan de Canva u otras herramientas similares. En 3 de los 5 grupos, las niñas estuvieron más motivadas, los niños se dispersan más.	Aclarar desde un inicio que no es válido copiar imágenes de internet, que deben ser creativos y generar su propio diseño.
Simulador de sismos	Construcción de una torre usando esponjas y palillos, la cual deberá resistir 10 segundos sin colapsar sobre una torre vibratoria.	Se muestran fotografías de ejemplo de torres de esponjas. Posteriormente por equipos construyen una torre de esponjas con un tiempo límite de 20 minutos, mientras no se acabe el tiempo, ellos pueden hacer pruebas sobre la placa vibratoria. Cuando finaliza el tiempo cada una de las torres es sometida a prueba.	En general los equipos están comprometidos con lograr la torre más estable y alta. En pocos equipos se aprecia falta de integración entre todos los miembros. Niñas y niños se motivan por igual.	Dar instrucciones más claras para el guardado de material y así evitar que este se pierda o se quede tirado al final de la sesión.
Tarjeta de día de las madres	Corte láser de tarjeta de papel opalina para conmemorar el día de las madres.	Los alumnos reciben una tarjeta cortada en láser. Posteriormente proceden a decorarla de forma individual expresando su creatividad.	En esta ocasión no se trabaja en equipos, sin embargo, entre ellos se ayudan a resolver problemas como falta de comprensión en las instrucciones o préstamo de materiales. Niñas y niños se motivan por igual.	Cuidar que los alumnos y alumnas sean más cuidadosos con la limpieza del espacio al terminar la actividad.

Nota: Elaboración propia.

A través de un proceso deductivo, se han analizado los resultados obtenidos; ya que se partió del supuesto de que al integrar actividades STEAM dentro de un FabLab se tendrían aportaciones significativas al currículo escolar del sexto grado de educación primaria. Se observa que durante las primeras actividades FabLab la comunidad estudiantil no sabía a ciencia cierta qué esperar del Laboratorio. Conforme se han realizado más actividades los equipos se han organizado mejor y la forma de acercar a los alumnos a las actividades se ha mejorado.

En cada una de las actividades el alumnado asumió diferentes actitudes, las cuales se reportan en la Figura 2.

Figura 2. Actitudes asumidas por los equipos en el FabLab durante la ejecución de cada proyecto.



Nota: Elaboración propia.

Con base en los datos presentados por la figura 2, es posible observar que solamente en dos proyectos se aprecia una alta capacidad creativa, hay tres proyectos donde la capacidad creativa ha sido media y solamente en un proyecto se aprecia baja creatividad. En cuanto a la resolución de problemas hay tres proyectos donde fue alta y otros tres donde fue media. En lo referente al seguimiento de instrucciones hay cuatro proyectos donde la capacidad para seguir instrucciones fue alta, un proyecto resultó con una capacidad media y uno más con una baja capacidad de resolución de problemas. Finalmente, respecto de la capacidad de resolución de problemas solamente un proyecto presenta una baja capacidad y los otros cinco tuvieron una capacidad media.

Con base en estos resultados, se puede observar también que el proyecto donde hubo un mejor desempeño fue en el Dragón, mientras que el proyecto donde el desempeño presentó mayores áreas de oportunidad fue en las Etiquetas de vinil.

La información de la Tabla 3 ofrece los resultados de la evaluación cualitativa mediante la observación de diferentes rubros.

Figura 3. Resultados de la evaluación cualitativa de la intervención.

Actitud de las niñas hacia las actividades STEAM	<ul style="list-style-type: none"> • La intervención generó aportes en los que las niñas fueron líderes de equipo, estuvieron más confiadas, propusieron, crearon, construyeron, se quedaron con ganas de hacer más cosas.
Ambiente de equidad en el aula	<ul style="list-style-type: none"> • No se detectó que los niños hicieran comentarios del tipo “esto no es para niñas” o “los niños son mejores en tecnología”.
Población estudiantil motivada independientemente de su género	<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de la población se motivó, sin embargo, algunos grupos de niños no lograron conectar con el laboratorio (son niños que en general están desmotivados en todas las asignaturas).
Reducción en los prejuicios y paradigmas	<ul style="list-style-type: none"> • No se observan prejuicios por parte del grupo hacia las actividades ni hacia la forma en que las niñas interactúan con los contenidos de corte científico y tecnológico.
Uso transversal de los conocimientos adquiridos a lo largo del ciclo escolar	<ul style="list-style-type: none"> • Sí, inclusive un equipo de niñas acudió al laboratorio a solicitar el corte de un modelo 3D para la clase de matemáticas (siendo que a nadie se le solicitó hacerlo).

Nota: Elaboración propia.

En general la intervención realizada logró motivar al alumnado, aun cuando hay casos puntuales que no lograron empatizar con las actividades del laboratorio; de igual manera, no se detecta, al menos a simple vista, barreras de género o algún otro tipo de discriminación. Así mismo, cuatro alumnas utilizaron el laboratorio para un par de actividades académicas más allá de las propuestas en la presente investigación. Al final del ciclo escolar, durante la última sesión de clase, las alumnas y alumnos comentaron que el acercamiento al laboratorio les permitió entender cómo es que funciona la tecnología en diferentes aspectos de su vida cotidiana, mencionaron como ejemplo la elaboración de un circuito electrónico. Igualmente, hicieron énfasis en qué tan importante es el diseño y la programación para cortar algo con láser o imprimirlo en tercera dimensión y cómo es que estos elementos pueden ayudarles a mejorar sus actividades escolares.

En la Tabla 2 se aprecian los resultados de la evaluación cuantitativa de las actividades llevadas a cabo por las alumnas y alumnos durante la presente investigación.

Tabla 2. *Evaluación cuantitativa de la intervención.*

Pregunta	Datos cuantitativos obtenidos
¿Qué porcentaje de la población estudiantil se involucra activamente en las actividades STEAM en el FabLab?	Se involucra más del 80%.
¿Cuántos de los equipos logran un verdadero trabajo colaborativo?	Tres cuartas partes de los equipos del aula.
¿En algún equipo se percibe algún tipo de discriminación?	Más que discriminación, en uno de los 5 grupos de sexto se percibió apatía, poca capacidad de negociación o poco interés hacia el trabajo.
¿Cuántos equipos fueron liderados por mujeres?	La mitad de los equipos
¿Cuántas actividades son completadas con éxito?	4 de las 6 propuestas
¿El tiempo de clase es suficiente para las actividades?	No en todas las actividades, para el dragón se solicitó un permiso especial, de igual manera para los leds RGB, y en el caso de las etiquetas tampoco se completaron en una sesión, se usaron dos y aun así algunos alumnos cortaron sus etiquetas después de clase.

Nota: Elaboración propia.

La mayoría del alumnado se involucró de forma activa en las actividades propuestas en esta intervención, aunque se halla también que en un grupo no se logró este involucramiento debido a la actitud del alumnado. Se habla de que hubo niñas liderando equipos, más de la mitad de las actividades fueron logradas con éxito. Adicionalmente se encuentra que el tiempo no fue suficiente para algunas de las actividades.

DISCUSIÓN

Uno de los desafíos más grandes en esta intervención fue el retomar, con las y los estudiantes, hábitos que se perdieron durante la pandemia; si bien el ir al laboratorio despertaba curiosidad y otras sensaciones positivas, había que lidiar también con clases híbridas, alumnos ausentes por cuestiones sanitarias, alumnos con pérdida de habilidades sociales, menos tolerantes a la frustración, menos habituados a seguir las normas de las escuelas.

El regreso a las aulas tras dos ciclos escolares a distancia expuso las deficiencias del alumnado sobre su comportamiento y los conocimientos esperados para el grado escolar cursado. Por ende, el volver a clases presenciales les demandó un esfuerzo arduo y constante; por un lado, para mejorar su nivel académico y por el otro para hacer las correcciones necesarias sobre su comportamiento. (Cruz Gaytán, 2022, p. 72-73)

Lehmans y Capelle (2019) señalan que el descubrimiento del lugar, de sus objetos y el encuentro entre las y los estudiantes y otros participantes al interior del FabLab suscitan la

creatividad del alumnado quienes modelan y organizan a su manera el espacio de trabajo que ocupan temporalmente. Al filo de las jornadas, el estudiantado toma posesión del espacio a través de sus movimientos al levantarse y desplazarse por el espacio para ver que hacen y/o los avances de otros equipos.

Los resultados obtenidos por Lehmans y Capelle contrastan con lo hallado en esta investigación, pues sucedió al revés de lo que ellos narran, en el presente estudio el alumnado tuvo mayor desplazamiento por el espacio al inicio de esta intervención, ya que en un primer momento la emoción por ir al laboratorio, les hizo querer recorrer todos los espacios, desear tocar y manipular las máquinas y las herramientas, lo cual era un factor de distracción, sin embargo, conforme se fueron realizando las actividades y emplearon los materiales del laboratorio, ayudó a que las alumnas y alumnos se dispersan menos y se lograran los objetivos planteados al inicio de la mayoría de las actividades, lo cual también resultó en una disminución de las áreas de oportunidad detectadas y que poco a poco ellas y ellos comenzaran a organizar sus espacios de aprendizaje de una mejor manera.

Otro punto que vale la pena resaltar es que se ha tenido como objetivo que en cada actividad las niñas se sientan confiadas, sin ser tratadas de forma superior ni inferior a los niños, buscando en todo momento un ambiente inclusivo, de respeto y en el que todas y todos puedan asumir en algún momento un rol de liderazgo, respondiendo todas las dudas existentes y motivando su curiosidad y creatividad en todo momento.

En la actividad en la que las niñas mostraron en general un interés y un desempeño muy superior al de los niños fue en el cortado de etiquetas de vinil, ya que fueron pocos los niños que mostraron creatividad, en cambio, la mayoría de las niñas puso en marcha su creatividad y capacidad de diseñar algo propio y no solamente copiar alguna silueta de internet, lo cual las hizo sentir más confiadas y capaces.

En cuanto a las otras actividades, el interés y desempeño de alumnas y alumnos fue bastante similar, por tanto, se puede inferir que el interés que sienten por las áreas STEAM no tiene un sesgo de género, sin embargo, sería importante realizar estudios posteriores con otros grupos que se encuentren en esta etapa de cambio entre la primaria y la secundaria, pues uno de los mayores retos que se han encontrado en las investigaciones sobre la implementación de actividades STEAM desde la infancia, es encontrar las edades en que niñas pueden llegar a distanciarse de las ciencias (entre los nueve y lo doce años), por lo cual se advierte que los estereotipos socializados están presentes y ligados a las profesiones STEAM. (Juvera y Hernández-López, 2021, p. 16-17)

Quinche y Didier (2019, p. 5) señalan con base en los resultados que obtuvieron en una investigación de FabLabs en Suiza que pese al entusiasmo de las y los estudiantes, y que tuvieron aprendizajes satisfactorios, desde un punto de vista creativo, los objetos realizados no eran particularmente innovadores salvo un par de excepciones, pues la mayoría de ellos habían tenido dificultades para encontrar ideas y se han copiado entre ellos. Adicionalmente constataron la falta de reflexión crítica del alumnado, debida a una fascinación por la novedad del espacio como puede ser el corte laser o el manejo de herramientas informáticas, sin embargo, no tenían ninguna interrogante sobre cómo las máquinas y elementos del laboratorio pueden hacer aportes o cambios sociales.

En el presente estudio se perciben momentos de alta creatividad, sin embargo, también tienen otros donde al igual que en el estudio de Quinche y Didier, se dedicaron a copiar diseños ya existentes en el laboratorio o que encontraron al hacer una búsqueda en internet, por tanto, existe una gran área de oportunidad en la que se debe buscar que todas las actividades en el FabLab promuevan en gran medida una creatividad que no dependa de copiar diseños de otros equipos del grupo, de proyectos anteriores que estén en exhibición en el FabLab o de ideas que se encuentren al navegar en internet.

Por otro lado, con las actividades realizadas a lo largo del ciclo escolar no se genera per se una brecha de género, sin embargo, sí se genera una brecha social entre el alumnado de una escuela como la descrita en el presente caso de estudio y el alumnado de escuelas públicas.

Esto no se suscita a causa de las y los estudiantes, sino porque el sistema de educación pública no está en capacidad de brindar este tipo de oportunidades en sus escuelas, que son a donde acude la mayoría de la población. Adicionalmente, como señalan Murillo, Martínez-Garrido, y Graña (2020, p. 12) las escuelas públicas no cuentan con la capacidad necesaria para atender a todas las y los estudiantes donde se encuentran ubicadas; en segundo lugar, las instituciones públicas no están en capacidad de dar respuesta a las necesidades formativas que solicitan algunas familias.

Por lo mismo, si el sistema de educación pública en México no logra brindar una educación de calidad inclusiva y equitativa para todos, la pobreza y la desigualdad seguirán creciendo, pues no es la misma educación la que reciben las clases altas que las clases bajas. Y no solo eso, aún existen sectores de la población que no tienen acceso a la educación; adicionalmente el rezago tecnológico de quienes viven en condiciones de pobreza se percibe con mayor crudeza y el derecho al acceso y uso de Tecnologías de la Información no ha sido garantizado por el gobierno y sus instancias correspondientes. (Pérez-Archundia, 2020)

Tomando en cuenta la información descrita en párrafos anteriores, de alguna manera, la existencia de escuelas privadas le resuelve a las instancias de educación pública la incapacidad para brindar educación de calidad en todos los sectores de la población, y es por eso que también fomenta la existencia de escuelas privadas, sin embargo, también provoca una segregación de la población, ya que las oportunidades no son las mismas para todas y todos.

CONCLUSIONES

El presente estudio nace de la necesidad de integrar el FabLab Santa Mónica al currículo escolar de la escuela donde se encuentra instalado. Es por ello que en un primer acercamiento a este espacio, se propuso una serie de actividades STEAM con las alumnas y alumnos del sexto grado de educación primaria, donde tuvieran como una de sus tareas emplear las máquinas y/o herramientas con que cuenta el laboratorio.

A lo largo del ciclo escolar el alumnado tuvo oportunidad de estar en contacto con las diversas máquinas, herramientas y equipos que conforman el laboratorio, y en cada una de las ocasiones donde acudieron al FabLab se presentaron una serie de situaciones que

permitieron evaluar qué tanto estaban aprovechando el espacio y si eran conscientes del potencial del mismo.

Con base en los resultados obtenidos, se puede afirmar que en general emplearon de forma adecuada las máquinas y los materiales proporcionados; no se presentaron situaciones en las que las niñas fueran discriminadas o segregadas y todas las actividades condujeron a algún resultado.

Dentro de los resultados más significativos se logró que las niñas fueran líderes de equipo en la mitad de los proyectos, sintiéndose capaces de resolver los desafíos que implicaban cada una de las actividades, además de dar rienda suelta a su creatividad.

Al alumnado en general se le dio un panorama mucho más amplio respecto de las posibilidades de la fabricación digital y cómo es que estos procesos los pueden aplicar en su quehacer cotidiano en la escuela. Tampoco se puede dejar de lado que aprendieron a usar de forma segura herramientas eléctricas y manuales, siempre con ayuda y supervisión de un adulto responsable, pero solo como acompañamiento, ya que ellos fueron los protagonistas al operar las herramientas.

Sin embargo, la intervención no logró despertar del todo una creatividad que estuviera orientada no solamente hacia las actividades propuestas por el encargado del laboratorio, sino que les permitiera proponer y aprovechar las posibilidades que brinda este espacio para generar productos para otras asignaturas. Ya que al menos en ese ciclo escolar, solamente 4 estudiantes se acercaron al laboratorio para elaborar materiales de otras materias.

En otro panorama, sería un excelente punto de comparación el poder realizar un estudio similar en grupos de sexto grado de escuelas públicas; además de que la implementación de un espacio similar en escuelas públicas, serviría para contrarrestar la segregación educativa que existe entre estas y las de corte privado, no obstante, para poder implementar estos espacios se requiere un presupuesto basto, por ende, su integración en el sistema público implicaría gran parte del presupuesto educativo y/o el patrocinio de instancias privadas.

De volverse una realidad en el sistema de educación pública, es muy probable que un solo FabLab tuviera que atender a una gran cantidad de escuelas aledañas. Por lo mismo, se tendría que pensar en cómo garantizar el traslado y acceso de los alumnos y alumnas a estos espacios, o, por el contrario, construir un FabLab móvil para que pueda visitar cada una de las instituciones a las que atendería.

Y aun cuando las instituciones privadas de educación básica manejan presupuestos más amplios en comparación con instituciones públicas, tampoco es fácil su implementación, ya que implica el manejo de una matrícula significativa y un alto poder adquisitivo por parte de las familias que se integran a esta comunidad educativa.

Es recomendable que futuras investigaciones verifiquen si hay otros FabLab en Latinoamérica que brinden especial atención a escuelas de educación básica, cómo es que han desarrollado sus procesos educativos, qué obstáculos se les han presentado en el camino, cómo es que los han resuelto; y en un panorama más general, también realizar investigaciones donde se aborden temáticas sobre fabricación digital y perspectiva de género, para así

extrapolar los resultados a los diferentes contextos educativos donde la fabricación digital esté presente.

Agradecimiento

"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

- Acevedo-Díaz, J. A. (2020). *Todo lo que siempre quiso saber sobre STEM/STEAM y nunca se atrevió a preguntar*. Formación IB: <http://formacionib.org/noticias/?Todo-lo-que-siempre-quiso-saber-sobre-STEM-STEAM-y-nunca-se-atrevio-a-preguntar>
- Barber, C. R., Palasota, J. A., Steiger, M. A., Bagnall, R. A., Reina, J. C., Wagle, J., & Bai, Y. (2020). Enhancing STEM equity programs with action research. *Action Research*, 19(4), 614-631. doi:<https://doi.org/10.1177/1476750320910491>
- Centre de services scolaire Marguerite-Bourgeoys. (2022). *FAB LAB CSSMB*. Centre de services scolaire Marguerite-Bourgeoys: <https://fablab.servicescsmb.com/fablab/>
- Cité des sciences et de l'industrie. (s.f.). *Fab Lab à l'école*. L'équipement et la méthodologie d'un fab lab dans l'école: <https://www.cite-sciences.fr/fr/vous-etes/enseignants/formations-et-projets/fab-lab-a-lecole>
- Cruz-Gaytán, I. A. (2022). *Socialización infantil : consecuencias y afectaciones del encierro generado por la pandemia del COVID-19 en niños de educación primaria en el pueblo de San Andrés Totoltepec-CDMX*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades.
<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/26773/1/51029.pdf>
- Fablabs.io. (2023). *Add a Lab*. <https://www.fablabs.io/labs/new>
- FCCyT. (Noviembre de 2019). *La perspectiva de género en el sector de ciencia, tecnología e innovación*. Consultivo Científico y Tecnológico, AC:
<https://movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/01/La-Perspectiva-de-Genero-en-el-sector-de-Ciencia-Tecnologia-e-Innovacion.pdf>
- Guenaga-Gómez, M., & Álvarez-Fernández, L. (2020). Inspira STEAM: rompiendo la brecha de confianza con roles femeninos. *Investigaciones Feministas*, 11(2), 273-286. doi:<http://dx.doi.org/10.5209/infe.65836>
- Gras-Marín, M., & Alí-Fojaco, C. (2021). Estrategia Educación STEM para México. Visión de Éxito Intersectorial del Eje Estratégico Educación STEM - Inclusión con

Perspectiva de Género y foco en Mujeres.: https://movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/09/Vision-Exito-Intersectorial-_Eje-Inclusion-Perspectiva-Genero-STEM.pdf

González-Patiño, J., Esteban-Guitart, M., & San-Gregorio, S. (2017). Participación Infantil en la Transformación de sus Espacios de Aprendizaje: Democratizando la Creación mediante un Proyecto de Fabricación Digital en un Fablab. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*, 6(1), 137-154. doi:<https://doi.org/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

Jarillo-Aguilar, I. A. (2023). Laboratorios de Fabricación Digital (FabLab) y su implementación en educación básica. Una revisión sistemática. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 14(27). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1560>

Juvera, J., & Hernández-López, S. (2021). STEAM en la infancia y la brecha de género. Una propuesta para la educación no formal. *Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 9(21), 9-25. doi:<https://doi.org/10.37467/gka-revedu.v9.2712>

Latorre, A. (2005). *La investigación-acción Conocer y cambiar la práctica educativa* (Tercera ed.). Barcelona: Editorial Graó, de IRIF, S.L.

Lehmans, A., & Capelle, C. (2019). Apprendre hors-champs : les FabLabs comme espaces de savoirs. *Revue COSSI*(6). doi:https://doi.org/10.34745/numerev_1625

López, E. (Abril de 2021). *STEAM, educar para el futuro*. Cuadernos de Pedagogía: https://www.cuadernosdepedagogia.com/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAA AAAAEAMtMSbF1CTEAAmMjEwsTC7Wy1KLizPw8WyMDI0MDEwMztlbz8lNQQF2fb0ryU1LTMvNQUkJLMTeEqX_OSQyoJU27TEEnOJUtdSk_PxsFJPiYSYAAJsl_3VjAAAAWKE#:~:text=El%20modelo%20STEAM%20nos%20permite,buscando

Mora, M. (2022). Niveles socioeconómicos en México. Rankia: <https://www.rankia.mx/blog/mejores-opiniones-mexico/3095882-niveles-socioeconomicos-mexico>

Murillo, F. J., Martínez-Garrido, C., & Graña, R. (2020). Escuelas públicas para pobres, escuelas privadas para ricos: relación entre educación privada y segregación escolar de carácter socio-económico en América Latina. *Revista científica RUNAE*(5), 11-22. <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/1680>

Nail, L., & El-Deghaidy, H. (2021). The Fab Lab Classroom: Scaffolding STEM Concepts by Adopting and Adapting Design Thinking. *FabLearn Europe / MakeEd 2021 - An*

International Conference on Computing, Design and Making in Education(18), 1-4.
doi:<https://doi.org/10.1145/3466725.3466764>

- Pérez-Archundia, E. (2020). Desigualdad y rezago. El sistema educativo mexicano al desnudo frente a la pandemia del COVID-19. *Entramados : educación y sociedad*, 7(7), 36-41. <http://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/entramados/article/view/4212>
- Rojas, G., Gómez-Alatorre, E., Segura, L., Cuiilty-Esquivel, K., & Muñoz-Morales, A. C. (2020). Mujeres eligiendo carreras STEM. Reporte de Investigación, Centro de Investigación de la Mujer en la Alta Dirección – (CIMAD), IPADE, Movimiento STEM. <https://blog.movimientosteam.org/wp-content/uploads/2021/01/Mujeres-eligiendo-carreras-STEM-%E2%80%93-MovimientoSTEAM-%E2%80%93-CIMAD>
- Quinche, F., & Didier, J. (s.f.). Questionner l'apprentissage des technologies dans l'enseignement scolaire Apports et limites du modèle des Fablabs et Makerspaces dans ce contexte. *Communication présentée à La semaine de l'innovation de l'Université de Lyon, Mieux apprendre à innover ? Lyon, France.*, (págs. 1-9). <http://hdl.handle.net/20.500.12162/3723>
- Soomro, S. A., Casakin, H., & Georgiev, G. V. (2022). A Systematic Review on FabLab Environments and Creativity: Implications for Design. *Buildings*, 12(6), 804. doi:<https://doi.org/10.3390/buildings12060804>
- The Fab Foundation. (2022). *Getting Started with Fab Labs*. fabfoundation: <https://fabfoundation.org/getting-started/>
- Universcience. (2022). *Dossier de Presse*. Fab Lab à l'école: https://www.reseau-canope.fr/fileadmin/user_upload/Academies-ateliers/DT_Languedoc-Roussillon_Midi-Pyrenees_LRMP/fab_lab/DP_FabLab_Ecole_03_06_22.pdf
- Vargas-Trujillo, E., & Gambara D'Errico, H. (2008). *Evaluación de programas y proyectos de intervención Una guía con enfoque de género*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad de los Andes.
- 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.
- Yakman, G. (2012). Recognizing the A in STEM Education. *Middle Ground*, 16(1), 15-16.