

Experiencias educativas de investigación para el desarrollo de las metodologías en cultura maker en escenarios de formación de jóvenes: una revisión sistemática¹

Julián David Castañeda Muñoz²

Natali Rendón Galvez³

Oscar Armando Jaramillo García⁴

Resumen

Las interrelaciones educativas, digitales, y las formas de comunicación emergentes, hacen necesario reconocer la sociedad del conocimiento, gracias al auge acelerado del uso y conocimiento de las tecnologías, la importancia de realizar prácticas educativas dinámicas e innovadoras. La cultura maker promueve la resolución de problemas de manera creativa y colaborativa, y aportaría al desarrollo de la región Centro Sur de Colombia, que se encuentra sometida a problemáticas como, el empobrecimiento, el analfabetismo, la falta de oportunidades, el conflicto armado, y la migración. Siguiendo el modelo PRISMA de revisión sistemática, esta investigación tuvo el objetivo de responder a preguntas sobre estrategias metodológicas, tecnologías empleadas, problemáticas abordadas y productos desarrollados en experiencias maker. Se realizó en cuatro bases de datos (Latindex, Redalyc, SCOPUS, WOS), encontrando 98 publicaciones.

Fecha de ingreso:

07 de noviembre de 2024

Fecha de publicación: 12
de diciembre de 2025

Referencia:

Castañeda-Muñoz, J. D.,
Natali Rendón-Galvez,
N. y Jaramillo-García, O.
A. (2026). Experiencias
educativas de investigación
para el desarrollo de las
metodologías en cultura
maker en escenarios de
formación de jóvenes:
una revisión sistemática.

Revista Aletheia, 18(1), 1-32.

[https://doi.org/10.11600/
ale.v18i1.827](https://doi.org/10.11600/ale.v18i1.827)

1 El presente artículo hace parte del proyecto de regalías código BPIN 2020000100461: "Fortalecimiento del Sistema de Gestión del Conocimiento en Educación para el departamento del Huila" y del macroproyecto "Articulación de los saberes populares y ancestrales con los saberes institucionales para potenciar el desarrollo humano, la identidad territorial, el cuidado de la vida, los procesos organizativos y ambientales en el territorio" que se desarrolló en el municipio de Garzón entre 2022 y 2024-I.

2 Doctor en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud; Magíster en Educación y Desarrollo Humano; Psicólogo. Vinculado a la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Correo electrónico: julian.castaneda@uniminuto.edu; Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3762-9411>

3 Magíster en Metodología de la Investigación en Ciencias de la Salud; Fisioterapeuta. Vinculada a la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Correo electrónico: natali.rendon@uniminuto.edu Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3328-1342>

4 Posdoctor en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud. Convenio: Universidad de Manizales-CINDE, Universidad Católica Pontificia de - Sao Pablo, El Colegio de la Frontera Norte y CLACSO; Doctor en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, Universidad de Manizales-CINDE; Máster en Ciencias Humanas, Universidad París-Est Creteil Val de Marne. Magíster en Ciencias Sociales, Universidad de Caldas; Magíster en Educación y Desarrollo Humano, Universidad de Manizales-CINDE y Psicólogo de la Universidad Católica de Pereira. Docente Facultad de Ciencias de la Educación Universidad Tecnológica de Pereira. Docente de la Línea de Socialización Política y Construcción de Subjetividades, Doctorado en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud-CEANJ. Temas de investigación: Estudios en gubernamentalidad, procesos de subjetivación, colectivización juvenil, prácticas artísticas juveniles y gramáticas sociales. Correo electrónico: oscarjaramillo306@gmail.com; oscar.jaramillo@utp.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6580-7847>



Las investigaciones revelan una variedad de metodologías empleadas que fomentaron el desarrollo de habilidades técnicas y sociales en las y los jóvenes. Se observó un uso notable de tecnologías como Arduino e impresión 3D, abordando diversas problemáticas sociales y dando como resultado creaciones que buscan soluciones efectivas. Se concluye que existe una escasez de literatura científica sobre la cultura maker en la educación juvenil, lo cual representa una oportunidad para futuros estudios.

Palabras clave:

cultura maker; metodologías activas; STEAM; jóvenes; entornos educativos.

Educational research experiences for the development of maker culture methodologies in youth training scenarios: a systematic review

Abstract

The educational and digital interrelations, and the emerging forms of communication, make it necessary to recognize the knowledge society thanks to the accelerated rise in the use and knowledge of technologies, the importance of carrying out dynamic and innovative educational practices. The maker culture promotes problem solving in a creative and collaborative way, which would contribute to the development of the South Central region of Colombia, which is subject to problems such as impoverishment, illiteracy, lack of opportunities, armed conflict, and migration. Following the PRISMA model of systematic review, this research had the objective of answering questions about methodological strategies, technologies used, problems addressed and products developed in maker experiences. It was carried out in four databases (Latindex, Redalyc, SCOPUS, WOS), finding 98 publications. Research reveals a variety of methodologies used that promoted the development of technical and social skills in young people. A notable use of technologies such as Arduino and 3D printing was observed, addressing various social problems and resulting in creations that seek effective solutions. It is concluded that there is a shortage of scientific literature on maker culture in youth education, which represents an opportunity for future studies.

Keywords:

maker culture; active methodologies; STEAM; youths; educational environments.

Experiências educativas de pesquisa para o desenvolvimento de metodologias na cultura maker em cenários de formação de jovens: uma revisão sistemática

Resumo

As inter-relações educativas, digitais e as formas emergentes de comunicação tornam necessário reconhecer a sociedade do conhecimento, graças ao crescimento acelerado do uso e domínio das tecnologias, destacando a importância de realizar práticas educativas dinâmicas e inovadoras. A cultura maker promove a resolução de problemas de maneira criativa e colaborativa, contribuindo para o desenvolvimento da região Centro-Sul da Colômbia, que enfrenta problemáticas como empobrecimento, analfabetismo, falta de oportunidades, conflito armado e migração. Seguindo o modelo PRISMA de revisão sistemática, esta pesquisa teve como objetivo responder a questões sobre estratégias metodológicas, tecnologias utilizadas, problemáticas abordadas e produtos desenvolvidos em experiências maker. Foi realizada em quatro bases de dados (Latindex, Redalyc, SCOPUS, WOS), encontrando 98 publicações. As investigações revelam uma variedade de metodologias empregadas que fomentaram o desenvolvimento de habilidades técnicas e sociais em jovens. Observou-se um uso notável de tecnologias como Arduino e impressão 3D, abordando diversas problemáticas sociais e resultando em criações que buscam soluções efetivas. Conclui-se que há uma escassez de literatura científica sobre a cultura maker na educação juvenil, representando uma oportunidade para estudos futuros.

Palavras-chave:

cultura maker; metodologias ativas; STEAM; jovens; ambientes educativos.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Introducción

Los procesos de aprendizaje, la globalización, el paradigma de la sociedad red, las redes de aprendizaje y la inteligencia artificial mediada por diversas formas de comunicación generan focos de estudio para las ciencias humanas, sociales y los estudios sociales. Las interrelaciones educativas y digitales, las formas de comunicación emergentes, las y los jóvenes presentes en internet son un campo de acción novedoso y actual para la investigación.

En el contexto expuesto, es necesario indicar que la sociedad del conocimiento (Charris-Muños et al., 2022) en los últimos tiempos se ha presentado de manera gradual en las diferentes formas de organización social y cultural, que han dado lugar a grandes transformaciones en el sistema educativo (Restrepo-Echevarría y Orosz, 2021). El auge acelerado del uso y conocimiento de las tecnologías, así como el aumento de información, transforman los estilos de aprendizaje y las interacciones de las y los jóvenes para acercarse al conocimiento. No obstante, la tradición curricular de los programas para la formación de jóvenes y la realización de procesos académicos e investigativos han presentado una tendencia a ser estáticos, monotemáticos y duraderos, lo que ha provocado desmotivación y deserción en los procesos de aprendizaje.

Además, en Colombia para 2023, el porcentaje de pobreza monetaria y desigualdad de ingresos fue del 33% de acuerdo con el DANE (2024a), así mismo, el 23,7% de la población de los municipios PDET (Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial) se encontraba en situación de pobreza multidimensional (DANE, 2024b). Además de estas pobreza, las y los jóvenes enfrentan violencias sistemáticas y vulneraciones que les motiva a establecer acciones de re- existencia en donde la creatividad, la agencia y la cooperación son elementos fundamentales para la justicia y el reconocimiento de la diferencia (Rengifo-Cuervo et al., 2023).

La región Centro Sur de Colombia enfrenta graves problemáticas en la actualidad como analfabetismo, bajo logro educativo,

barreras a servicios de cuidado a la primera infancia, acceso a servicios de salud, desempleo, hacinamiento, poco acceso al agua, violencia, conflicto armado, trabajo infantil, movilidad y migración, entre otras (Plan de Desarrollo Departamental 2024-2027 “Por un Huila Grande”). En el año 2021, el Departamento del Huila presentó una tasa de deserción del 8,33% en jóvenes y adultos en educación superior, siendo esta tasa equiparable con la tasa nacional, asimismo la tasa de tránsito inmediato a educación superior estuvo alrededor del 44,65% siendo esta tasa baja, puesto que el 55% de los graduados de bachiller no hacen tránsito inmediato, en relación con la tasa de cobertura de la educación superior en el año 2022 fue del 42,42%.

Las instituciones educativas, investigadores y docentes están llamados a impulsar el uso pertinente, pedagógico y generalizado de las nuevas y diversas tecnologías para apoyar la enseñanza, la construcción de conocimiento, el aprendizaje, la investigación y la innovación, fortaleciendo el desarrollo para la vida de jóvenes (Unesco, 2017). Por tal razón es pertinente, el desarrollo de nueva oferta académica, currículos dinámicos, cortos, certificables, sostenibles, la necesidad de la cooperación entre la empresa, los entes gubernamentales y las Instituciones de educación superior para la actualización constante, que permita las interacciones físicas, virtuales, híbridas, online y offline.

Por tal razón, se presenta novedad con la cultura maker, una metodología de aprendizaje caracterizado por actividades “hands-on”, que promueve la resolución de problemas de manera creativa y colaborativa a través de la apropiación de herramientas (de carpintería y artesanía), equipos electrónicos y recursos digitales para la elaboración de productos o artefactos físicos o virtuales, que también pueden ser la base de un prototipo o de un emprendimiento (De Oliveira et al., 2020). En la cultura maker, la creatividad y la autenticidad de las y los jóvenes, en conjunto con la pertinencia de los programas de formación, permite la resolución de problemáticas desde un co-protagonismo entre los pares, los académicos, las y los estudiantes y docentes.

Asimismo, la cultura maker en el modelo educativo facilita interrelación entre teoría – práctica, permite que las y los jóvenes

sean protagonistas de su propio aprendizaje, en formatos de coworking (colaborativos y cooperativos) conocidos como makerspace, espacios maker, fab-labs o laboratorios de creación donde la investigación, la experimentación y resolución de problemas son experiencias propias del aprendizaje.

En este sentido, García y Carrascal (2017) citan los cuatro pilares sobre los que se debe basar la educación para el siglo XXI (Aprender a conocer, Aprender a hacer, Aprender a vivir juntos y Aprender a ser), indicando que promueven encuentros culturales donde se producen intercambios de igualdad. A partir del trabajo bajo la cultura maker en educación, es posible llegar al reconocimiento de saber y la construcción de vivencias que permita a los estudiantes y docentes identificar otras maneras de interacción en escenarios formativos, que al mismo tiempo pueden dar respuestas interdisciplinarias a los focos problemáticos del departamento.

En esta línea, se pretende aportar al cuarto objetivo de desarrollo sostenible planteado por la ONU, educación de calidad, en cuanto se reconocen investigaciones que abordan experiencias educativas en el desarrollo de la cultura maker en escenarios formativos de jóvenes, ello realizado desde un proceso de revisión sistemática de literatura bajo el modelo PRISMA; así mismo pretende el reconocimiento de las competencias necesarias en educación para asegurar el acceso igualitario, potenciar que las y los estudiantes identifiquen programas de enseñanza superior, incluidos programas de formación en tecnologías de la información y las comunicaciones, además de aumentar la oferta y las capacidades de docentes calificados.

Metodología

Diseño

De acuerdo con los objetivos planteados, se propuso una investigación documental tipo revisión sistemática de la literatura bajo el enfoque PRISMA que establece los lineamientos para evaluar la fiabilidad y aplicabilidad de hallazgos en diferentes entornos. Con base en los principios PRISMA se caracterizan y delimitan los desarrollos investigativos que permiten reconocer procesos

de desarrollo, fases, principios, estrategias, didácticas, logros, fortalezas y aspectos de mejora de las experiencias maker por y/o para jóvenes. Desde esta perspectiva, utiliza la lista de verificación propuesta por la Declaración PRISMA 2020 (Moher et al., 2010; Page et al., 2021a, 2021b) y, asimismo, con ayuda de la herramienta ofimática Excel, se realiza el registro de los reportes de las bases de datos.

En la selección de los reportes investigativos se tienen en cuenta aquellos documentos que están reportados en los últimos 10 años, es decir 2015 a 2024, artículos que presentan los ítems solicitados por PRISMA (autor, introducción, metodología, hallazgos y conclusiones), artículos que dan cuenta de los desarrollos investigativos, de acceso abierto o en su defecto el autor permite su lectura a cabalidad y finalmente artículos que en su búsqueda mencionan en el contenido las palabras “educación”, “cultura maker”, “jóvenes” o las palabras que recomiendan los tesauros de acuerdo a las bases de datos especializadas.

Para llevar a cabo las búsquedas se escogieron bases de datos con un alto grado de confiabilidad y multidisciplinarias (Latindex, Redalyc, SCOPUS y WOS), con las cuales además de la caracterización o mapeo de los documentos encontrados (Bases de datos, Autores, Año, País, Idioma, Canal y tipo de publicación) se espera dar respuesta a los siguientes planteamientos:

- a) Q1.** ¿Cuáles son las estrategias metodológicas empleadas en las experiencias investigativas de cultura maker?
- b) Q2.** ¿Qué tipo de tecnología es la más usada en las experiencias maker?
- c) Q3.** ¿Qué problemáticas se plantean y desean resolver los jóvenes a través de sus experiencias con la cultura maker?
- d) Q4.** ¿Cuáles son los productos desarrollados por los jóvenes en experiencias maker?

Se proponen los criterios de inclusión y exclusión de la Tabla 1.

Tabla 1

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Documentos en cualquier idioma	Publicaciones que tuvieran como población estudio o población objeto, otra que no fuera jóvenes (de 14 a 28 años)
Publicaciones entre el 2015 y el 2024	Publicaciones que no se desarrollaran en entornos de formación
Publicaciones que incluyan el tema de cultura maker	Artículos repetidos en alguna base de datos (se tomó solo de la primera en que haya aparecido)

Fuente: Elaboración propia

Términos de búsqueda

Los términos de búsqueda variaron de acuerdo con la base de datos, sin embargo, siempre se mantuvo consenso frente a las palabras claves “cultura maker” y “juventud” y/o términos relacionados o en inglés, esta información se amplía a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2

Estrategia de búsqueda

Base de datos	Protocolo de búsqueda	Filtros adicionales	Número de resultados
Latindex	Se realizaron dos búsquedas simples el día 7 de junio 2024 “Cultura maker” “Maker culture”	N/A	6 12
Redalyc	Se llevó a cabo una búsqueda simple el día 7 de junio de 2024, con el término de búsqueda “cultura maker” arrojando 96 resultados. Tras una lectura del resumen, se evidenció que 65 documentos no incluían el tema de cultura maker y fueron descartados.	Año: 2015 - 2024	31
SCOPUS	Se realizó una búsqueda avanzada el día 7 de junio 2024, empleando los siguientes términos: (TITLE-ABS-KEY(“maker culture”) AND TITLE-ABS-KEY(youth* OR young*))	Año: 2015- 2024	25

WOS	Búsqueda avanzada realizada el 11 junio 2024 con los términos (TS=("Maker culture")) AND TS=((Young OR youth))	Año: 2015-2024	24
Total	-	-	98

Fuente: Elaboración propia.

Proceso de selección

Una base de datos para recopilar información sobre las búsquedas fue creada por uno de los revisores a través de una hoja de Excel para trabajo colaborativo, en la cual se pretendió recolectar información únicamente del mapeo de las búsquedas, sin embargo, posteriormente la herramienta fue utilizada para la calificación de las publicaciones y para recolectar información que diera respuesta a las cuatro preguntas en el caso de las publicaciones seleccionadas.

A través de esta herramienta, se evidenció que solo 68 documentos correspondían a artículos de investigación, por lo que se accedió a incluir otra tipología de publicaciones. Tras la eliminación manual de las publicaciones duplicadas, fueron seleccionados 74 documentos y posteriormente se comprobó que el texto completo fuese accesible, en este punto se excluyeron 8 documentos. Los autores realizaron lectura completa de las 66 publicaciones restantes (67,3% de las encontradas) y calificaron de acuerdo con el formulario de recopilación de datos (Tabla 3).

Tabla 3*Formulario modelo de recopilación de datos*

Criterio	SI	NO ES CLARO O NO SE MENCIONA	Nº
La publicación se desarrolla en un escenario de formación	1	0,5	0
La publicación se desarrolla con población entre 14 y 28 años	1	0,5	0
El artículo presenta una estrategia metodológica (basada en proyectos, basado en casos)	1	0,5	0
Propone una problemática a resolver	1	0,5	0
Indica el producto desarrollado	1	0,5	0
Hubo un proceso claro de investigación	1	0,5	0

Fuente: Elaboración propia.

Al hacer uso de este formulario, cada publicación puede obtener un puntaje de 0 a 6 puntos. La puntuación de corte para incluir una publicación es 4 puntos ($\approx$ Q1).

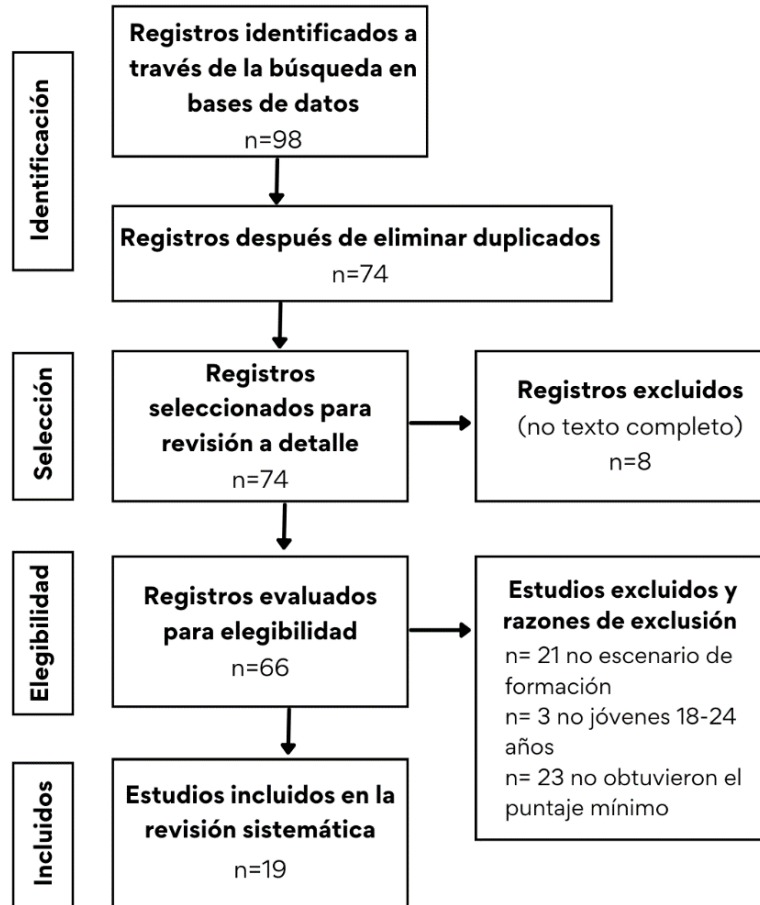
Para este último paso, se establecieron tres causas de exclusión:

- 1) Obtener un puntaje mínimo del establecido bajo el formulario modelo de recopilación de datos (<4) (23 publicaciones eliminadas).
- 2) La investigación no fue desarrollada en un escenario formativo (21 publicaciones eliminadas).
- 3) La investigación no fue desarrollada por o para jóvenes (14 a 28 años) (3 publicaciones eliminadas).

Finalmente, 19 publicaciones fueron seleccionadas, como se evidencia en el flujograma (Gráfico 1).

Gráfico 1

Flujograma



Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Este apartado se divide en dos momentos, el primero corresponde al mapeo de los documentos seleccionados, que se puede ampliar en la Tabla 4 y los Gráficos 2 y 3; el segundo momento corresponde con la descripción de los hallazgos frente a cada pregunta de investigación, se puede encontrar, además un apartado adicional de otros hallazgos.

Tabla 4*Documentos seleccionados*

N.º	Título	Base de datos	País	Año	Idioma	Canal y tipo de publicación
1	Integración del movimiento maker en el aula: una experiencia práctica en el primer año de un proyecto educativo	Latindex	España	2023	Español	Artículo de investigación
2	Combinando Impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje	Latindex, Redalyc	España	2021	Español	Artículo de investigación
3	Competencias docentes implicadas en el diseño de Entornos Literarios Inmersivos: conjugando proyectos STEAM y cultura maker	Latindex, Redalyc SCOPUSWOS	España	2023	Español	Artículo de investigación
4	Criando Material educacional: invoçao, arduino e movimento maker	Latindex	Brasil	2019	Portugués	Artículo de investigación
5	Experiencias de la cultura maker en la asignatura arquitectura de computadoras	Latindex	Ecuador	2020	Español	Artículo de investigación
6	Comunicación, integración tecnológica e innovación educativa	Redalyc	Argentina	2024	Español	Artículo de investigación

7	M o d a e Fabricação Digital: pesquisa empírica sobre a viabilidade de possíveis benefícios em adotar os laboratórios de fabricação digital como campo de estudo, produção e pesquisa de moda no Brasil	Redalyc	Brasil	2019	Portugués	Artículo de investigación
8	Integração de tecnologia na educação: proposta de modelo para capacitação docente inspirada no TPACK	Redalyc	Brasil	2021	Portugués	Artículo de investigación
9	la práctica social de innovar en un makerspace universitario	Redalyc	México	2022	Español	Artículo de investigación
10	Metodologias ativas numa escola técnica profissionalizante	Redalyc	Brasil	2020	Portugués	Artículo de investigación
11	Digital making with "at-risk" youth	SCOPUS	Canadá	2017	Inglés	Artículo de investigación
12	From Hacking Things to Making Things. Rethinking making by supporting non- expert users in a FabLab.	SCOPUS	Bélgica	2016	Inglés	Artículo de investigación
13	Of Women Tech Pioneers and Tiny Experts of Ingenuity	SCOPUSWOS	Islandia	2020	Inglés	Artículo de investigación
14	StoryMakAR: Bringing Stories to Life With An Augmented Reality & Physical Prototyping Toolkit for Youth	SCOPUS WOS	Estados Unidos	2020	Inglés	Artículo en conferencia

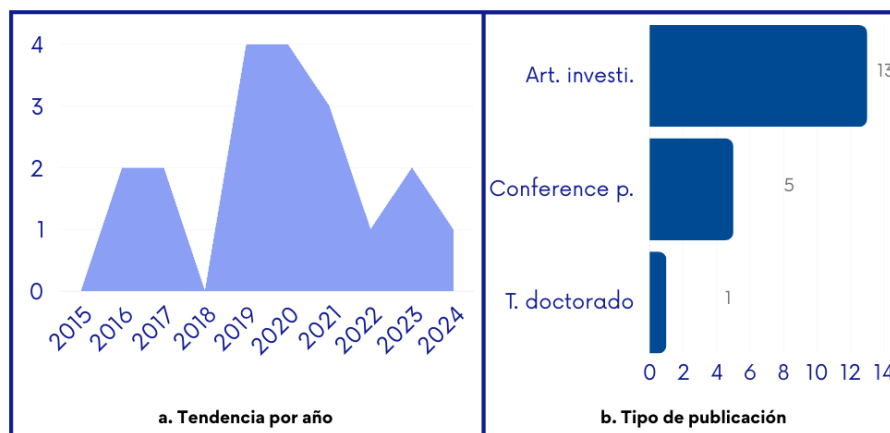
15	Twinning iterative design with community cultural wealth: Toward a locally-grounded, expansive maker culture	SCOPUS WOS	Estados Unidos	2019	Inglés	Artículo en conferencia
16	Designing for and Facilitating Meaningful Making with Refugee Children	SCOPUS WOS	Estados Unidos	2019	Inglés	Artículo en conferencia
17	Maker' within Constraints: Exploratory Study of Young Learners using Arduino at a High School in India	SCOPUS WOS	India	2017	Inglés	Artículo en conferencia
18	Engaging 'At-Risk' Students through Maker Culture Activities	SCOPUS WOS	Canadá	2017	Inglés	Artículo en conferencia
19	Cultura Maker em Contextos Educativos: Um Estudo de Caso em Escolas Municipais do Recife	WOS	Portugal	2021	Portugués	Tesis de doctorado

Fuente: Elaboración propia.

De las 19 publicaciones que conforman la muestra, se evidencia un pico entre los años 2019 y 2021, conteniendo entre esos años el 57,8% de los estudios incluidos. En relación con el tipo de publicación, aunque los artículos de conferencia no fueron los más representativos (26%) (Gráfico 2), destacaron por sus altos puntajes en la evaluación bajo el formulario de recopilación de datos, donde incluso obtuvieron calificaciones perfectas, con una media de 5,6 puntos.

Gráfico 2

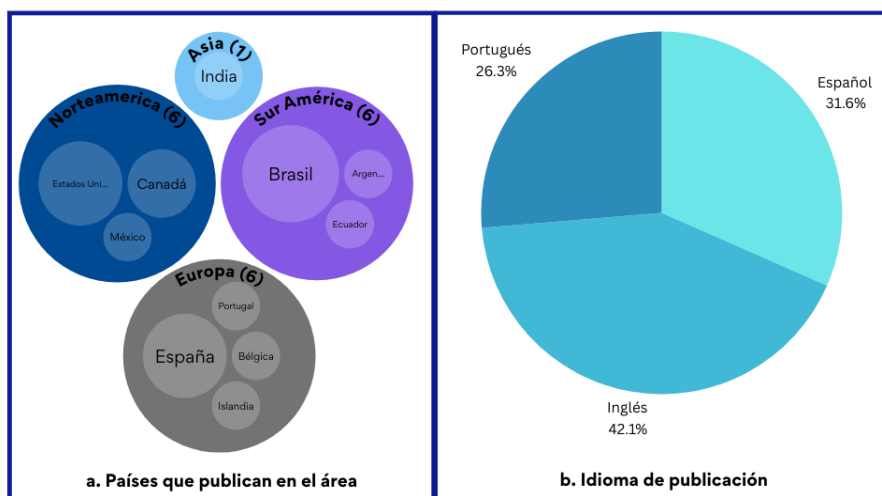
Año y tipo de publicación



Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia una igualdad entre los documentos publicados por países suramericanos, norteamericanos y europeos. Resalta Brasil con 4 artículos de investigación, Estados Unidos con 3 artículos de conferencia y España con 3 artículos de investigación (Gráfico 3). Se evidencia la falta de publicaciones colombianas según los términos de búsqueda, aunque se encontraron artículos del país previo a la lectura completa, estos eran en su mayoría de revisión y se descartaron por no cumplir con los criterios 1 y 6 del formulario de recopilación de datos (Tabla 3) y no obtener el puntaje mínimo. Se evidencia igualmente la carencia de publicaciones desde los continentes de África y Oceanía.

Frente al idioma, 6 documentos fueron publicados en español, 8 en inglés y 5 en portugués.

Gráfico 3*Países e idioma de publicación**Fuente: Elaboración propia.***Q1. ¿Cuáles son las estrategias metodológicas empleadas en las experiencias investigativas de cultura maker?**

En 15 de los 19 documentos incluidos en la revisión, se mencionan las metodologías en las que los estudios basaron sus experiencias para desarrollar actividades maker, hallando un total de diez metodologías de aprendizaje (Tabla 5). La más aplicada fue el Aprendizaje Basado en Proyectos, también destaca el uso de las metodologías centradas en el maker y el STEAM, el aprendizaje basado en el servicio y la comunidad y el Design Thinking. Cabe resaltar que algunos investigadores incluyeron más de una metodología como es el caso de Hughes (2017) y Silva et al. (2020) quienes reportaron trabajar bajo las metodologías 3, 7, 8 y 1, 2, 4, 6 respectivamente.

Tabla 5

Metodologías aplicadas

N.º	Metodología	Estudios
1	Aprendizaje centrado en el maker	(Nadal y Domínguez, 2023; Rodríguez et al., 2024; Silva et al., 2020;)
2	Metodología FC activa, o aula invertida	(Silva et al., 2020)
3	Aprendizaje basado en el servicio y la comunidad	(Hughes, 2017; Suardíaz-Muro et al., 2021; Lee y Bonilla-Worsley, 2019)
4	Metodología STEAM	(Correa-Lemus y Naranjo Sánchez, 2021; del Moral-Pérez et al., 2023; Silva et al., 2020)
5	Metodología 4P para el aprendizaje creativo	(Gomes da Silva y Sforza Gil, 2019)
6	Aprendizaje basado en proyectos	(Aleixo, 2021; Kjartansdóttir et al., 2020; Rodríguez et al., 2024; Silva et al., 2020; Somanath et al., 2016)
7	Aprendizaje basado en la investigación	(Hughes, 2017; Somanath et al., 2017)
8	Aprendizaje integrado basado en las artes	(Hughes, 2017)
9	Design Thinking	(Aleixo, 2021; Fernández-Cárdenas et al., 2022; Kjartansdóttir et al., 2020)
10	Modelo TPACK	(Da Silva et al., 2021)

Fuente: Elaboración propia.

Hughes (2017) indica en su investigación que las actividades se realizaron bajo un enfoque constructorista de la educación, que propone un aprendizaje donde los jóvenes aprenden a través de la experiencia y formulan sus propias conclusiones, este enfoque permite entonces, interacciones dinámicas que evolucionan a lo largo de la vida (Rubio y Jiménez, 2021). Por lo tanto, basado en esta teoría, y utilizando tanto herramientas virtuales como físicas, se les propuso a los estudiantes crear un libro digital titulado “Todo sobre mí”, en el que tendrían la oportunidad de reflexionar sobre sí mismos y expresarse al respecto. En el estudio se destacan tres hallazgos o logros de los estudiantes, los cuales se atribuyen especialmente al aprendizaje basado en investigación y al entorno de espacio maker:

- 1) Dirigir su propio aprendizaje: conforme los jóvenes fueron pasando de una actividad a otra, se les animó a reflexionar

con mayor profundidad y a hacerse más responsables sobre su proceso de aprendizaje con las herramientas brindadas.

- 2) Desarrollar la perseverancia: los estudiantes no solo detectaron problemas durante sus actividades, sino que también los resolvieron. A medida que avanzaban, se evidenció un cambio de mentalidad en el que también proponían mejoras para su trabajo. Esta evolución les permitió superar la idea de abandonar una actividad "difícil" o que "no podían resolver" y en su lugar, buscar otras maneras de resolverla. Este cambio se generó conforme los jóvenes dejaron de enfocarse en el objetivo del producto final y se centraron en el proceso de aprendizaje, para lo cual el apoyo docente fue fundamental, ya que fomentó el elogio del esfuerzo por encima de los resultados obtenidos.
- 3) Desarrollar confianza: Al permitir que los jóvenes experimentaran con software y hardware hasta sentirse cómodos y entender las limitaciones de cada herramienta, fueron capaces de planificar mejor las siguientes actividades y estar menos ansiosos por los desafíos futuros. Según Hughes (2017), además del desarrollo de confianza, los jóvenes experimentaron un aumento en la autoestima, una mejor capacidad para comunicarse eficazmente y el desarrollo de habilidades de escucha y cooperación.

Por su parte, en el estudio de Silva et al. (2020) se observaron cambios relevantes atribuidos principalmente a la metodología de aula invertida. Esta metodología implica una reorganización de las tareas, en la que los estudiantes lleguen a clase habiendo revisado los contenidos teóricos en contextos no formales (casa), utilizando el tiempo de clase para aclarar dudas y llevar a cabo actividades prácticas, dejando atrás el ejercicio donde los estudiantes son solo oyentes participantes, además se consolida como una de las metodologías donde la consulta de material educativo se puede realizar en cualquier momento, adaptándose al ritmo de aprendizaje de cada estudiante (Carrasco, 2022; Hinojo-Lucena et al., 2019).

Gracias a esta metodología, se redujo la cantidad de clases teóricas tradicionales en las que el docente se dedicaba a exponer, aumentando las sesiones prácticas en los laboratorios. De acuerdo con los autores, esto permitió que la mayor parte de los conocimientos adquiridos por los jóvenes, provinieran de la experiencia práctica, simulando la adquisición de habilidades necesarias para el entorno laboral.

En esta investigación, el proyecto fue la creación de robots de pelea, lo cual permitió a los jóvenes desarrollar habilidades, ya que debían ser aparatos capaces de atacar y defender al mismo tiempo: "Esta demanda permitió a los estudiantes buscar por sí mismos soluciones inteligentes y diferenciadas, a través del pensamiento crítico, permitiéndoles estimular la creatividad y trabajar en conjunto con la innovación" (Silva et al., 2020, p. 164). Además, durante las clases de robótica posteriores, los estudiantes produjeron soluciones inmediatas cuando se les presentaron ejercicios de resolución de problemas mediante programación. Este logro se atribuye a las metodologías basadas en maker y STEAM, que involucraron el uso de materiales reales utilizados por las empresas.

La implementación de metodologías activas representó una mejora significativa en el colegio, gracias al cambio en las propuestas de actividades pedagógicas, beneficiando tanto a docentes como a estudiantes. Se observó estudiantes más involucrados y con una participación más activa en su proceso de aprendizaje. No obstante, los investigadores recalcan que para obtener estos resultados es esencial la combinación de varios factores, como el compromiso de los docentes, directivos y estudiantes, pero especialmente el apoyo familiar.

Q2. ¿Qué tipo de tecnología es la más usada en las experiencias maker?

Para resolver a esta pregunta y debido a la gran cantidad de tecnologías empleadas en las publicaciones, se decidió agruparlas en cuatro "pilares": software, hardware, mecánica y herramientas/consumibles. Dentro de estos pilares, se identificaron 36 tecnologías empleadas (agrupando, por ejemplo, todas las aplicaciones

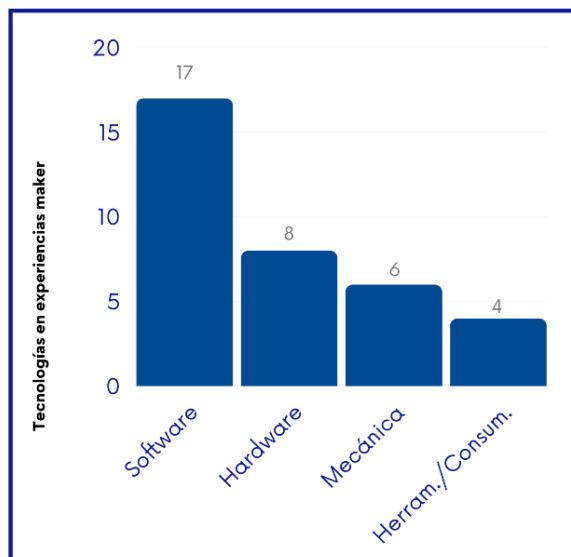
de edición de imagen en una categoría). El pilar más empleado por los jóvenes en los estudios fue el software, correspondiendo con el 47,2% de las tecnologías empleadas, y seguido por hardware con un 25% de uso (Gráfico 4).

Se subraya el empleo de la tecnología Arduino como herramienta híbrida en 8 de las investigaciones; por su parte, la impresión 3D (con diferente maquinaria e incluso lapiceros de impresión) se usó en 7 investigaciones, en las que se evidencia el uso de esta herramienta desde la creación de elementos mecánicos como en las investigaciones de Nadal y Domínguez (2023) y Rodríguez et al. (2024), hasta diseño de modas en conjunto con softwares de vectorización como en el estudio de Blanch Pires (2019). Por último, el uso de material de papelería no se queda atrás, destacando como el utensilio más utilizado dentro del pilar de herramientas/consumibles.

De acuerdo con la experiencia maker del estudio “Metodologías ativas numa escola técnica profissionalizante”, la fabricación más avanzada en entornos educativos que pueda simular las demandas de las empresas surge del uso combinado de software y hardware (Silva et al., 2020), práctica que se evidencia en el 47,3% de las publicaciones incluidas en la revisión.

Gráfico 4

Tecnologías en experiencias maker



Fuente: Elaboración propia.

Cabe resaltar el estudio de Glenn et al. (2020); ya que, proponen su propia plataforma de narración denominada "StoryMakAR". En la investigación, se realizaron varias fases en las que distintos grupos de edad evaluaron la plataforma para asegurar su funcionalidad y obtener retroalimentación hasta llegar al producto final. Esta plataforma combina el uso de la Realidad Aumentada (AR) y el Internet de las Cosas (IoT) mediante programación en bloques, prototipos físicos y narración basada en eventos para integrar dispositivos electromecánicos físicos y personajes virtuales en la creación de historias interactivas.

Q3. ¿Qué problemáticas se plantean y desean resolver los jóvenes a través de sus experiencias con la cultura maker?

Aunque las 19 publicaciones analizadas abordan claramente la problemática que enfrentan en sus investigaciones, el 78% se centran en las dificultades que diversas poblaciones tienen para acceder a espacios maker o en la complejidad de aplicar metodologías maker en entornos educativos y, por lo tanto, el bajo empleo de ellas. Estas dificultades, sin embargo, han sido planteadas principalmente por los investigadores y no por los jóvenes. Por ello, se ha decidido destacar únicamente aquellas problemáticas en las que se evidencia una mayor participación de los jóvenes en su planteamiento (Tabla 6).

Los estudios de Suardíaz-Muro et al. (2021) y Correa-Lemus y Naranjo-Sánchez (2021) abordan problemáticas similares relacionadas con la salud, en las cuales los jóvenes intentan aportar soluciones en temas de discapacidad. Por otro lado, la investigación de Calabrese y Tan (2019), una etnografía crítica longitudinal llevada a cabo durante dos años, incluye tres experiencias distintas de jóvenes que, a través de reportes de caso, exponen las problemáticas que inspiraron sus proyectos en los espacios de creación.

Tabla 6

Problemáticas planteadas

Estudio	Problemática planteada
Combinando Impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje.	Según la información que fue proporcionada a los autores por un ponente invitado de la Asociación de Personas Sordomudas, España cuenta con 1.064.100 personas con discapacidad auditiva. Muchas de estas personas utilizan audífonos para mejorar su capacidad auditiva; sin embargo, otro gran número de ellas depende del apoyo de la lengua de señas. Solo entre 70.000 y 150.000 personas de esta población son competentes en lengua de señas, lo que implica que aproximadamente entre el 86% y el 93,5% de las personas con discapacidad auditiva enfrentan dificultades para integrarse en la sociedad debido a la falta de un medio de comunicación eficiente (Suardíaz-Muro et al., 2021).
Experiencias de la cultura maker en la asignatura de arquitectura de computadoras.	De acuerdo con la información citada por los autores, alrededor del 15% de la población mundial tiene algún tipo de discapacidad, lo que en Ecuador corresponde a 481.392 personas. La mayoría de las necesidades de las personas con discapacidad no están cubiertas, y continúan viéndose desfavorecidas por las políticas públicas, "por esta razón los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas han desarrollado proyectos basados en TIC haciendo uso de la cultura maker para brindarles a las personas con discapacidad las tecnologías que faciliten su inclusión educativa, social y laboral" (Correa-Lemus y Naranjo-Sánchez, 2021, p. 339).
Twinning iterative design with community cultural wealth: Toward a locally-grounded, expansive maker culture.	Como se mencionó previamente, en este estudio, se presentan 3 experiencias y problemáticas diferentes: Una joven identificó que, las personas sin hogar en su ciudad probablemente presentan mucho dolor en los pies debido a que deben permanecer de pie todo el día y caminar largas distancias para buscar dinero y comida. En respuesta, diseñó un calzado especial, que se detallará en el siguiente apartado. Dos jóvenes notaron la falta de juguetes y estructuras de juego en su club para los niños más pequeños. Creen que esto es un problema significativo, ya que consideran que es muy importante que los niños se mantengan activos y jueguen. Por último, una joven evidenció una creciente ola de racismo en su ciudad, y se sintió también amenazada con la infiltración de ese racismo en muchos aspectos de su propia vida, en el reporte de caso, relata un incidente donde dos personas afrodescendientes fueron arrestados en un Starbucks durante una reunión de negocios, solo por no hacer su orden de inmediato (Calabrese y Tan, 2019).

Fuente: Elaboración propia.

Q4. ¿Cuáles son los productos desarrollados por los jóvenes en experiencias maker?

La creación de productos está relacionada con las tecnologías utilizadas; en este sentido, se puede indicar que el 64,7% de los productos desarrollados son híbridos y el restante 35,3% son completamente físicos. Estas estadísticas consideran que hubo estudios donde el resultado final no fue único, ya que se trabajó por equipos o en diferentes proyectos en la misma experiencia. Se puede evidenciar que, aunque el pilar más utilizado por los jóvenes en el desarrollo de productos fue el software, ninguno de los productos finales fue exclusivamente virtual, ya que todos emplearon algún material tangible que permitió llevar su creación al mundo físico.

Los productos desarrollados por las y los jóvenes están en sintonía y se originan de las problemáticas co-identificadas entre jóvenes e investigadores. De esta manera, los jóvenes quienes recibieron información sobre la problemática de las personas con discapacidad auditiva, (Suardíaz-Muro et al., 2021) desarrollaron una mano mecánica con impresión 3D capaz de reproducir letras del alfabeto en lengua de señas tras la introducción de una determinada letra en el teclado. Esta mano mecánica incluye 16 servomotores que permiten articular la movilidad de cada dedo y de la mano en conjunto.

Las y los jóvenes que basaron sus creaciones en temas generales de discapacidad (Correa-Lemus y Naranjo-Sánchez, 2021) e investigaron por su cuenta sobre las condiciones de salud, sus implicaciones y dificultades, ofrecieron posibles soluciones para personas con diversas discapacidades. Para personas con discapacidad física, desarrollaron una prótesis mediante impresión 3D y otro grupo de estudiantes desarrolló un dispositivo denominado “Licornio”, un instrumento ergonómico que se sujeta a la cabeza y tiene una varilla metálica que permite el uso de un teclado de computadora u otros dispositivos táctiles, así como el manejo de un lápiz, pincel o similares. Para personas con discapacidad visual, utilizaron la impresión 3D para crear objetos diseñados para ser identificados mediante el tacto, con el nombre del objeto en Braille. Según los jóvenes que lo desarrollaron, su objetivo

era generar elementos didácticos que fomentaran la inclusión educativa.

Su'Zanne, una joven afroamericana que participaba en un programa maker e identificó la problemática de las personas sin hogar en su comunidad (Calabrese y Tan, 2019), inició un proyecto pensando en esa población, queriendo brindarles comodidad y dignidad. Su hermano, quien también participaba del mismo espacio maker, había diseñado una bota con sistema de calentador para el invierno. Inspirada por este proyecto, creó una zapatilla de masaje, realizando varias iteraciones para perfeccionar el diseño. Añadió minimotores y baterías para la función vibratoria, y cubrió la zapatilla con tela para hacerla "hermosa".

Las jóvenes que tomaron en cuenta los comentarios de otros compañeros en relación con la falta de juguetes para los más pequeños en su club (Calabrese y Tan, 2019), llevaron a cabo una cúpula de juego geodésica, construida durante 6 meses, iniciando con 50 piezas de cartón. Enfrentaron desafíos como el diseño de triángulos adecuados y la selección de materiales asequibles y duraderos. Observando que algunos niños usaban la cúpula para siestas, añadieron cortinas para mayor privacidad y una "alfombra" de tela para mayor comodidad. Finalmente, decoraron la cúpula con pinturas en aerosol. Ahora, la cúpula se encuentra en el vestíbulo del club, siendo utilizada por muchos niños pequeños.

En el mismo estudio (Calabrese y Tan, 2019), Nila, encuestó a sus compañeros y encontró que muchos habían experimentado racismo. Fue así como decidió crear un letrero luminoso con la frase #StopRacism diseñado inicialmente con cartulina, pegamento y luces LED conectadas por un circuito paralelo. En una segunda iteración, añadió otra capa de cartulina y luces LED para mejorar la visibilidad, y finalmente planeó usar madera y energía solar. Aunque la joven se mudó antes de completar su visión, su cartel sigue siendo un símbolo en el espacio maker encendido por otros jóvenes para recordar la necesidad de detener el racismo y apoyar a su comunidad.

Un hallazgo valioso que destaca el interés y las formas de algunos estudios, (Calabrese y Tan, 2019; Correa-Lemus y Naran-

jo-Sánchez, 2021)), es el reconocimiento de las y los jóvenes como autores y el crédito que se les otorga por los productos que desarrollaron. Esto se logra mediante entrevistas directas sobre sus experiencias y motivaciones, en las cuales son identificados por su nombre. No obstante, algunos jóvenes optaron por permanecer en el anonimato.

A continuación, se presentan algunas de las creaciones de jóvenes que siguieron indicaciones de sus docentes y/o investigadores para el desarrollo de sus productos:

Tabla 7

Productos desarrollados

Estudio	Producto desarrollado
Competencias docentes implicadas en el diseño de Entornos Literarios Inmersivos: conjugando proyectos STEAM y cultura maker	En esta investigación, 162 estudiantes de licenciatura desarrollaron Entornos Literarios Inmersivos (ELI) en forma de maqueta, recreando obras literarias como El principito de Saint Exupery, el álbum ilustrado La pequeña oruga glotona de Eric Carle, Las Aventuras de Hansel y Gretel adaptado de Grimm, Alicia en el País de las Maravillas de Lewis Carroll, a través de herramientas digitales como Realidad Aumentada, QR y Aplicaciones de Geolocalización (Del Moral-Pérez et al., 2023).
Comunicación, integración tecnológica e innovación educativa	Siguiendo la consigna de los investigadores, los jóvenes idearon, diseñaron y construyeron juguetes capaces de realizar al menos un movimiento. Se conformaron 25 grupos, dando como resultado la creación de 25 artefactos. Los autores destacan un caso en particular, donde los jóvenes estudiaron un juguete existente en el mercado, analizaron sus problemas de diseño y lo rediseñaron adaptándolo a los materiales con los que contaban (Rodríguez et al., 2024).
From Hacking Things to Making Things. Rethinking making by supporting non-expert users in a FabLab.	Este estudio se centró en crear oportunidades para que 24 jóvenes se sintieran empoderados y participaran de manera más genuina, aumentando así sus posibilidades de encontrar empleo al enseñarles habilidades STEAM de manera informal. Los jóvenes utilizaron electrodomésticos viejos, que remodelaron y "hackearon" para sus nuevas creaciones. Los autores destacan la creación de dos dispositivos: un molinillo de café hecho a partir de secadores de cabello, una aspiradora y una máquina de palomitas de maíz, y el "Robot Persistencia de la Visión", capaz de escribir mensajes con luz al ser fotografiados con larga exposición de una cámara, para el cual utilizaron un robot aspirador (Dreessen et al., 2016).

Designing for and Facilitating Meaningful Making with Refugee Children	Se trabajó de forma extracurricular con 16 niños y jóvenes refugiados, utilizando materiales de papelería general, lapiceros de impresión 3D y luces LED. La actividad, titulada "Crea tu propio juego de mesa", comenzó con una introducción a diversos juegos de mesa, donde los participantes jugaron para entender las reglas y mecanismos de cada uno. Después, recibieron sesiones informativas sobre el uso de diferentes herramientas y diseñaron un borrador de sus propios juegos, que crearon con los materiales disponibles (Lee y Bonilla-Worsley, 2019).
--	--

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El aprendizaje no es bidireccional, puesto que se da de acuerdo con los ritmos, intereses, y emociones particulares, sobrepasa fronteras físicas y se encuentra en todos los escenarios formativos mediados por la virtualidad, por tanto, la enseñanza requiere usar metodologías innovadoras apoyadas en recursos digitales híbridos y online (Abad-Salgado, 2021). Desde allí, sobresale la importancia de realizar prácticas educativas dinámicas, innovadoras, en donde se armonicen la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el currículum, que contribuya a optimizar al proceso de enseñanza-aprendizaje, con el fin de que las experiencias sean pertinentes, auténticas y vibrantes, utilizando las tecnologías como herramientas al servicio de la comunicación y la cooperación entre pares.

En este sentido, la presente revisión revela una notable escasez de publicaciones relacionadas con la cultura maker en escenarios de formación de jóvenes (entre 14 y 28 años). Este hallazgo coincide con las observaciones de Aleixo (2021), quien en su tesis de doctorado indica que los estudios académicos relacionados en este ámbito son limitados, especialmente en la educación pública, así mismo, es preocupante la ausencia de publicaciones colombianas que presenten hallazgos sobre la metodología maker de acuerdo con los términos de búsqueda utilizados en esta revisión.

De los 98 documentos encontrados, solo el 31.6% corresponde a artículos de investigación y de los 19 incluidos en la revisión, el 36,8% menciona la dificultad para aplicar la metodología maker en entornos educativos. Esta escasez de literatura científica sobre

la cultura maker y su aplicación en la educación juvenil, representa una brecha en el conocimiento actual, subraya la necesidad de mayor atención y una oportunidad para realizar futuros estudios que contribuyan a una comprensión más profunda y a la promoción de esta metodología innovadora.

Además, aunque la cultura maker implica la participación de personas de todas las edades, géneros y etnias, en las publicaciones revisadas se presenta muy poca caracterización al respecto, lo cual dificulta visualizar si se está involucrando a los participantes de manera integral. Fue común encontrar en los estudios una caracterización por grados escolares, lo cual no siempre es consistente en relación con las edades de los estudiantes en el contexto latinoamericano, donde es usual que debido a los problemas que se enfrentan, se presente deserción escolar, repitencia y el retorno a los estudios en años posteriores.

Las creaciones de las y los jóvenes identificadas en los estudios revisados, demuestran el potencial para desarrollar creatividad e innovación a través de la cultura maker, abordando simultáneamente soluciones a problemáticas reales. Esta revisión sistemática prende una ubicación en el contexto educativo que permite ampliar las posibilidades de enseñanza, aprendizaje y logros educativos en sincronía con el entorno y las tendencias internacionales.

Referencias

- Abad-Salgado, A. M. (2021). Reflexiones sobre los procesos de enseñanza/aprendizaje en la educación a distancia. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, 5(9), 132-148. <https://doi.org/10.15658/rev.electron.educ.pedagog21.11050910>
- Aleixo, A. A. (2021). *Cultura Maker em Contextos Educativos: Um Estudo de Caso em Escolas Municipais do Recife* [Tesis doctoral, Universidade do Minho]. <https://hdl.handle.net/1822/77436>
- Blanch Pires, R. (2019). *Moda e Fabricação Digital: Pesquisa Empírica Sobre a Viabilidade de Possíveis Benefícios em Adotar os Laboratórios de Fabricação Digital como*

Campo de Estudo, Produção e Pesquisa de Moda no Brasil. *ModaPalavra e-periódico*, 12(26), 117-145. <https://doi.org/10.5965/1982615x12262019117>

Calabrese, B. A., & Tan, E. (2019). Twinning iterative design with community cultural wealth: Toward a locally-grounded, expansive maker culture. [Conference paper]. *Proceedings of the 9th annual conference on Creativity and Making in Education*. New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/3311890.3311918>

Carrasco, C. P. L. (2022). El uso del aula invertida para un aprendizaje dinámico y participativo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1), 83-88. <https://doi.org/10.62452/bvg8ws72>

Charris-Muños, A. M., Orozco Bohórquez, M., & Torres Díaz, G. A. (2022). Sociedad del conocimiento y sociedad de la información: dos paradigmas para un mismo referente epistemológico para el avance científico y tecnológico. *Revista de Filosofía*, 39(102), 332-345.

Correa-Lemus, F. A., & Naranjo-Sánchez, B. A. (2021). Experiencias de la cultura maker en la asignatura arquitectura de computadoras. *Revista Boletín REDIPE*, 10(4), 335-346. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i4.1275>

Da Silva, J. B., Sommer-Bilessimo, S. M., & Rocha-Machado, L. (2021). Integração de tecnologia na educação: proposta de modelo para capacitação docente inspirada no TPACK. *Educação em Revista*, 37. <https://doi.org/10.1590/0102-4698232757>

DANE. (2024a). *Pobreza multidimensional en los municipios PDET 2023*, Boletín técnico Bogotá, 26 de julio 2024. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-monetaria>

DANE. (2024b). *Principales Resultados: Pobreza Monetaria en Colombia*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-monetaria>

- De Oliveira, M. M., Cassiavilani, C., Spinola, A. T. P., Do Amaral, R. M., & Ferrari Júnior, R. (2020). A biblioteca universitária como mecanismo híbrido de geração de empreendimentos: possibilidades rumo à universidade empreendedora. *Em Questão*, 26(3), 437-462. <https://doi.org/10.19132/1808-5245263.437-462>
- Del Moral-Pérez, M. E., Neira-Piñeiro, M. R., Castañeda-Fernández, J., & López-Bouzas, N. (2023). Competencias docentes implicadas en el diseño de Entornos Literarios Inmersivos: conjugando proyectos STEAM y cultura maker. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(1), 59-81. <https://doi.org/10.5944/ried.26.1.33839>
- Dreessen, K., Schepers, S., & Leen, D. (2016). From Hacking Things to Making Things. Rethinking making by supporting non-expert users in a FabLab. *Interaction Design & Architecture(s) Journal*, 30, 47-64. <https://doi.org/10.55612/s-5002-030-003>
- Fernández-Cárdenas, J. M., Reynaga-Peña, C. G., Hernández-Salazar, P., González-Nieto, N. A., & Alatorre-Cuevas, I. (2022). La práctica social de innovar en un makerspace universitario: Posibilidades y retos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 27(92), 235-258. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14070424010>
- García, R. Y., & Carrascal, D. S. (2017). La influencia del espacio, la ciudad y la Cultura Maker en educación. *ArDIn Arte, Diseño e Ingeniería*, 6, 1-13. <https://doi.org/10.20868/ardin.2017.6.3588>
- Glenn, T., Ipsita, A., Carithers, C., Peppler, K., & Ramani, K. (2020). StoryMakAR: Bringing Stories to Life with an Augmented Reality & Physical Prototyping Toolkit for Youth. *CHI '20: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Honolulu, HI, USA. <http://dx.doi.org/10.1145/3313831.3376790>
- Gomes da Silva, C. S., & Sforza Gil, M. C. (2019). Criando material educacional: Inovação, Arduino e movimento maker. *Cuadernos de Documentación Multimedia*, 30, 129-144. <https://doi.org/10.5209/CDMU.62980>

- Hinojo-Lucena, F. J., Aznar-Díaz, I., Romero-Rodríguez, J. M., & Marín-Marín, J. A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico: Una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 8(1), 9-18.
- Hughes, J. M. (2017). Digital making with “at-risk” youth. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 34(2). <http://dx.doi.org/10.1108/IJILT-08-2016-0037>
- Kjartansdóttir, S. H., Hjartarson, T., & Pétursdóttir, S. (2020). Of Women Tech Pioneers and Tiny Experts of Ingenuity. *Frontiers in Education*, 5, 1–18. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00160>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>
- Nadal, O., & Domínguez, X. (2023). Integración del movimiento maker en el aula: una experiencia práctica en el primer año de un proyecto educativo. *Revista UTE Teaching & Technology (Universitas Tarraconensis)*, 2, 23–42. <https://doi.org/10.17345/ute.2023.3566>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (2021a). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *International Journal of Surgery*, 88, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2021.105906>
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C.,

- Welch, V. A., Whiting, P., & McKenzie, J. E. (2021b). PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- Lee, P. S., & Bonilla-Worsley, M. (2019, March 9–10). Designing for and Facilitating Meaningful Making with Refugee Children. [Conference paper]. *FL2019: Proceedings of FabLearn 2019*. New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/3311890.3311902>
- Asamblea Departamental del Huila. (2024). *Proyecto de ordenanza por el cual se adopta el Plan de Desarrollo Departamental 2024–2027 "Por un Huila Grande" y se dictan unas disposiciones* (pp. 1–336).
- Rengifo-Cuervo, J. T., Rengifo-Rengifo, T., Castañeda, J. D., & Vargas-Hurtado, G. I. (2023). *Ciudadanías emergentes en Colombia, una perspectiva humana*. Sello Editorial UNAD. <https://doi.org/10.22490/9789586519311>
- Restrepo-Echevarría, R., & Orosz, A. (2021). Buen vivir y cambios en la educación en Ecuador, 2006–2016. *Perspectivas Latinoamericanas*, 48(3), 119–135. <https://doi.org/10.1177/0094582X211009270>
- Rodríguez, G., Andrés, G., Gallucci, P., Sklate Boja, M. F., & Esquivel, I. (2024). Comunicación, integración tecnológica e innovación educativa. Análisis multidimensional de un caso en carreras STEAM. *Inmediaciones de la Comunicación*, 19(1), 116–134. <https://doi.org/10.18861/ic.2024.19.1.3533>
- Rubio-Gaviria, D. A., & Jiménez-Guevara, J. E. (2021). Constructivismo y tecnologías en educación. Entre la innovación y el aprender a aprender. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 23(36), 61–92. <https://doi.org/10.19053/01227238.12854>
- Silva, E. C., Viana, H. B., & Vilela Jr., G. B. (2020). Metodologias ativas numa escola técnica profissionalizante. *Revista Portuguesa de Educação*, 33(1), 158–171. <https://doi.org/10.21814/rpe.18473>

- Somanath, S., Morrison, L., Hughes, J., Sharlin, E., & Costa Sousa, M. (2016, February 14–17). Engaging 'At-Risk' Students through Maker Culture Activities. [Conference paper]. *TEI '16: Proceedings of the TEI '16: Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*. Eindhoven, the Netherlands. <http://dx.doi.org/10.1145/2839462.2839482>
- Somanath, S., Oehlberg, L., Hughes, J., Sharlin, E., & Costa Sousa, M. (2017, May 6–11). 'Maker' within Constraints: Exploratory Study of Young Learners using Arduino at a High School in India. [Conference paper]. *CHI '17: Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Denver, CO, USA. <http://dx.doi.org/10.1145/3025453.3025849>
- Suardíaz-Muro, J., Pérez Gomáriz, M., Cabrera Lozoya, A., & Do Carmo Trolle, R. O., V. (2021). Combinando impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 115–135. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596>
- UNESCO. (2017). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024>