

Estrategias innovadoras para la enseñanza de la ingeniería preuniversitaria: Analizando hackatones

López-Jornet, Alícia¹ y Zurita Món, Sílvia¹

¹ Universidad Politécnica de Cataluña
aljornet@mit.edu, silvia.zurita@upc.edu

Resumen. El propósito de esta investigación es estudiar el uso de metodologías activas derivadas del movimiento maker, como los hackathons y los desafíos tecnológicos, para la enseñanza de la tecnología a nivel preuniversitario. Además, nuestro objetivo es ampliar estas metodologías dentro del sistema educativo catalán. Basándonos en nuestra experiencia organizando hackatones y temas como proyectos tecnológicos en colaboración con el Edgerton Center (MIT), pretendemos adaptar estas prácticas para realizar un estudio cuidadoso e identificar el enfoque óptimo para esta ampliación. A lo largo de este documento, se describen las preguntas de investigación, así como la metodología y un calendario propuesto.

Palabras clave: Educación en ingeniería, maker, metodologías de enseñanza, hackathons, investigación-acción, aprendizaje activo,

1 Introducción

La ingeniería y la tecnología tienen una larga historia como campos de conocimiento con su propio contenido, estrategias y formas de trabajar que pueden enseñarse y aprenderse. Pero el estudio sistemático de la didáctica específica asociada a la enseñanza de la ingeniería es más reciente [1,2]. Además, gran parte de la investigación relacionada está vinculada a cursos universitarios, donde la ingeniería tiene una presencia

reconocida y relevante. En cambio, se ha realizado mucho menos trabajo en los niveles de educación secundaria y preuniversitaria, donde su presencia es mucho más modesta, y aún menos si buscamos estudios contextualizados dentro del Estado español.

La importancia de los estudios de ingeniería dentro de las universidades es evidente. Pero en la educación obligatoria su presencia históricamente ha sido mínima o inexistente, y es una materia relativamente joven en muchos sistemas educativos a nivel K12, con una presencia creciente en las últimas décadas. De hecho, en España se introdujo por primera vez con la LOGSE [3], y la cantidad de estudios y conocimientos sobre la didáctica asociada es mucho menor que la que se encuentra en otras materias con mayor tradición en la educación preuniversitaria, como matemáticas, ciencias experimentales o sociales.

Recientemente, varios autores e instituciones han defendido una mayor presencia de asignaturas tecnológicas en la educación secundaria [4,5], aportando diversos argumentos de apoyo:

En primer lugar, la demanda económica de una fuerza laboral competente de especialistas STEM en el futuro inmediato, lo que ha generado la necesidad actual de impulsar las vocaciones en estas áreas [6]. El argumento de la vocación se ve reforzado por la evidente inequidad en la población que accede a la educación superior en ingeniería, donde las mujeres y los grupos socioeconómicamente desfavorecidos están claramente subrepresentados [7,8].

Pero no solo los futuros profesionales de la ingeniería necesitan entender cómo funciona la ingeniería. La población general también necesitará este conocimiento, ya que muchos serán consumidores de productos y servicios donde la ingeniería y el diseño habrán jugado un papel clave. Y ser conscientes de las implicaciones que la tecnología puede tener en sus vidas y tomar decisiones responsables e informadas sobre cuestiones tecnológicas será crucial para el futuro de los estudiantes actuales.

Y por último, pero no menos importante, promover la capacidad de resolución de problemas y los valores éticos del compromiso con la mejora vinculada a la ingeniería es fundamental para lograr una sociedad más equitativa, capaz de resolver sus problemas y atender sus necesidades de manera sostenible.

Actualmente, hay investigación activa pero no hay un consenso claro sobre los contenidos básicos ni la mejor manera de enseñar ingeniería en la educación secundaria. Se han propuesto diferentes planes de estudio [5,9-10]. Por otro lado, las metodologías utilizadas en las aulas de tecnología suelen ser copiadas o muy influenciadas por modelos de otras disciplinas, como las ciencias o las matemáticas. Pero estas pueden no ser las más adecuadas para aprender ingeniería, que tiene una tradición y epistemología específicas y diferenciadas [1,2,11].

Por otro lado, la aparición del movimiento maker y la fabricación digital en la educación ha despertado el interés de los profesores y ha añadido prácticas y herramientas que no existían en los institutos hace algunos años [12]. Incorporarlos en las instituciones educativas, aprovechando

todas las nuevas posibilidades pedagógicas que ofrecen y evitando los riesgos y abusos asociados, es una tarea importante [13,14].

Por tanto, es fundamental explorar métodos y prácticas que sean más coherentes con las características y la naturaleza del conocimiento tecnológico e ingenieril, y estructurarlos eficazmente para facilitar su extensión a diversos contextos educativos.

1.1 **Justificación de la investigación**

Esta investigación se enmarca en el campo de la didáctica de la ingeniería, con especial énfasis en cómo fomentar vocaciones en este ámbito mediante actividades maker, como hackathones y metodologías que implican la resolución de desafíos tecnológicos abiertos.

En este sentido, el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) es una referencia en la educación en ingeniería, y nuestro objetivo es analizar cómo sus métodos y experiencia podrían transferirse a otros contextos. Nuestra experiencia con hackathones organizados conjuntamente por el MIT aquí en Barcelona nos ha dado indicios positivos, pero se necesita más investigación para entender exactamente qué funciona, por qué y de qué manera. Y para ver cuál es la mejor manera de ampliar estas prácticas.

Nuestros principales objetivos son identificar y describir metodologías actuales de makers, como hackathones, talleres de diseño y otros proyectos tecnológicos. Y para ver y evaluar:

- Cómo estas actividades afectan a estudiantes y profesores: la forma en que entienden su tarea y su rol, la manera en que interactúan entre ellos y perciben sus habilidades y limitaciones.
- Las posibilidades de transferir estas metodologías: cómo pueden adaptarse a diferentes entornos educativos, respetando sus características esenciales y adaptándolas cuando sea necesario.

Por ello, la investigación propuesta comienza con un análisis de las prácticas educativas que se han estado desarrollando durante algunos años académicos para describirlas y determinar su impacto y eficacia para el aprendizaje de la ingeniería y las competencias generales en los cursos de secundaria e incluso en otros niveles educativos. Este análisis incluirá el estudio de casos específicos diversos con la intención de transferir estas metodologías a diferentes contextos geográficos, educativos y socioculturales.

Algunas de las propuestas desarrolladas por el MIT en el entorno del Edgerton Center (<https://edgerton.mit.edu/k-12-education>) no son fácilmente reproducibles. Y esa es la razón por la que esta investigación busca entenderlos y describirlos adecuadamente para difundirlos con calidad en diferentes comunidades educativas. Esta transferencia a otros entornos tendrá que cambiar algunas de las características de las experiencias iniciales para adaptarlas a las características y recursos locales, pero debe respetar los valores éticos y democráticos que son centrales en las propuestas originales, y el énfasis en diseñar y trabajar en grupos diversos y contribuir positivamente a la mejora de la sociedad a nivel mundial.

Las pedagogías innovadoras cambian no solo el conocimiento de los estudiantes, sino también las formas de trabajar de los docentes. Una parte importante de esta investigación es el estudio del impacto de estas actividades maker en los docentes. Queremos explorar cómo estas

actividades modifican la percepción y la comprensión de los profesores sobre su materia y su papel en el aula. Queremos saber si tienen un impacto en las expectativas y las interacciones de los profesores con sus alumnos. Y, más importante aún, queremos ayudarles a adaptar estas metodologías para satisfacer las necesidades específicas de sus entornos educativos.

Por último, también nos interesa investigar cómo estas metodologías pueden fomentar la equidad en la educación en ingeniería. Históricamente, la ingeniería ha sido un campo dominado por hombres y por estudiantes de clases socioeconómicas más altas [7,8]. Las metodologías maker, con su enfoque en el aprendizaje práctico y la resolución de problemas en el mundo real, tienen el potencial de derribar estas barreras y hacer que la ingeniería sea más accesible y atractiva para un amplio abanico de estudiantes.

1.2 Marco pedagógico

Las metodologías de maker están profundamente arraigadas en las teorías pedagógicas de Seymour Papert, Jean Piaget y John Dewey. Sus propuestas enfatizan el aprendizaje práctico y los enfoques constructivistas, donde los alumnos construyen activamente sus conocimientos a través de experiencias prácticas.

El concepto de construccionismo de Papert sugiere que el aprendizaje es más efectivo cuando las personas están creando activamente objetos tangibles en el mundo real [15,16]. Según Papert, las personas aprenden mejor cuando participan en actividades donde pueden construir cosas concretas que compartir y debatir con otros. Esta idea es una evolución del constructivismo de Piaget [17,18], que propone que los niños y adolescentes desarrollan conocimiento a través de la experiencia directa y la interacción con su entorno. En su enfoque, Piaget enfatizó la importancia del aprendizaje a través del descubrimiento, donde las personas construyen activamente su conocimiento a partir de sus propias experiencias e interacciones con el mundo. Este proceso de descubrimiento y experimentación es esencial para el crecimiento cognitivo, ya que permite a las personas desarrollar una comprensión más profunda y personalizada de los conceptos.

John Dewey, otro pilar de la educación maker, puso especial énfasis en la educación experiencial y en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico [19]. Dewey señaló que la educación debe ser relevante para la vida de los estudiantes y que el aprendizaje debe ser un proceso activo y dinámico. Su filosofía educativa defendía que los estudiantes aprendan mejor cuando participan en actividades que tienen significado para ellos y que pueden considerar relevantes para sus vidas. Enfatizó que el aprendizaje debe ser un proceso de participación activa en problemas reales, promoviendo así la responsabilidad social y la participación democrática.

Hailala et al. [12] definen el Making in Education como "una práctica emergente que se centra en los aprendices como creadores de cosas de forma colaborativa, mientras promueve la construcción de conocimiento a través de la tecnología, el diseño y la autoexpresión creativa". Las actividades de los makers pueden adoptar diversas formas en las escuelas, incluidos hackathons, y las investigaciones realizadas hasta ahora, aunque incompletas, sugieren beneficios claros en el uso de dichas actividades. [20, 21]

Los hackathons, tal y como se entienden hoy en día,

surgieron a principios del siglo XXI en contextos de informática. Originalmente, consistían en competiciones o eventos donde los individuos formaban equipos para afrontar desafíos de ingeniería en un plazo intensivo y breve. Sin embargo, en la educación, se han adaptado como metodologías de aprendizaje que se han extendido a otros campos de la ingeniería más allá de la informática [22].

Los hackathons ejemplifican perfectamente las propuestas de Dewey, Piaget y Papert al ofrecer un entorno donde los participantes pueden participar en la resolución creativa de problemas, el diseño y la colaboración. En un hackathon, los participantes trabajan en equipo para abordar desafíos específicos, a menudo bajo un límite de tiempo estricto. Estas actividades fomentan una combinación de pensamiento crítico, habilidades técnicas y colaboración, todo ello en un contexto que simula situaciones del mundo real. En este entorno, los alumnos no solo adquieren conocimientos técnicos, sino que también desarrollan habilidades sociales y emocionales esenciales para su formación integral.

Este enfoque también tiene el potencial de transformar la educación tradicional, que a menudo se basa en el aprendizaje pasivo y la memoria mecánica. Por el contrario, este tipo de actividad promueve un aprendizaje activo y participativo, donde los estudiantes son vistos como agentes activos en su propio proceso de aprendizaje. Esto no solo hace que el aprendizaje sea más atractivo y motivador para los estudiantes, sino que también les prepara mejor para los retos del mundo real [23].

2 **Objetivos y preguntas de investigación**

El propósito de esta investigación es estudiar el uso de metodologías activas derivadas del movimiento maker para la enseñanza de tecnología a nivel preuniversitario y ampliar estas metodologías dentro del sistema educativo catalán.

Objetivo 1(OBJ1): Describir y comprender las características y ventajas de las metodologías maker que aplicamos en colaboración con el Edgerton Center. Preguntas de investigación:

RQ1.1: ¿Qué tipos de metodologías maker ya se están implementando con éxito en nuestro entorno?

RQ1.2: ¿Cuáles son sus principales características, objetivos y fundamentos pedagógicos?

RQ1.3: ¿Cuáles son los beneficios que apoyan la necesidad de ampliar estas metodologías?

Objetivo 2 (OBJ2): Comprender cómo estas actividades pueden adaptarse y transferirse a diferentes entornos. Preguntas de investigación:

RQ 2.1: ¿Cuáles son los diferentes roles personales implicados en estas metodologías y cómo los experimentan?

RQ 2.2: ¿Cómo se adaptan estas metodologías a diferentes entornos? ¿Cuáles son las características esenciales e indispensables de estas metodologías? ¿Qué rasgos son importantes pero pueden adaptarse y cuáles son anecdóticos o prescindibles?

RQ 2.3: ¿Qué recursos, herramientas y circunstancias son necesarios para extender estas actividades a más escuelas?

3 **Metodologías:**

La metodología de la investigación actual se enmarca dentro del campo de los diseños de métodos mixtos, y puede considerarse investigación-acción debido a su enfoque

principalmente práctico, con la intención de generar mejoras en el sistema educativo además de responder a las preguntas de investigación planteadas.

Para alcanzar los objetivos, utilizaremos una variedad de métodos de investigación, incluyendo revisiones bibliográficas, entrevistas, grupos focales, observaciones, encuestas y análisis de documentación e imágenes. Este enfoque multimétodo nos permitirá obtener una comprensión completa y detallada de cómo se desarrollan e impactan las actividades maker en diferentes contextos. La relación entre las preguntas de investigación y las herramientas se resume en la tabla 1

Tabla 1. Relación entre las preguntas de investigación propuestas y las herramientas de investigación.

	Literatura	Entrevistas	Grupo F.	Observado.	Encuestas	Documento
RQ1.1: ¿Qué método?	X	X				
RQ1.2: Descripción	X			X		X
RQ1.3: Beneficios		X	X		X	X
RQ2.1: Roles		X	X	X		
RQ2.2: Rasgos específicos			X	X	X	X
RQ 2.3: Transferencia		X	X	X		X

Una parte importante de nuestro trabajo será la continuación de las actividades maker que llevamos organizando más de cinco años: hackathons para estudiantes de secundaria y proyectos dirigidos por estudiantes realizados en materias académicas. Esto nos permitirá seguir recopilando datos valiosos y ajustar nuestras metodologías según sea necesario.

La expansión y el crecimiento de hackathons locales y proyectos tecnológicos nos permitirá ver cómo los cambios ligeros en los entornos y en las escuelas participantes pueden afectar al desarrollo e impacto de las actividades. El ajuste necesario al modificar los tempos y la edad de los participantes es otra observación que podremos hacer en los nuevos hackathons previstos. O las diferencias detectadas al pasar de entornos académicos a entornos educativos más informales, como ahora los centros comunitarios o los espacios maker.

También queremos expandir estos hackathons internacionalmente, porque el Centro Edgerton colabora en la organización de actividades similares en otros países como Bangladés, Italia y México. Estos estudios de caso nos

permitirán comparar resultados de entornos muy diferentes, identificando barreras y oportunidades específicas de cada contexto, así como desarrollar estrategias para superar estas barreras y maximizar las oportunidades.

Por último, la investigación actual se basa en la hipótesis de que los hackathons y otras metodologías maker tienen un impacto positivo en competencias clave como la creatividad, la colaboración, la agencia, las habilidades de resolución de problemas y el pensamiento crítico. Será necesario encontrar o desarrollar herramientas que nos permitan evaluar estas competencias para describir este impacto.

4 **Recursos**

Para llevar a cabo esta investigación, disponemos de una amplia gama de recursos que nos permitirán abordar las distintas fases del proyecto de forma eficiente y eficaz.

Una de las principales fortalezas de nuestro proyecto es la colaboración con instituciones prestigiosas como el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), concretamente con su laboratorio del Centro Edgerton, reconocido por su experiencia en metodologías maker y educación en ingeniería. Esta colaboración nos da acceso a conocimientos de vanguardia, metodologías probadas y una red global de profesionales e investigadores.

Tenemos acceso a espacios maker tanto en Barcelona como en otros países internacionales. Estos espacios están equipados con herramientas y tecnologías avanzadas, como impresoras 3D, cortadoras láser, kits de robótica y electrónica, y otros recursos necesarios para la creación de proyectos maker. Esta infraestructura es esencial para la realización de talleres, hackathones y otras actividades prácticas que forman parte de nuestro estudio.

También disponemos de software y herramientas digitales para la recogida, análisis y gestión de datos. Esto incluye software de análisis cualitativo como NVivo para el análisis de datos de entrevistas y grupos focales, y herramientas de análisis cuantitativo como SPSS (Statistical Package for Social Sciences) para el procesamiento de datos de encuestas. Además, utilizaremos plataformas online de gestión de proyectos y colaboración para coordinar nuestras actividades y comunicarnos con nuestros colaboradores internacionales.

La comunidad local e internacional de creadores es un recurso valioso para nuestra investigación. Esta comunidad, que incluye educadores, estudiantes, profesionales y aficionados, ofrece una fuente rica de experiencias, conocimientos y comentarios que podemos utilizar para mejorar nuestras metodologías y prácticas. En este sentido hemos establecido colaboraciones con varias escuelas y centros educativos tanto en Cataluña como en otros países (Italia, Bangladés, México, etc.). Estos centros actúan como sitios piloto para la implementación de metodologías maker y proporcionan un entorno diverso para el estudio de la adaptación y transferencia de estas metodologías.

Nuestro equipo de investigación está formado por profesionales de diversas disciplinas, incluyendo ingeniería y educación. Esta diversidad de experiencias y perspectivas nos permite abordar nuestros objetivos de investigación desde múltiples ángulos y asegurar que nuestros resultados sean completos y relevantes.

Por último, tenemos acceso a una extensa bibliografía y recursos didácticos que van desde teorías pedagógicas fundamentales hasta las investigaciones más recientes en

metodologías maker. Estos recursos nos proporcionan el marco teórico necesario para nuestra investigación y nos ayudan a contextualizar nuestros resultados dentro del campo más amplio de la educación en ingeniería.

5 **Calendario**

El calendario de trabajo planificado se detalla en la Tabla 2. La previsión temporal es de tres años, divididos en cuartos. Ya hay algunos trabajos previos que se reflejan en la primera columna, pero la estructura general de la investigación propuesta a partir de este momento incluye:

- El periodo inicial de revisión bibliográfica y preparación de herramientas de recogida de datos.
- Una implementación anual de actividades maker, que cada año incluirá dos tipos de actividades:
 - La organización y la recogida directa de datos de hackathons y la asignación de proyectos tecnológicos.

- La recopilación de información directa o indirecta de actividades de maker realizadas en otros entornos, como la Experiencia Práctica del Creador (HOPE) en Ferrara (Italia), el Taller de Diseño de Ingeniería (EDW) en el Centro Edgerton del MIT, o los hackathons internacionales en los que colaboramos.
 - En el último año, también se recopilará información de hackathons organizados como derivados en otras partes de la región.
- Comparación y análisis de los datos recogidos en tres periodos:
 - La implementación de primer año producirá una primera descripción de las actividades.
 - La implementación de segundo año nos permitirá comprobar la variabilidad en entornos similares.
 - En tercer año tenemos la intención de comparar las actividades originales con versiones más diversas, como hackatones realizados en otros colegios o hackatones internacionales.

Los resultados de la investigación se difundirán mediante la publicación de tres artículos que correspondan a los periodos mencionados, junto con la defensa de la tesis y la participación en congresos de investigación o educativos.

Tabla 2. Horario planificado.

Previous work	1st year				2nd year				3rd year			
	Quarter 1	Quarter 2	Quarter 3	Quarter 4	Quarter 1	Quarter 2	Quarter 3	Quarter 4	Quarter 1	Quarter 2	Quarter 3	Quarter 4
	Jul-Set	Oct-Dec	Jan-Mar	Apr-Jun	Jul-Set	Oct-Dec	Jan-Mar	Apr-Jun	Jul-Set	Oct-Dec	Jan-Mar	Apr-Jun
Previous activities (Hackathons, EDW, Techprojects HOPE)												
Research Plan elaboration												
Literature review												
Definition of data collection methods												
Search and creation of data collection tools												
Writing the state of the art												
Tech projects 1												
Student Hackathon 1												
Validation of data collection tools												
Teacher Hackathon 1												
Data request from HOPE1**												
Data collection from EDW1*												
Data analysis												
Comparison with information from HOPE and EDW												
Writing the first publication												
Tech projects 2												
Student Hackathon 2												
Data request from HOPE2**												
Data collection from EDW2*												
Comparative analysis of implementations 1 and 2												
Writing the second article												
International hackathons												
Extension of new hackathons												
Data comparison from newly implemented hackathons												
Writing the final article												
Writing the thesis												
Thesis presentation												

REFERENCIAS

1. De Vries, Marc J. *Manual de Educación Tecnológica Editado por Marc J. de Vries*. Springer International Publishing : Sello: Springer, 2020.
2. Hyldgaard Christensen, S., Didier, C., Jamison, A., Meganck, M., Mitcham, C., & Newberry, B. (Eds.). *Perspectivas internacionales sobre la educación en ingeniería: Educación y práctica en ingeniería en contexto. Volumen 1*. Springer. (2015)

3. Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, sobre la Organización General del Sistema Educativo (LOGSE). Boletín oficial del Estado nº 238, de 4 de octubre de 1990, pp. 28927 a 28942.
<https://www.boe.es/eli/es/lo/1990/10/03/1>
4. Miaoulis, Ioannis. "Ingeniería K-12 – la disciplina central que falta." Educación integral en ingeniería más allá de la tecnología, Springer, 2010, pp. 37–52.
5. Asociación Internacional de Educadores en Tecnología e Ingeniería. Estándares para la Alfabetización Tecnológica y de Ingeniería. El papel de la Tecnología y la Ingeniería en la educación STEM. (2020)
https://assets-002.noviams.com/novi-file-uploads/iteea/standards/18193-00018_iteea_stel_2020_final_security.pdf
6. Cervezas, S. Z. Habilidades del siglo XXI: Preparando a los estudiantes para su futuro. Consejo Nacional de Investigación. (2011)
7. Universidad Politécnica de Cataluña. *Plan de Equidad UPC 2022-2025*. Universidad Politécnica de Cataluña. Acuerdo CG/2022/03/10, de 5 de abril de 2022, del Consejo de Gobierno. (2022)
8. García-Holgado, A., González, C., & Peixoto, A. Cerrando la brecha de diversidad en STEM. *Actas de la Séptima Conferencia Internacional sobre Ecosistemas Tecnológicos para Potenciar la Multiculturalidad*.
<https://doi.org/10.1145/3362789.3362948> (2019)
9. Barlex, D., Steeg, T.) Reconstrucción del Diseño y la Tecnología en el currículo de secundaria. D&TforD&T. (2017 disponible en:
<https://dandtfordandt.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/05/re-building-dt-v21.pdf>
10. Finegold, P., Jones, I. (2016). Grandes ideas: el futuro de la ingeniería en las escuelas. Institución de Ingenieros Mecánicos. Disponible en:
<https://www.imeche.org/docs/default-source/1-oscar/re>

ports-policy-statements
-and-documents/big-ideas-the-future-of-engineering-in-schools.pdf?sfvrsn=6c01c112_0

11. Mioduser, D., Dagan, O. El efecto de enfoques alternativos en la enseñanza del diseño (estructurales o funcionales) en los modelos mentales de los estudiantes sobre los procesos tecnológicos de diseño. *Int J Technol des Educ* **17**, 135–148 (2007).
<https://doi.org/10.1007/s10798-006-0004-z>
12. Heilala, V., Saarela, M., Reponen, S., & Kärkkäinen, T. (2020). Déjame hackearlo: las percepciones de los profesores sobre el 'hacer' en educación. En A. El Moussati, K. Kpalma, M. G. Belkasmí, M. Saber, & S. Guégan (Eds.), *SmartICT 2019: Avances en aplicaciones de tecnologías inteligentes y estudios de caso* (684, pp. 509-518). Springer. Apuntes de clase en Ingeniería Eléctrica.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-53187-4_55
13. Martínez, S. L., & Stager, G. (2019). *Inventa para aprender: Fabricar, trastear e ingenierizar en el aula*. Construyendo Modern Knowledge Press.

14. Clapp, E. P., Ross, J., Ryan, J. O., & Tishman, S. (2017). *Aprendizaje centrado en el creador: Empoderar a los jóvenes para que moldeen sus mundos*. Jossey-Bass.
15. Papert, S. (1980). *Tormentas mentales: Niños, ordenadores e ideas poderosas*. Nueva York: Basic Books.
16. Papert, S. (1991). Situando el construccionismo. En S. Papert & I. Harel (eds.), *Construccionismo* (pp. 1–11). Cambridge, MA: MIT Press.
17. Piaget, J. (1929). *La concepción del mundo que tiene el niño*. Nueva York, NY: Harcourt, Brace and Co.
18. Piaget, J. (1974). *Entender es inventar*. Nueva York, NY: Penguin Book
19. Dewey, J. (1916). *Democracia y educación*. Nueva York, NY: The Free Press
20. Vossoughi, S., Bevan, B. (2014). Making and Tinkering: Una revisión de la literatura. en: Comité del Consejo Nacional de Investigación sobre STEM fuera del horario escolar, Consejo Nacional de Investigación, Washington, DC, 2014, pp. 1–55.
21. Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Estudios empíricos sobre el Movimiento Maker, un enfoque prometedor para el aprendizaje: una revisión bibliográfica. *Computación de entretenimiento*, 18, 57–78.
<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.09.002>
22. Garcia, M. B. (2023). Fomentando una cultura de innovación en el sector educativo: Revisión de alcance y análisis bibliométrico de Hackathon Research. *Educación Superior Innovadora*, 48(4), 739–762.
<https://doi.org/10.1007/s10755-023-09651-y>
23. Oyetade, K., Zuva, T. & Harmse, A. (2022). Beneficios educativos del hackathon: Una revisión sistemática de la literatura. *Revista Mundial sobre*

Tecnología Educativa. 14(6), 1668–1684.
<https://doi.org/10.18844/wjet.v14i6.7131>