

Educación *Maker* en las escuelas: características del proceso de implementación

Rebut: 22/12/2022 Acceptat: 7/02/2023

Constanza Hanna-Carrasco
constancehannacarrasco@gmail.com
Universitat Rovira i Virgili
Tarragona, España

Cristina Valls
0000-0001-5583-5695
cristina.valls@urv.cat
Bioquímica y Biotecnología, grupo investigación ARGET
Universitat Rovira i Virgili
Tarragona, España

RESUMEN

La investigación presentada tiene como objetivo determinar los factores que inciden en la implementación de la educación *Maker* en las escuelas. Se trata de un proceso de investigación de paradigma interpretativo y metodología cualitativa, mediante un estudio de caso. Los resultados detallan las fases empleadas para una implementación exitosa de la educación *Maker*, exponiendo las características de la formación *Maker* recibida y las habilidades y conocimientos *Maker* considerados clave, así como evidenciando el bajo impacto de la educación universitaria de la docente en el empleo de la metodología. Se detectan retos respecto al sistema educativo, en los materiales y espacios del centro educativo, en la actitud, experiencia y formación de los docentes, así como en la misma educación *Maker* y en los Fab Labs como organización externa experta en la materia; y se define una posible estructura organizativa y relacional que potencie y asegure el cambio educativo de los centros. Se concluye que el análisis obtenido expone los posibles factores del proceso de implementación a considerar para la expansión exitosa del uso de la educación *Maker* en las escuelas, facilitando un modelo de referencia para tal fin.

Palabras clave: educación *Maker*; retos educación *Maker*; perfil docente *Maker*; formación *Maker*; implementación educación *Maker*

ABSTRACT

The research presented in this article aims to determine the factors that affect the implementation of Maker education in schools. It is a research process of interpretative paradigm and qualitative methodology, through a case study. The results detail the phases used for a successful implementation of Maker education, exposing the characteristics of the Maker training received and the Maker skills and knowledge considered key, as well as evidencing the low impact of the university education of the teacher on the use of the methodology. Challenges are detected regarding the educational system, in the materials and spaces of the educational center, in the attitude, experience and training of teachers, as well as in the Maker education itself and in the Fab Labs as an external expert organization in the matter. Furthermore, a possible organizational and relational structure, that promotes and ensures the educational change of the centers, is defined. It is concluded that the analysis obtained exposes the possible factors of the implementation process to be considered for the successful expansion of the use of Maker education in schools, facilitating a reference model for this purpose.

Key words: Maker education; challenges in Maker education; Maker teacher profile; Maker training; Maker education implementation

UTE. Revista de Ciències de l'Educació
2023 núm. 1. Pàg. 9-29
ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731
<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



DOI: <https://doi.org/10.17345/ute.2022.2.3208>

1. Introducción

De acuerdo con la formación a lo largo de toda la vida expresada por Delors et al. (1996), el objetivo de la educación debe ser el de ayudar al alumnado a ser capaz de resolver los problemas y dificultades que se encontrarán en el futuro, desarrollar un espíritu crítico y una opinión propia, defender sus derechos, y promover un estilo de vida sostenible y vinculado a una comunidad comprometida con el bienestar de todos sus miembros.

Por este motivo, la innovación educativa va acompañada de la evolución en las metodologías y estrategias de enseñanza-aprendizaje empleadas para lograr estos objetivos. Metodologías y estrategias que sitúan al alumnado en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, que tienen en cuenta sus particularidades al formar parte de una sociedad diversa, que ponen de relieve y respetan los diferentes ritmos de aprendizaje y desarrollo que se acontecen, y consideran la importancia del factor motivacional para conseguir un aprendizaje significativo (Martínez et al., 2020).

La metodología de trabajo por proyectos permite integrar todos estos aspectos esenciales para una educación de calidad. La educación *Maker*, además, permite llevar estos beneficios un paso más allá, promoviendo la investigación de soluciones a problemas reales (Bevan, 2017; Bevan et al., 2015; Vossoughi & Bevan, 2014). Problemas reales vinculados al contexto de la comunidad educativa, así como la creatividad y la innovación (Rouse & Rouse, 2022). Potencia habilidades de gran relevancia en una sociedad de fácil acceso a cualquier tipo de información, y además introduce las tecnologías de fabricación, acercando todavía más la formación del alumnado a la realidad laboral que los acompañará en la edad adulta.

En una sociedad altamente tecnológica, parece que la educación *Maker* puede ser un movimiento educativo de gran impacto y con grandes posibilidades de éxito. Por esta razón, se están llevando a cabo cada vez más investigaciones para determinar su viabilidad en el ámbito de la educación formal (Hsu et al., 2017; Papavlasopoulou et al., 2017). Estas investigaciones se centran en el sujeto y aspecto más relevantes de este proceso: el alumnado y su nivel de aprendizaje.

Sin embargo, no puede obviarse la existencia de otro sujeto de vital importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y que puede resultar un factor determinante en el éxito de la aplicación de cualquier enfoque educativo: el docente. El docente tiene el rol de facilitador del aprendizaje, figura de referencia y de apoyo durante la intervención educativa y acompañante en el ámbito socioemocional, entre otros. Tareas y responsabilidades de gran impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado, y también en la estabilidad y viabilidad de la transformación educativa del centro (Hjorth, 2019). De hecho, el docente se engloba en una estructura más grande de la que también depende el éxito del proyecto: la escuela. Sin una comunidad educativa en la que todos sus miembros crean y apoyan el uso de una determinada metodología, poniendo los medios y recursos para facilitar el cambio educativo, su fracaso está asegurado.

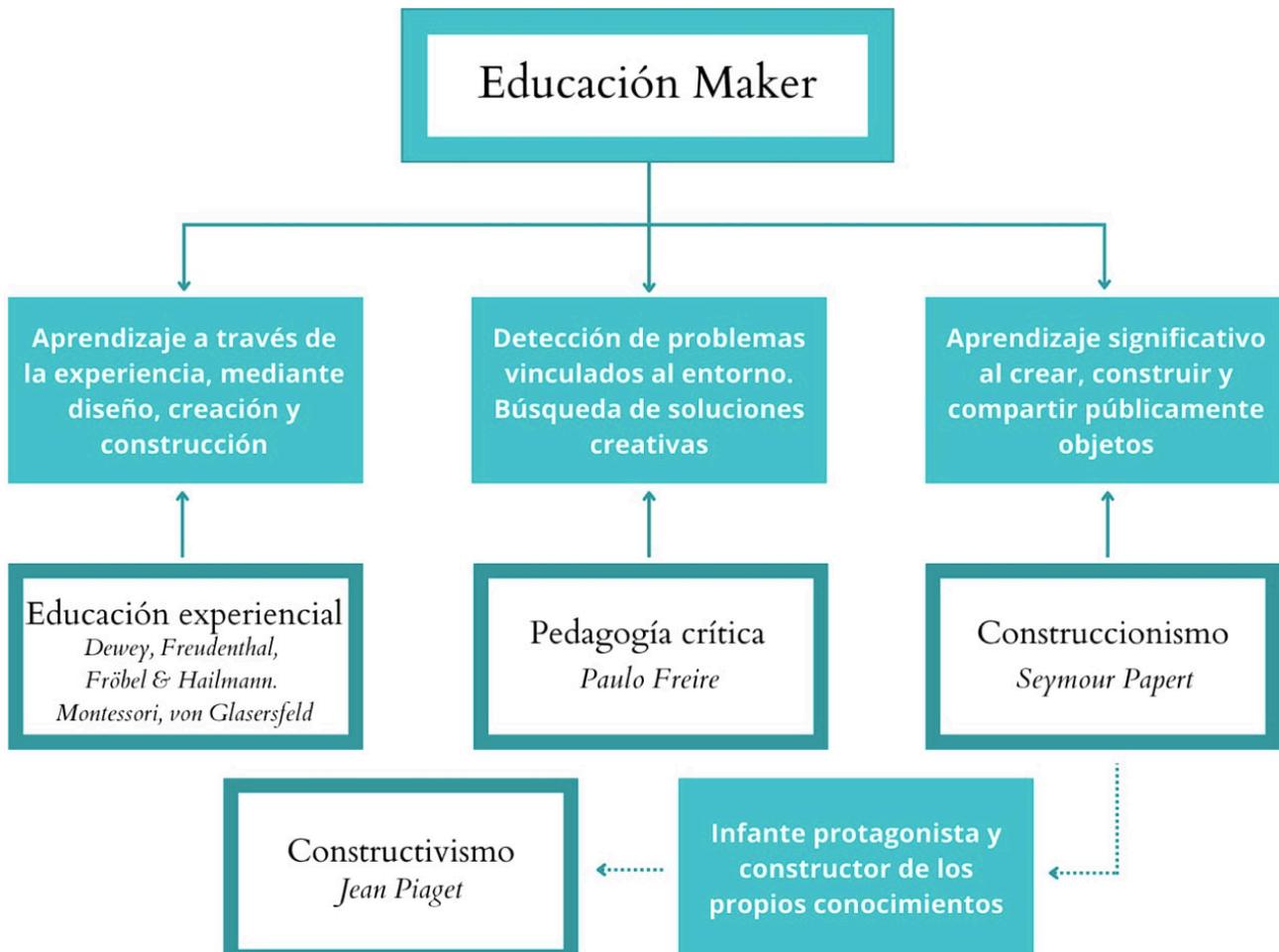
El trabajo por proyectos *Maker* nace del reconocimiento de las posibilidades educativas que presenta la aproximación a la población en general de conocimientos tecnológicos y de ingeniería que hasta hace unos años se consideraban propios de los expertos en la materia. El trabajo por proyectos *Maker* podría considerarse la adaptación al entorno escolar de lo que se conoce como cultura *Maker* (Blikstein, 2014).

En su aplicación práctica en las aulas, esta fusión se traduciría en el uso de la metodología de trabajo por proyectos, que permite el tratamiento global y conjunto de las áreas STEAM, y la incorporación del factor *Maker* en el uso tanto de herramientas más rudimentarias como de maquinaria tecnológica y virtual más sofisticada. El proceso de enseñanza-aprendizaje consiste en la creación y modificación de artefactos, como producto final para dar respuesta a la detección de una problemática vinculada al entorno de la comunidad educativa en la cual se sitúa el proyecto en cuestión (Blikstein, 2014).

La relevancia de los conocimientos y habilidades que el trabajo por proyectos *Maker* puede aportar al alumnado, no solo se centra en la óptima preparación para la demanda profesional de la sociedad futura en la que deberán desenvolverse. Este enfoque educativo resulta más que adecuado para ser trasladado a las aulas si se tienen en cuenta los pilares pedagógicos que lo sustentan.

La educación *Maker* se basa en tres teorías y/o pilares pedagógicos: la educación experiencial, el construccionismo y la pedagogía crítica (Blikstein, 2014). La relación entre estas teorías y la educación *Maker* queda ilustrada en la figura 1.

Figura 1
Teorías y pilares de la educación Maker



Fuente: elaboración propia a partir de los datos extraídos de Blikstein (2014).

El reconocimiento de los posibles beneficios educativos de los proyectos *Maker* ha impulsado su traslado del ámbito del ocio al de la educación formal. Centros educativos de diferentes lugares del mundo - Australia, Brasil, Canadá, Inglaterra, Finlandia, España... – están apostando por la aplicación de esta metodología e investigando el impacto en el alumnado a quien va destinada. Pero es sobre todo en Estados Unidos, donde esta metodología ha entrado con más fuerza en las escuelas. El motivo de esta relevancia, más allá del origen de los Fab Labs, radica en las publicaciones emitidas por el *National Research Council* (NRC), que defienden la incorporación de espacios de creación *Maker* en las escuelas y para las etapas de educación infantil y primaria. Así, este organismo ha solicitado que se investigue cómo conseguir que el alumnado aprenda conceptos STEM de forma integrada, identificando los *Makerspaces* como entornos de aprendizaje con el potencial de ayudar los estudiantes a aprender conceptos de ciencia e ingeniería a través de la investigación y el diseño. Evidencias que se han hecho patentes en las actividades *Maker* emprendidas fuera del ámbito escolar a través de numerosas investigaciones (Rouse & Rouse, 2022).

En consecuencia, gran parte de las investigaciones se centran en el alumnado y el impacto que tiene la metodología *Maker* en diferentes aspectos de su aprendizaje (desarrollo de competencias, logro de objetivos, interiorización de contenidos, motivación, trabajo en equipo...), un análisis esencial, por supuesto.

Un buen ejemplo de ello son los beneficios observados por Blikstein, (2014) mediante la observación de diversas intervenciones, de las que se desprende la aparición del sentimiento de empoderamiento y el aumento de la autoestima del alumnado, o la posibilidad de llevar a cabo proyectos a largo plazo con niveles de cooperación y colaboración más profundos. También pudieron trabajar la tolerancia a la frustración, volviéndose más persistentes, aprendiendo a trabajar en equipos heterogéneos y mejorando la gestión de la diversidad intelectual.

Por su parte, los autores Rouse & Rouse, (2022) también exponen otros beneficios de la educación *Maker*:

Primeramente, el hecho de que el proceso de creación, los valores que acompañan este proceso (perseverancia, curiosidad, creatividad...) y los aspectos organizativos y culturales que lo caracterizan (desarrollo de voluntad e interés, fomento de sentido de comunidad, exhibición de logros y reconocimiento) pueden facilitar mayores oportunidades de aprendizaje, espíritu empresarial, expresión creativa e innovación (Honey & Kanter, 2013; Kalil, 2013; Martinez & Stager, 2013; Obama, 2009; Thomas & Besser, 2017).

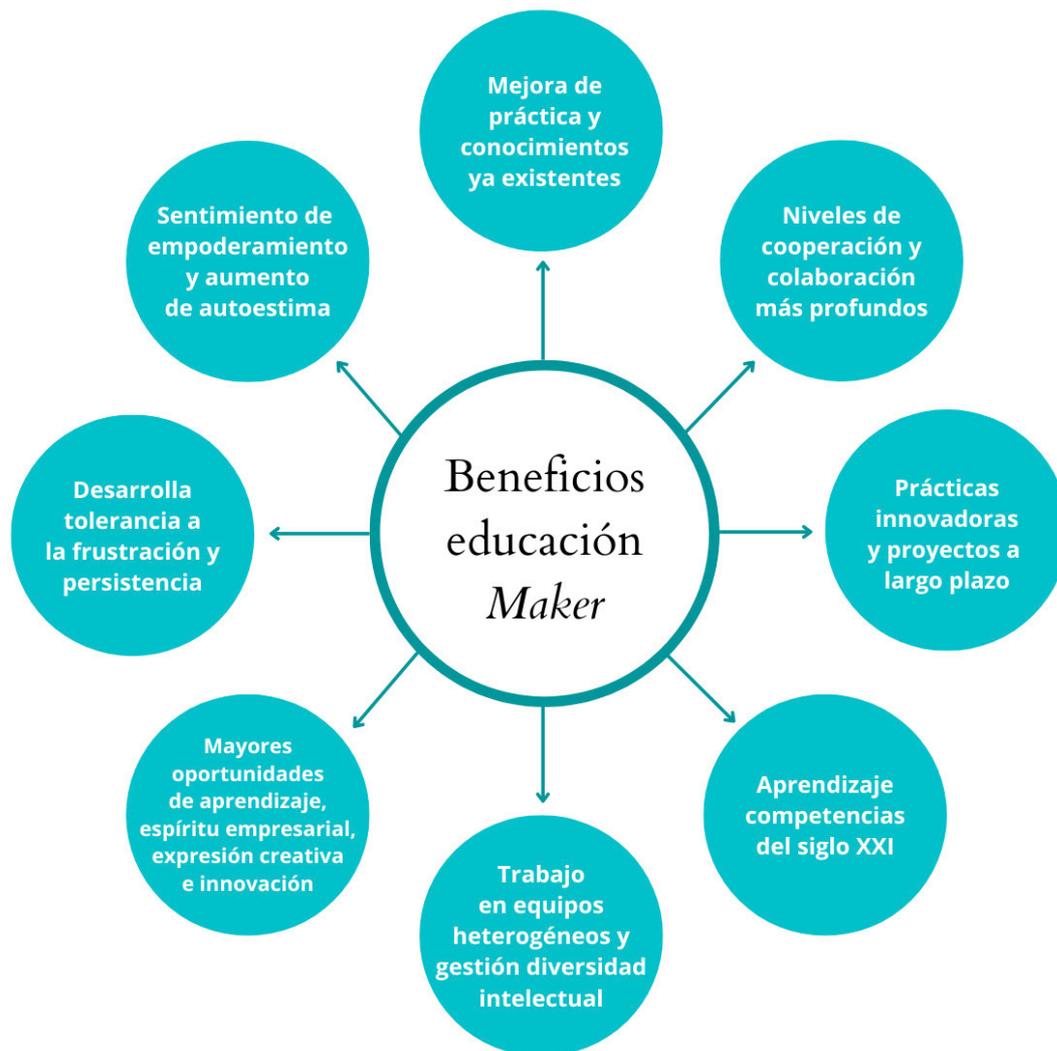
Segundamente, la posibilidad de enseñar al alumnado las que se consideran competencias del siglo XXI (cooperación, resolución de problemas, ciudadanía digital...). Un conjunto de competencias que indican que los individuos están preparados para convertirse en miembros productivos de la fuerza laboral de la sociedad actual de acuerdo con las necesidades que esta presenta (Larson & Miller, 2011).

Dichos beneficios se encuentran resumidos en la figura 2.

Sin embargo, las investigaciones referidas a los docentes y profesionales educativos implicados en la implementación de estos proyectos son muy reducidas, a pesar de la gran relevancia de su papel en este proceso.

Más allá de la exposición de nuevas líneas de investigación referidas al papel de los docentes, y la identificación de discrepancias en el proceso de aplicación de la metodología, no se ha encontrado ningún análisis respecto al rol de los docentes en la implementación de proyectos *Maker* en las escuelas, ni de los aspectos que caracterizan la relación con el experto o instructor *Maker* de referencia. Tampoco se ha podido encontrar ninguna investigación respecto a la estructura organizativa y relacional entre los docentes, el experto o instructor *Maker*, y/o el Fab Lab, que pueda servir como referencia para la futura implementación de otros proyectos *Maker*.

Figura 2
Beneficios de la educación Maker



Fuente: elaboración propia a partir de los datos extraídos de Blikstein (2014) y Rouse & Rouse (2022).

Es por este motivo que la presente investigación pretende analizar los diferentes elementos que caracterizan la implementación del trabajo por proyectos *Maker* en la escuela, obviando el impacto en el alumnado y centrándose en el rol del docente, de la escuela, personada en el coordinador *Maker*, y el Fab Lab como organización externa de apoyo.

Por todo lo expuesto anteriormente, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué factores inciden en la implementación de proyectos *Maker* en las escuelas?

Para dar respuesta a esta cuestión, se plantean los siguientes objetivos de investigación:

1. Determinar qué impacto tiene la formación universitaria recibida en el Grado de Educación primaria en la implementación de la educación *Maker* en las escuelas.

2. Establecer las características que debería tener la formación *Maker* para docentes.
3. Identificar los retos que las escuelas deben afrontar para implementar la educación *Maker*.
4. Disponer las fases del proceso de implementación de la educación *Maker* en la escuela.
5. Definir una posible estructura organizativa y relacional para la implementación de la educación *Maker* en las escuelas.

2. Metodología

Este es un proceso de investigación de paradigma interpretativo y metodología cualitativa, mediante un estudio de caso, con una muestra formada por los tres sujetos implicados en el proceso de implementación: el Fab Lab de Barcelona, la docente que aplicaba la metodología en el aula y la figura de la coordinadora *Maker* de la escuela.

2.1. Diseño de la investigación

2.1.1. Contexto

El proceso de indagación presentado a continuación se sitúa en el contexto de un proyecto de investigación más amplio, llamado proyecto TEC-LA. En este proyecto se incorpora la educación *Maker* a la metodología de trabajo por proyectos habitualmente empleada en el aula de un grupo de alumnos de tercero de primaria. De esta manera, y durante dos trimestres, el alumnado trabaja los contenidos a través de la modificación y creación de artefactos, mediante el uso de tecnología de fabricación y otras herramientas más rudimentarias.

A partir de la implementación del trabajo por proyectos *Maker* en el marco del proyecto TEC-LA, se inician dos procesos de indagación paralelos y complementarios. Por un lado, se establece el objetivo de determinar los efectos de introducir la educación *Maker* como estrategia para el desarrollo de competencias, el aprendizaje y la autoeficacia hacia las áreas STEAM en alumnado de tercero de educación primaria. Por otro lado, el objetivo de analizar los factores que inciden en la implementación de proyectos *Maker* en las escuelas, en relación con la formación, el proceso, y la estructura organizativa y relacional empleada para tal fin. Este segundo objetivo se abordará en el presente estudio.

El presente artículo se centra en la indagación respecto al proceso de implementación de la educación *Maker* en la escuela, considerando que los resultados obtenidos pueden servir como ejemplo y referente para la futura introducción de este enfoque educativo en otros centros escolares.

Para conseguir una radiografía del proceso de implementación de la educación *Maker* en esta escuela, se toman en consideración los tres agentes implicados en su implementación: el Project Manager del Proyecto TEC-LA e investigador del Fab Lab de Barcelona, la docente del grupo experimental y la coordinadora *Maker*.

2.1.2. Fases de la investigación

En las fases previas a la introducción en el aula del nuevo enfoque educativo, y con el fin de precisar su contexto, se realizaron cuestionarios y entrevistas pre-intervención a la docente y a la coordinadora *Maker*, para posteriormente iniciar su formación en educación *Maker*. Los datos obtenidos en estos procesos se emplearon como referencia para el diseño de las entrevistas realizadas después de la intervención educativa. Entrevistas a la docente y coordinadora *Maker*, que se complementaron con la realizada al Project Manager del Proyecto TEC-LA e investigador del Fab Lab de Barcelona. Esta información queda reflejada en la figura 3.

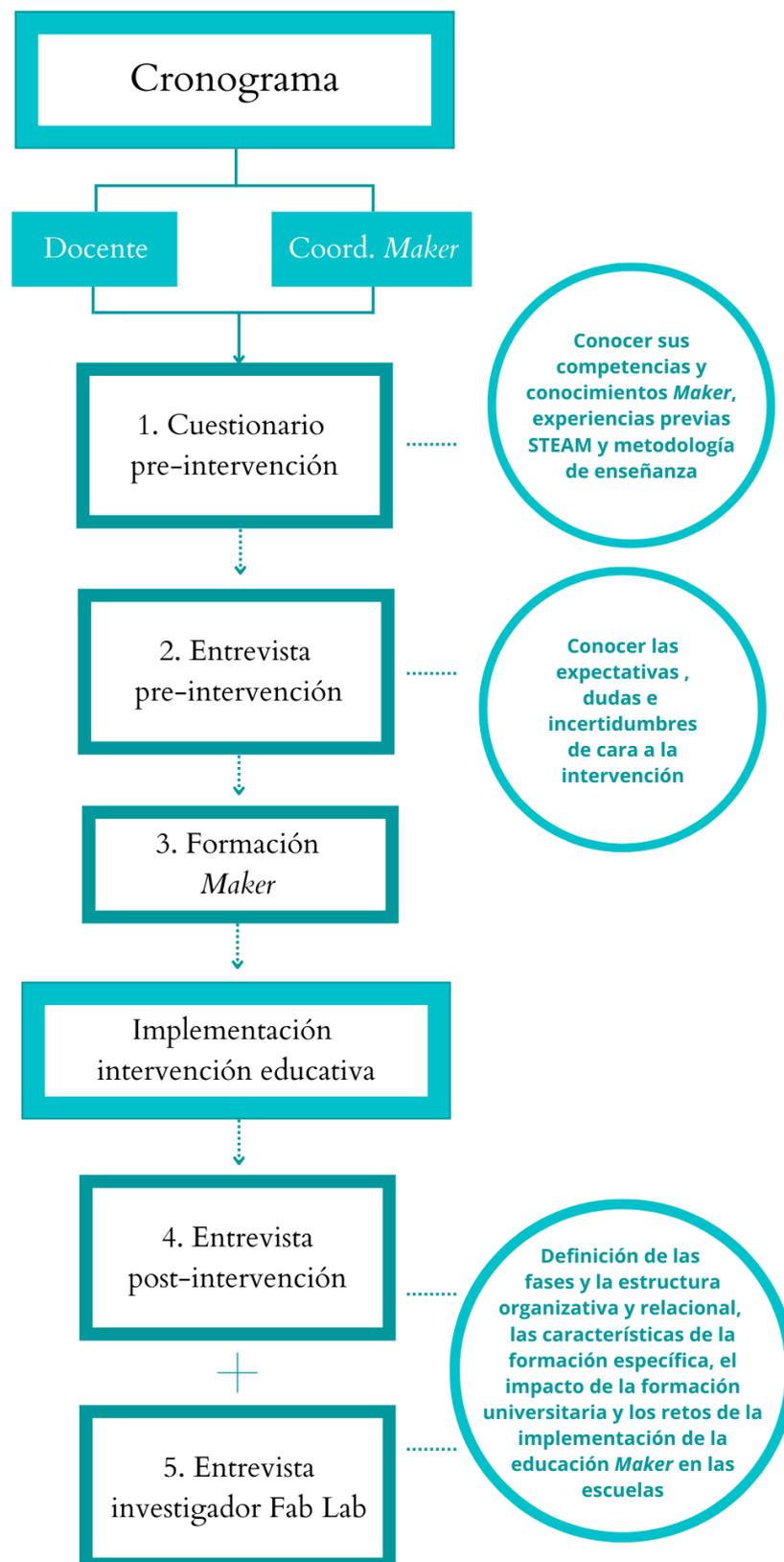
2.1.3. Técnicas e instrumentos de recogida de datos

Los instrumentos diseñados para la recogida de datos han consistido en entrevistas individuales semiestructuradas. Estas se llevaron a cabo una vez implementada la intervención educativa programada dentro del Proyecto TEC-LA, y para su diseño se nutrieron de la información recolectada mediante cuestionarios y entrevistas pre-intervención. De acuerdo con los objetivos de investigación, se establecieron varios bloques de preguntas para cada una de las entrevistas, facilitando así su categorización. Algunas preguntas eran compartidas por todos o algunos de los sujetos entrevistados, y otras solo aplicaban a uno de los sujetos en cuestión.

De este modo, en las tres entrevistas post-intervención había bloques relacionados con el rol de Fab Lab y de la coordinadora *Maker* en la implementación de la educación *Maker* en la escuela. En la entrevista post-intervención a la docente, se añadió un bloque de preguntas relacionadas con su tarea y también uno relacionado con su sentimiento de autoeficacia respecto a diversos aspectos de la implementación de la intervención.

Los bloques sobre la formación *Maker*, los retos que afronta la implementación de la educación *Maker* en las escuelas, el de las propuestas y cambios en el centro que

Figura 3
Cronograma de la investigación



Fuente: elaboración propia.

consideran que la facilitarían, los conocimientos y habilidades *Maker* que se consideran clave, y el de los conocimientos sobre las áreas STEAM, eran comunes a las entrevistas post-intervención de los tres sujetos.

En cuanto al bloque de preguntas enfocado a la evaluación de este tipo de metodologías de aprendizaje, solo se incluyó en las entrevistas post-intervención a la docente y al Project Manager e investigador de Fab Lab.

Las preguntas relacionadas con la formación universitaria solo se formularon a la docente, y en la entrevista realizada al investigador de Fab Lab se incluyeron otros bloques de preguntas adicionales: Fab Lab como apoyo externo en las escuelas, trasladar la educación *Maker* a la escuela pública, y toda aquella información relacionada con el proceso y contexto de implementación de este enfoque educativo en el centro.

3. Resultados y discusión

3.1. Impacto de la formación universitaria de Grado de educación primaria en la implementación de la educación *Maker* en las escuelas

A partir de la investigación realizada, se expone el siguiente resultado:

A pesar de la ausencia de conocimientos *Maker* y STEAM en su formación universitaria, al preguntarle en la entrevista post-intervención, la docente valoraba muy positivamente la implementación del proyecto. También se mostraba muy segura en cuanto al sentimiento de autoeficacia en la transmisión de información y conceptos, apoyo y ayuda en el uso de las herramientas STEAM y *Maker*, gestión del comportamiento del alumnado y capacidad de motivar y despertar su interés por el proyecto. Además, expresó sentirse capaz de implementar proyectos *Maker* en el futuro.

La mayoría de las investigaciones previas que analizan el rol de los docentes en la implementación de la educación *Maker* en las escuelas se centran únicamente en las percepciones de docentes que se han formado en este ámbito, pero que no han llegado a aplicar estos conocimientos a la realidad de las aulas (Ben-David et al., 2020; Cohen et al., 2017; Cohen et al., 2018; Connolly et al., 2020; Jones et al., 2017; Jones et al., 2020; Paganelli et al., 2017).

En la revisión de las diferentes investigaciones sobre los docentes y la educación *Maker* es importante destacar las aportaciones del artículo de Campos et al. (2019), en que se exponen diferentes discrepancias observadas entre educadores e instructores *Maker*, a través de los discursos que emitieron cuando se les entrevistó para analizar su papel en la implementación de un programa *Maker* en California. Las discrepancias observadas

se refieren a una concepción distinta e incluso contrapuesta de la figura del docente y del instructor *Maker*, así como de sus responsabilidades en el aula. También se detectan discrepancias respecto al concepto de la educación *Maker* de unos y otros.

Dichas discrepancias no se producen en esta investigación, a razón de la estructura organizativa y relacional empleada, y el rol de cada uno de los sujetos: en el aula no conviven un instructor *Maker* y una docente, sino que es la misma docente quien se convierte, a su vez, en instructora de este enfoque educativo. En esta transformación del rol del sujeto, la formación juega un papel clave, asegurando, por un lado, la asimilación de los conocimientos necesarios para la aplicación de la metodología, y por otro, la de un significado compartido de la educación *Maker*.

Así, el nuevo rol de la *docente Maker* aúna las potencialidades de ambos sujetos, superando una de las grandes preocupaciones expuestas por Hjorth (2019) en su artículo respecto al rol de los docentes en la implementación de la educación *Maker*:

Unlike maker-space facilitators outside of schools, teachers are highly trained professionals who know their students' personalities and dispositions, general performance-level, and the social dynamics of their classroom. A lack of understanding of their role in maker education is at best wasted potential, and at worst a hurdle to a successful implementation of fabrication-based learning. [A diferencia de los instructores de espacios *Maker* fuera de las escuelas, los maestros son profesionales altamente capacitados que conocen las personalidades y disposiciones de su alumnado, el nivel de desempeño general y la dinámica social de su aula. La falta de comprensión de su papel en la educación *Maker* es, en el mejor de los casos, un potencial malgastado y, en el peor, un obstáculo para una implementación exitosa del aprendizaje basado en la fabricación.] (p.263)

3.2. Características de la formación docente específica para implementar la educación *Maker* en las escuelas

Respecto a la formación *Maker* proporcionada a la docente, a pesar de su intensidad en relación con los contenidos impartidos y su duración, ésta la valora muy positivamente y la considera efectiva para la tarea de implementar la educación *Maker* en el aula. Además, en la entrevista realizada al Project Manager de Fab Lab Barcelona e investigador del proyecto TEC-LA, éste expresó que no hacía falta ningún tipo de conocimiento previo a la formación *Maker* para poder implementar este enfoque educativo en las aulas.

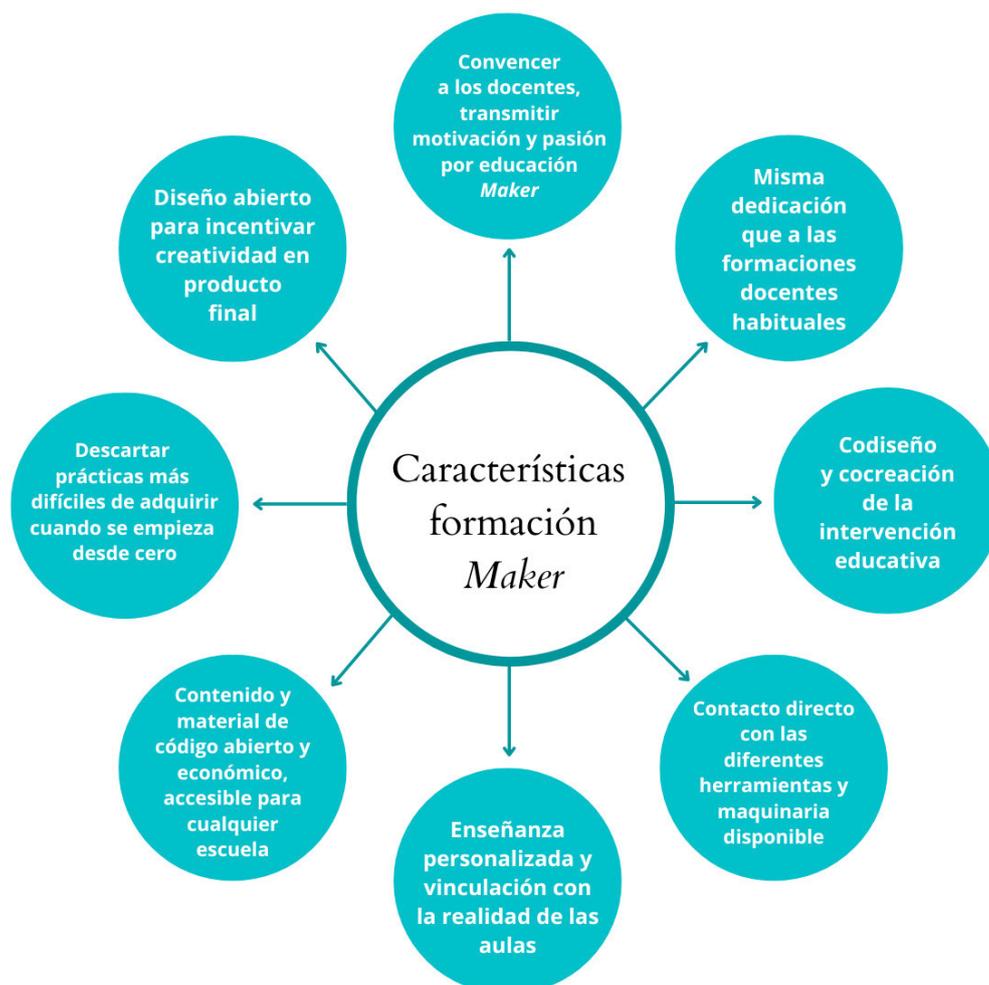
Considerando la inexistencia de cualquier otro tipo de formación previa en educación *Maker* de la docente, expuesta anteriormente, este resultado de la investigación contradice parcialmente lo afirmado por Cohen (2017) en su artículo. El autor asegura que el hecho de

que las intervenciones *Maker* sean gestionadas por personas con poca experiencia formal en este ámbito puede resultar problemático. En este sentido, queda demostrado que una formación específica adecuada puede ser clave para la puesta en marcha exitosa de la educación *Maker* en el aula, contrarrestando la falta de experiencia previa en ese ámbito.

Cabe destacar que el autor Cohen (2017) también expresa que se ha reconocido que los docentes *Maker* probablemente necesitarán capacitación especializada tanto en herramientas tecnológicas como en métodos pedagógicos para llevar a cabo con éxito la instrucción en un *makerspace*. De acuerdo con la presente investigación, queda demostrada que esta observación es totalmente cierta.

A partir de los datos recogidos mediante las entrevistas post-intervención a los sujetos de la muestra, en la figura 4 se exponen las características de la formación *Maker* impartida.

Figura 4
Características de la formación Maker.



Fuente: elaboración propia.

La exposición de dichas características podría resultar beneficiosa para la futura implementación de la educación *Maker* en las escuelas, de acuerdo con lo expuesto por Rouse & Rouse (2022) en su artículo, instando a los futuros investigadores en la materia a capacitar adecuadamente a las personas que asumirán el rol único de docente *Maker*, así como destacando la escasa disponibilidad de capacitación formal para esta nueva figura y la poca existencia de docentes *Maker* dedicados y experimentados.

3.3. Los retos que afronta la implementación de la educación *Maker* en las escuelas

A partir de los resultados obtenidos en la presente indagación, se han podido identificar retos en diversos ámbitos:

En el ámbito del centro educativo, se detectan dificultades en relación con los espacios y el acceso a los materiales, así como en la vinculación con el entorno. En este último caso, coincidiendo con la recomendación de los autores Blikstein y Worsley (2016) de alentar a equipos interdisciplinarios de docentes a crear y promulgar proyectos *Maker* que conecten con los intereses y las comunidades de los estudiantes. También con las discrepancias detectadas en el artículo de Campos et al. (2019), en que se observa una falta de vinculación de los proyectos *Maker* con el entorno local y comunitario.

En el sistema educativo, se han detectado retos con respecto al tiempo disponible tanto para la planificación como la aplicación de proyectos *Maker*, coincidiendo con lo expresado por los autores Ioannidou et al. (2003) en su artículo, cuando afirman que, si bien las actividades constructoras se alinean con el propósito de un espacio de creación basado en la escuela, a menudo requieren mucho tiempo y esfuerzo para llevarlas a cabo. Esta dificultad también se aprecia por parte de los docentes que forman parte de la muestra de Campos et al. (2019) en su artículo.

En el sistema educativo también se identifican retos para con el alto nivel burocrático que le caracteriza, en consonancia con lo expuesto por los autores Cohen et al. (2017), expresando que una preocupación adicional para los *makerspaces* escolares es si los docentes *Maker* podrán implementar adecuadamente actividades constructoras dado el énfasis actual y generalizado en las pruebas de alto riesgo en muchas escuelas. De nuevo, se trata de una preocupación compartida por los docentes del artículo de Campos et al. (2019).

En la indagación también se observan retos en cuanto a la propia educación *Maker*, como es la necesidad de un significado compartido de los pilares que la conforman, discrepancia que también se detecta en Campos et al. (2019). También respecto a la evaluación de los procesos de aprendizaje y producciones fruto de los proyectos *Maker*, discrepancia observada en el artículo de Campos et al. (2019) y en Blikstein et al. (2017), al diseñar un

instrumento de evaluación para los conocimientos tecnológicos que se adquieren a los *Makerspaces* y a los Fab Labs.

Además, se identifican retos respecto a los Fab Lab como organismo externo experto en educación *Maker*, debido a la gran variedad de tipologías y visiones existentes.

Por último, también se han detectado retos en relación con los docentes, con bajos niveles de conocimientos, motivación y sentimiento de autoeficacia, sobre todo en las entrevistas y cuestionarios pre-intervención realizados antes de completar la formación *Maker*.

3.4. Fases del proceso de implementación de la educación *Maker* en la escuela

De acuerdo con el Project Manager del proyecto TEC-LA e investigador de Fab Lab Barcelona, antes de iniciar la implementación del trabajo por proyectos *Maker* en las aulas, existen dos fases previas que permiten adaptarse a la realidad del centro educativo y aumentan las posibilidades de éxito de la propuesta. Se encuentran explicadas en la figura 5.

Figura 5
Fases previas a la implementación del proyecto.



Fuente: elaboración propia.

Tal y como se destaca en la revisión literaria de Rouse & Rouse (2022), las intervenciones en que se imparte una formación previa a los instructores responsables son muy escasas. En general, existen pocas referencias a las acciones emprendidas antes de implementar la intervención educativa, si bien se suelen tener en cuenta algunas características del contexto, como la diversidad existente en el centro.

Estructura organizativa y relacional para la implementación de la educación *Maker* en las escuelas

En relación con el perfil de las personas implicadas en la implementación de la educación *Maker* en las escuelas, a través de las entrevistas post-intervención realizadas se han podido extraer los conocimientos y habilidades que se consideran clave para tal fin.

A continuación, en la tabla 1, se exponen los datos recopilados sobre los conocimientos y habilidades clave del perfil *Maker*.

Tabla 1
Conocimientos y habilidades clave del perfil Maker.

Conocimientos y habilidades <i>Maker</i>
Comprensión del concepto de educación <i>Maker</i>
Actitud y predisposición
Persistencia y constancia (aquello planificado no siempre sale a la primera)
Capacidad de análisis y autocrítica de los diferentes factores que inciden en la aplicación en el aula
Creatividad y curiosidad
Flexibilidad y capacidad de adaptarse al grupo
Capacidad de adaptar contenidos y conocimientos a la casuística del entorno local en que se encuentra el centro
Resiliencia
Conciencia de las propias limitaciones
Capacidad de comunicación

Fuente: elaboración propia.

Este perfil aplicaría a todos los individuos implicados en el accionamiento de la educación *Maker* en el centro.

En su puesta en práctica, se consideran dos figuras de referencia para la organización estructural y relacional responsable de la implementación de dicho enfoque educativo: la organización experta y la coordinadora *Maker*. La primera proporcionaría asesoramiento, formación y soporte a la segunda, que a su vez actuaría como referente estable para los docentes de la escuela.

En relación con este aspecto del proceso de implementación, no se ha encontrado bibliografía previa al respecto. Así como destacan Rouse & Rouse, (2022) en su artículo, en las distintas intervenciones analizadas, son muy variados los tipos de instructores empleados para ello. Adicionalmente, se expone que la existencia de prácticas *Maker* en las escuelas que puedan servir como modelo para futuras intervenciones se encuentra en un punto muy inicial, e instan a realizar más estudios respecto a las características que debe poseer un buen docente *Maker*.

4. Conclusiones

A continuación, se exponen las conclusiones que se han podido extraer a partir del proceso de investigación llevado a cabo:

La ausencia de formación *Maker* en el Grado de Educación Primaria no tiene un impacto significativo en la implementación de proyectos *Maker* en la escuela. Sin embargo, incorporar el aprendizaje de contenidos y habilidades *Maker* facilitaría su conocimiento e interés por parte de los futuros docentes.

La formación específica de los docentes para implementar la educación *Maker* en las escuelas debe transmitir pasión, credibilidad y comprensión del contexto *Maker*. Además, debe tener la duración de una formación docente habitual, ser eminentemente práctica, adecuarse al ritmo y necesidades de cada docente, y partir de propuestas suficientemente abiertas, capaces de potenciar la creatividad y la innovación.

Los retos más destacables que afronta este enfoque educativo en las escuelas se refieren a la transformación del espacio para que sea inspirador, la accesibilidad a los materiales y recursos necesarios tanto por parte de los docentes como del alumnado, la creación de una comunidad que comparta un significado común de la educación *Maker* y comparta proyectos y recursos, y la vinculación de la escuela con el entorno, creando sinergias con las entidades que lo conforman.

Los sujetos implicados en la implementación de la educación *Maker* en las escuelas deben poseer las siguientes características, consideradas clave para dicho proceso: comprensión del concepto de educación *Maker*, actitud y predisposición, persistencia y constancia, capacidad de análisis y autocrítica de los diferentes factores que inciden en la aplicación en el aula, creatividad y curiosidad, flexibilidad y capacidad de adaptarse al grupo, capacidad de adaptar contenidos y conocimientos a la casuística del entorno local en que se encuentra el centro, resiliencia, consciencia de las propias limitaciones y capacidad de comunicación.

Una posible estructura organizativa y relacional para la implementación de la educación *Maker* en las escuelas dispondría de dos figuras de referencia. Por un lado, un organismo externo que fuera experto en la materia y pudiera formar a todo el equipo docente. También analizar la situación del centro educativo y proporcionarle asesoramiento y apoyo en todos aquellos aspectos necesarios para la viabilidad y estabilidad de la transformación educativa del centro. Por otro lado, uno/a coordinador/a *Maker*, figura de referencia para el resto de los docentes, con conocimientos técnicos más amplios que el resto. Encargada de facilitar apoyo y asesoramiento a sus compañeros, y actuar como enlace entre el organismo externo y la escuela. Embajadora de la metodología y potenciadora de la creación de una comunidad alrededor de la educación *Maker*.

Previamente al accionamiento de la educación *Maker* en las aulas, existen dos fases que facilitan el éxito de la implementación de dicho enfoque educativo en el centro: el cálculo del capital STEAM de la escuela, y la impartición de una formación en educación *Maker* que contemple aquellos aspectos a reforzar detectados en el análisis realizado.

Si bien son cada vez más numerosos los estudios relacionados con intervenciones educativas *Maker* en las escuelas, siguen siendo escasas las indagaciones relacionadas con aquellos aspectos del proceso de implementación que facilitan una exitosa incorporación de este nuevo enfoque educativo a la realidad de las aulas.

Los resultados obtenidos en la investigación objeto de este artículo pretenden servir como ejemplo para otras intervenciones educativas, actuando como referencia para la incorporación de la educación *Maker* en los centros educativos.

5. Agradecimientos

La autora Cristina Valls es profesora lectora dentro del programa Serra Hunter.

6. Referencias bibliográficas

- Ben-David Kolikant, Y., Martinovic, D., & Milner-Bolotin, M. (2020). Introduction: STEM teachers and teaching in the era of change. En Y. B. Kolikant, D. Martinovic, M. Milner-Bolotin (Eds.), *STEM Teachers and Teaching in the Digital Era* (pp. 1-16). Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-29396-3>
- Bevan, B. (2017). The promise and the promises of Making in science education. *Studies in Science Education*, 53(1), 75–103. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1275380>

- Bevan, B., Gutwill, J. P., Petrich, M., & Wilkinson, K. (2015). Learning Through STEM-Rich Tinkering: Findings From a Jointly Negotiated Research Project Taken Up in Practice. *Science Education*, 99(1), 98–120. <https://doi.org/10.1002/sce.21151>
- Blikstein, P. (2014). Digital Fabrication and ‘Making’ in Education. En J. Walter-Herrmann, & C. Büching (Eds.), *FabLab* (pp. 203–222). Transcript Verlag. <https://doi.org/10.14361/transcript.9783839423820.203>
- Blikstein, P., Kabayadondo, Z., Martin, A., & Fields, D. (2017). An Assessment Instrument of Technological Literacies in Makerspaces and FabLabs. *Journal of Engineering Education*, 106(1), 149–175. <https://doi.org/10.1002/jee.20156>
- Blikstein, P., & Worsley, M. (2016). Children are not hackers: Building a culture of powerful ideas, deep learning, and equity in the maker movement. En K. Peppler, E. Halverson, & Y. Kafai (Eds.), *Makeology: Makerspaces as learning environments* (pp. 64–79). Routledge.
- Campos, F., Soster, T., & Blikstein, P. (2019). “Sorry, I was in teacher mode today”: Pivotal tensions and contradictory discourses in real-world implementations of school makerspaces. In *Proceedings of FabLearn 2019 (FL2019)* (pp. 96–103). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3311890.3311903>
- Cohen, J. (2017). Maker principles and technologies in teacher education: A national survey. *Journal of Technology and Teacher Education*, 25(1), 5-30. https://scholarworks.gsu.edu/ltd_facpub/17/
- Cohen, J. D., Huprich, J., Jones, W. M., & Smith, S. (2017). Educators’ perceptions of a maker-based learning experience. *International Journal of Information and Learning Technology*, 34(5), 428–438. <https://doi.org/10.1108/IJILT-06-2017-0050>
- Cohen, J. D., Jones, W. M., & Smith, S. (2018). Preservice and Early Career Teachers’ Preconceptions and Misconceptions About Making in Education. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 34(1), 31–42. <https://doi.org/10.1080/21532974.2017.1387832>
- Cohen, J., Jones, W. M., Smith, S., & Calandra, B. (2017). Makification: Towards a framework for leveraging the maker movement in formal education. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 26(3), 217-229.
- Connolly, C., O Gorman, S., Hall, T., & Hijón-Neira, R. (2020). Pre-service Teacher Perceptions in Integrating Maker-Centered Learning in their Mathematics and Education Initial Teacher Education Programme. *Universitat Tarraconensis. Revista de Ciències de l’Educació*, 1(3), 50. <https://doi.org/10.17345/ute.2020.3.2778>

- Delors, J., al Mufti, I., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., Kornhauser, A., Manley, M., Padrón Quero, M., Savane, M.-A., Singh, K., Stavenhagen, R., Won Suhr, M., & Nanzhao, Z. (1996). *Educació: hi ha un tresor amagat a dins. Informe per a la UNESCO de la Comissió Internacional sobre Educació per al Segle XXI*. UNESCO.
- Hjorth, A. (2019). The Roles of Teachers in Makerspace Learning. *Constructivist Foundations*, 14(3), 263-264.
- Honey, Margaret., & Kanter, D. (David E.). (2013). *Design, make, play: growing the next generation of STEM innovators*. Routledge.
- Hsu, Y. C., Baldwin, S., & Ching, Y. H. (2017). Learning through making and maker education. *TechTrends*, 61(6), 589–594. <https://doi.org/10.1007/s11528-017-0172-6>
- Ioannidou, A., Repenning, A., Lewis, C., Cherry, G., & Rader, C. (2003). Making constructionism work in the classroom. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 8(1), 63–108. <https://doi.org/10.1023/A:1025617704695>
- Jones, W. M., Cohen, J. D., Schad, M., Caratachea, M., & Smith, S. (2020). Maker-Centered Teacher Professional Development: Examining K-12 Teachers' Learning Experiences in a Commercial Makerspace. *TechTrends*, 64(1), 37–49. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00425-y>
- Jones, W. M., Smith, S., & Cohen, J. (2017). Preservice Teachers' Beliefs About Using Maker Activities in Formal K-12 Educational Settings: A Multi-Institutional Study. *Journal of Research on Technology in Education*, 49(3–4), 134–148. <https://doi.org/10.1080/15391523.2017.1318097>
- Kalil, T. (2013). Have fun—learn something, do something, make something. In M. Honey, & D. Kanter (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 12–16). Routledge.
- Larson, L. C., & Miller, T. N. (2011). 21st Century Skills: Prepare Students for the Future. *Kappa Delta Pi Record*, 47(3), 121–123. <https://doi.org/10.1080/00228958.2011.10516575>
- Martínez, S. R., Fernández, S. R., Martínez, M. B., & Ana, M. (2020). Las metodologías empleadas en la innovación educativa. *Aula de encuentro*, 22(1), 57-80.
- Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom*. Constructing Modern Knowledge Press.
- Obama, B. (2009). *Remarks by the President at the National Academy of Sciences Annual Meeting*. The White House. <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/remarks-president-national-academy-sciences-annual-meeting>

- Paganelli, A., Cribbs, J. D., Silvie' Huang, X., Pereira, N., Huss, J., Chandler, W., & Paganelli, A. (2017). The makerspace experience and teacher professional development. *Professional Development in Education*, 43(2), 232–235. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1166448>
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. *Entertainment Computing*, 18, 57–78. <https://doi.org/10.1016/J.ENTCOM.2016.09.002>
- Rouse, R., & Rouse, A. G. (2022). Taking the maker movement to school: A systematic review of preK-12 school-based makerspace research. *Educational Research Review*, 35, 100413. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100413>
- Thomas, A., & Besser, D. (2017). The maker movement and engineering. *Bridge: Linking Engineering and Society*, 47(3), 32–36.
- Vossoughi, S., & Bevan, B. (2014). Making and tinkering: A review of the literature. *National Research Council Committee on Out of School Time STEM*, 67, 1-55.

Constanza Hanna

De padre británico y madre española, nació en 1992 en la comarca del Penedès, en Cataluña. Es profesora de inglés, con más de doce años de experiencia profesional en el ámbito de la educación no formal, siendo coordinadora académica y directora de varios centros de idiomas. Apasionada del mundo de la educación y el aprendizaje de los infantes, se graduó en Educación infantil por la Universidad Rovira i Virgili en junio del 2022.

Dra. Cristina Valls Bautista (ORCID 0000-0001-5583-5695)

Licenciada en Biología por la UAB (2001), doctorada en Biología por la UdL (2007). Certificado de aptitud pedagógica en 2002 equivalente al actual máster de formación del profesorado). Es profesora lectora de enseñanza y aprendizaje de ciencias experimentales en los grados de educación infantil, educación primaria y en el doble grado educación infantil y primaria. Así como también profesora y coordinadora de la especialidad de ciencias naturales del máster de formación del profesorado de educación secundaria. Es miembro del grupo de investigación ARGET (Applied Research Group in Education and Technology), lleva a cabo investigación e innovación en el ámbito del aprendizaje basado en la investigación, pensamiento

computacional y la robótica educativa. Ha publicado más de 30 artículos de impacto sobre metodologías de enseñanza y aprendizaje, y formación docente. Ha dirigido cuatro tesis doctorales sobre competencia digital docente y formación docente.