La robótica y el movimiento *maker* en primaria: un desafío pedagógico.

Rebut: 17/07/2022 - Acceptat: 1/09/2022

Yeny Gamboa-Cordero
yegam18@gmail.com
Universitat Autònoma de Barcelona, España

Alejandra Bosco
alejandra.bosco@uab.cat
Universitat Autònoma de Barcelona, España

RESUMEN

En educación primaria para promover las vocaciones científicas y tecnológicas en los estudiantes, se utiliza una perspectiva integradora de disciplinas: *STEAM* (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*). Esto se aplica en el aula a través de diversas actividades, entre las que se encuentra la robótica que incluye la programación y la fabricación digital o movimiento *maker (making o maker culture)* que se sustenta en "*Do it yourself" (DIY) "hazlo tú mismo"* y el *"Do it with others" (DIWO) "hazlo con otros"* que fomenta la creación y colaboración. Esta investigación es un estudio de casos múltiple, en el cual se observan dos escuelas primarias públicas de Cataluña. El objetivo es analizar la integración del *making* y la robótica en las actividades curriculares, y si ello promueve prácticas educativas transformadoras. Se utiliza una metodología cualitativa-interpretativa a través de la observación participativa, grupos focales de estudiantes, y entrevistas a docentes y directivos. Los resultados obtenidos señalan que ambas instituciones educativas tienen espacios, con variados dispositivos tecnológicos que permiten crear proyectos colaborativos. Los docentes implementan una metodología activa, aunque exponen tener escaso tiempo para la planificación de actividades *STEAM.*

Palabras clave: movimiento *maker*; pedagogía activa; robótica; *steam*

ABSTRACT

In primary education, to promote scientific and technological vocations in students, an integrating perspective of disciplines is used: STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics). This is applied in the classroom through various methodologies, among which is robotics that includes programming and digital manufacturing or maker movement (making or maker culture) that is based on "Do it yourself" (DIY). yourself" and "Do it with others" (DIWO) "do it with others" that encourages creation and collaboration. This research is a multiple case study, in which two public primary schools in Catalonia are observed. The objective is to analyze the integration of making and robotics in curricular activities, and if this promotes transformative practices. A qualitative-interpretive methodology is used through participatory observation, student focus groups, and interviews with teachers and managers. The results obtained indicate that both educational institutions have spaces, with various technological devices that allow the creation of collaborative projects. Teachers implement an active methodology, although they state that they have little time to plan STEAM activities.

Key words: maker movement; active pedagogy; robotics; *steam*

Para citar: Gamboa-Cordero, Yeny; Bosco, Alejandra. La robótica y el movimiento *maker* en primaria: un desafío pedagógico. *UTE Teaching & Technology* Núm. *2* (2022).

UTE. Revista de Ciències de l'Educació
2022 núm. 2. Pàg. 29-49
ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731
http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute

CC BY NC ND

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

1. Introducción

En las escuelas de España existen iniciativas educativas que pretenden abordar un enfoque interdisciplinar en la educación "*STEAM"*, el cual integra diferentes áreas de conocimiento; ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemática (García, 2016; Tesconi, 2018; Yakman, 2010). Este modelo educativo centrado en la experimentación ubica al estudiante como protagonista de su aprendizaje, el cual participa activamente, indaga y aprende de manera más vivencial y significativa por sus aportes interdisciplinares (Cilleruelo y Zubiaga, 2014; Suárez *et al*., 2016). Permite trabajar en actividades atractivas y abiertas al trabajo colaborativo en base a la innovación y creatividad (Martínez, 2016). Entre las que se encuentran: el movimiento *maker*, *making* o de fabricantes los cuales crean sus objetos, herramientas interactivas, programas y aplicaciones en base a la experimentación en un ambiente social (Martin, 2015; Tesconi, 2018). Y también está la robótica educativa que se centra en diseñar, construir y programar un robot con diversas funciones y tareas (Acuña, 2012).

En este estudio el objetivo general es analizar entornos de enseñanza y aprendizaje que integran el *making* y la robótica en sus actividades curriculares en dos instituciones educativas públicas primarias de Cataluña (*Escola Rubí* y *Escola Montcada i Reixac*). Los objetivos específicos son los siguientes:

- Describir los recursos del contexto físico y pedagógico que facilitan e impulsan el desarrollo de actividades *STEAM* centradas en el *making* y robótica en la institución educativa.
- Identificar las estrategias metodológicas que adopta el docente para fomentar la indagación y el aprendizaje activo en las actividades de *making* y robótica.
- Identificar competencias generales y en particular digitales que promueve el docente en los estudiantes.
- Caracterizar las interacciones que se producen entre los diferentes actores de la comunidad educativa durante las actividades *STEAM* que utilizan el *making* y la robótica.

Este artículo analiza prácticas educativas innovadoras sustentadas en la pedagogía activa, en específico el movimiento *maker* y la robótica en primaria, que se incorporan a través de talleres en los dos centros educativos de esta investigación. Donde el estudiante no solo adquiere las competencias instrumentales y es usuario de aplicaciones, sino que logra ser creador digital (INTEF, 2018; Muñoz y Peirat, 2016). Siendo responsable al establecer sus propios significados y atribuir un sentido a lo que aprende (Coll y Onrubia, 2002; Papert, 2005).

2. Revisión de la literatura

2.1. Pedagogía activa

El Construccionismo es reconocido como una teoría educativa propuesta por Seymour Papert en base al Constructivismo de Jean Piaget, el conocimiento se logra en la medida que el individuo interacciona con el objeto de estudio (Bers *et al*., 2014), en palabras sencillas es "aprender haciendo". Por medio de metodologías activas el maestro se concibe como un guía, un orientador y animador del proceso de aprender, el estudiante se ubica como protagonista, con perspectiva crítica, creativa y preparado para resolver los diversos retos a los que se enfrenta, puesto que desarrollan habilidades de búsqueda, selección, análisis y evaluación de la información (Valverde y Baños, 2018).

2.2. Movimiento maker y robótica en educación

El movimiento *maker* es "una amplia descripción que abarca una gran variedad de actividades, desde la artesanía tradicional a la electrónica de alta tecnología, muchas de las cuales se practican desde mucho tiempo" (Anderson, 2013, p. 38) surge del interés en hacer cosas por uno mismo *(Do-It-Yourself, DIY)* y en colaboración con otras personas *(Do-It-With-Others, DIWO)* (Martínez, 2018) se sustenta en arreglar, modificar y fabricar gran diversidad de objetos.

En educación la metodología *maker / making* o fabricación digital es una práctica educativa emergente, el *making* hace referencia a las dinámicas interpersonales que favorecen la construcción del conocimiento conjunto y la fabricación digital a las herramientas tecnológicas para diseñar y crear los objetos, como por ejemplo el modelado e impresión 3D (Bosco *et al*., 2019). En general, pretende un aprendizaje activo, basado en la autonomía y colaboración (Sancho y Hernández, 2017; Vossoughi y Bevan, 2014) en donde cualquiera puede ser capaz de crear en base al uso de las herramientas tecnológicas (Ortega y Asensio, 2018). Asimismo, se encuentra la robótica educativa que es una actividad que forma parte de la

cultura *maker*, permite que los estudiantes aprendan conceptos básicos de construcción, programación y trabajar en equipo (Sullivan y Bers, 2016) a través de diversos proyectos en los que comparten sus ideas y resuelven retos. La robótica utiliza robots para potenciar el desarrollo de habilidades y competencias en los alumnos donde es fundamental la iniciativa y la toma de decisiones (Acuña, 2012).

3. Metodología

Es una investigación cualitativa, a partir de un estudio de caso de carácter múltiple (Stake, 2010; Vásquez y Angulo, 2003; Yin, 2009). Porque se conceptualizan y analizan dos casos, ambas instituciones educativas públicas de primaria que incluyen el uso del *making* y la robótica en sus actividades curriculares, a través de talleres en el horario lectivo. Tiene una perspectiva interpretativa (Latorre *et al*., 2003) porque se describen prácticas educativas sustentadas en *STEAM* y se caracterizan las interacciones que se producen entre los diferentes actores de la comunidad educativa durante el desarrollo de las actividades de robótica y *maker*. Ello desde un modelo inductivo; donde a partir de la información obtenida se construyen las dimensiones y códigos de análisis.

3.1. Muestra

La elección de las instituciones educativas se hace aplicando el criterio de caso atípico (Patton, 2002), se seleccionan dos centros educativos públicos de primaria reconocidos como innovadores por la incorporación de actividades curriculares basadas en el *making* y la robótica. Denominadas en este artículo: Escola Montcada i Reixac y la Escola Rubí.

Tabla 1

Características de los centros educacionales

	Escola Montcada i Reixac	**Escola Rubí**
Ubicación	Provincia de Barcelona	Provincia de Barcelona
Niveles	Educación infantil: P3, P4, P5 Ciclo inicial: 1º y 2º Ciclo medio: 3º y 4º Ciclo superior: 5º y 6º	Educación infantil: P3, P4, P5 Ciclo inicial: 1º y 2º Ciclo medio: 3º y 4º Ciclo superior: 5º y 6º
Total estudiantes	196	449
Docentes	19	32

Nota: esta tabla entrega información acerca de los dos centros educacionales públicos de primaria que son la muestra en esta investigación.

3.1.1. Escola de Montcada i Reixac.

La escuela tiene el primer acercamiento a la incorporación de dispositivos tecnológicos en el año 2015, cuando en el área de Educación física comienzan a trabajar la geolocalización vía dispositivos móviles "iniciación al *Geocaching*" participando en *Mobile Learning Awards* que reconocen los proyectos tecnológicos más innovadores elaborados en los centros educativos. Son premiados con una impresora 3D y surge la necesidad de darle un uso educativo, ese es el punto de partida para comenzar a trabajar el diseño e impresión 3D y plantear que las tecnologías digitales se incorporen de forma permanente a nivel curricular en la escuela a través de talleres semanales. Dentro de los proyectos más destacados se encuentra la creación de un robot *"Otto, el robot Bíped"* (uso de impresión 3D, montaje y programación) con él fueron ganadores de los *Mobile Learning Awards 2017*. También participan en proyectos y competencias de robótica como en la *First Legos League.*

3.1.2. Escola de Rubí

Esta institución educativa desde el curso 2015-2016 comienzan un nuevo planteamiento metodológico. Sustentado en visualizar el currículum desde actividades cooperativas, que incluyen trabajar por proyectos y el uso de las nuevas tecnologías a través de prácticas innovadoras y talleres interdisciplinares centrados en el fomento de las vocaciones *STEAM* con perspectiva de género. En el año 2017 participan en el programa *Magnet:* "alianzas para el éxito educativo" donde se les acompaña en la ejecución de su proyecto educativo en alianza con una institución de prestigio, en este caso se vinculan con el *CIM (Computer Integrated Manufacturing)* de la *UPC (Universitat Politècnica de Catalunya)* a través de la innovación y conocimiento se lucha contra la segregación escolar. Ellos entregan diversas herramientas metodológicas por medio de formaciones docentes y actividades de acompañamiento con las familias.

3.2. Dispositivos de recolección de información

Considerando el enfoque de la investigación y los objetivos propuestos, para garantizar la validez de las conclusiones de este estudio (Flick, 2015) se utiliza en la recolección de datos tres técnicas de investigación cualitativa, las cuales son validadas por tres expertos del equipo del Desarrollo Organizacional del Departamento de Pedagogía Aplicada de la Universitat Autònoma de Barcelona, quienes evaluaron la pertinencia de cada una de las preguntas con relación a los objetivos de la investigación. La primera técnica es la observación de talleres centrados en el uso del *making* y la robótica, la investigadora asiste de manera presencial y observa veinte sesiones de los talleres impartidos (diez en cada escuela) en ciclo medio y superior para así analizar el entorno físico y pedagógico, y las interacciones dentro del proceso educativo (Simons, 2011), a partir del horario establecido

por cada centro se accede a cada sesión haciendo un seguimiento a través de un informe de registro (Tabla 2), de forma secuenciada para ver progresos y avances en las diversas tareas que se les solicitan a los grupos.

Tabla 2

Informe de registro sesiones talleres maker y robótica

<table>
<tr><td colspan="5">Nombre del taller:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Curso:
Horario:</td><td colspan="2">Contexto físico
(espacio, materiales)</td><td>Tècnica de trabajo
(individual, parejas, equipo)</td></tr>
<tr><td>Fecha</td><td>Número sesión</td><td>Cantidad de estudiantes</td><td colspan="2">Actividades</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td>Aprendizajes

- Vinculación a intereses y motivaciones personales desde la ejemplificación.
- Indagación: supera retos, analiza y reflexiona sobre propios errores.</td><td></td></tr>
<tr><td>Facilitación

- Rol del docente: orientación, flexibilidad, interacción y apoyo.</td><td></td></tr>
<tr><td>Resolución de problemas

- Solucionar problemas mediante iteraciones (repeticiones).
- Encontrar soluciones temporales.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Observaciones generales de iteraciones

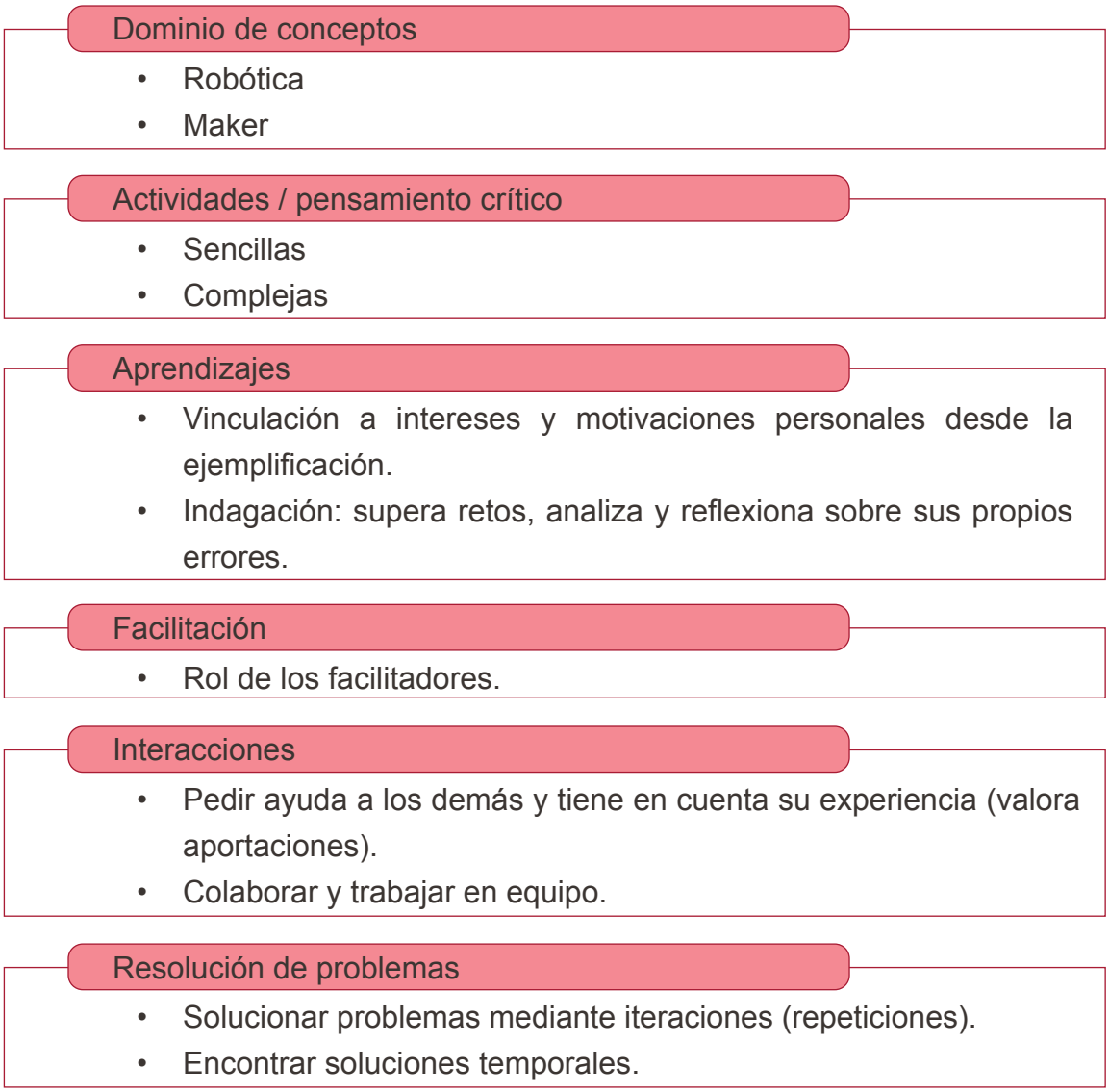
- Pedir ideas, ayuda a los demás y tiene en cuenta su experiencia (valora aportaciones).
- Colaborar y trabajar en equipo.</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

Nota: en cada escuela se observaron diez sesiones de los talleres de maker y robótica en ciclo medio y superior, que se registran para su posterior análisis.

La segunda técnica para recolección de datos son dos grupos focales, uno en la Escola de Montcada y Reixac y otro en la Escola de Rubí, se configuran con un total de diez estudiantes de ciclo medio y superior con igual proporción mujeres y hombres. Debido a que son grupos reducidos, permitirá tener una perspectiva más amplia y enriquecedora. Se entrega un consentimiento informado a los padres para autorizar la participación de los estudiantes, ya que se realiza una grabación de audio y vídeo, siguiendo un guion hecho por el investigador sustentado en las categorías de la Figura 1. Se ubican los estudiantes en un semicírculo, una grabadora en el centro y una cámara desde el costado.

Figura 1

Categorías de análisis grupo focal



Nota: Las categorías orientan las preguntas del grupo focal y permiten analizar en base a los objetivos de la investigación.

La tercera y última técnica de recolección de datos es la entrevista semi-estructurada de manera presencial y virtual, según la disponibilidad de los informantes. Se hacen un total de nueve; directoras, profesores de robótica y *maker*, encargados de tecnología y un formador externo en el caso de la Escola de Rubí (Tabla 3). Las preguntas siguen el siguiente orden: introductorias acerca formación académica, de transición; para comprender el interés por incorporar la robótica y el *making* en las actividades escolares, luego el nivel organizacional; el tiempo que llevan trabajando con estos recursos, como logran el financiamiento para implementarlo, las diferencias que se perciben desde que utilizan el

maker y la robótica, y los desafíos que trae a la escuela. Posteriormente, las prácticas docentes desde su participación, si existe alguna resistencia, las metodologías usadas y los aspectos evaluativos. Finalmente, las competencias y habilidades que adquieren los estudiantes, además de las interacciones que surgen desde la forma de organizarse para trabajar y hasta las habilidades interpersonales. Para cerrar la entrevista se plantea que mencione propuestas de mejoras a la hora de introducir el *making* y la robótica en la escuela.

Tabla 3

Informantes entrevistas

Informante	Género	Cargo	Escuela
D_MR	Femenino	Directora	Montcada i Reixac
N_MR	Masculino	Profesor ciclo superior robótica y *maker* (6º)	Montcada i Reixac
H_MR	Masculino	Encargado tecnología y profesor de robótica y maker ciclo superior (5º)	Montcada i Reixac
M_MR	Femenino	Profesora primaria y de taller de robótica (4º)	Montcada i Reixac
C_R	Femenino	Directora	Rubí
I_R	Femenino	Encargada tecnología y profesora robótica y *maker* ciclo inicial (1º y 2º)	Rubí
A_R	Masculino	Profesor ciclo medio (3º y 4º) taller *maker*	Rubí
O_R	Masculino	Profesor ciclo medio y superior robótica (3º y 4º; 5º y 6º)	Rubí
F_R	Masculino	Formador externo docentes (Proyecto *Magnet*)	Rubí

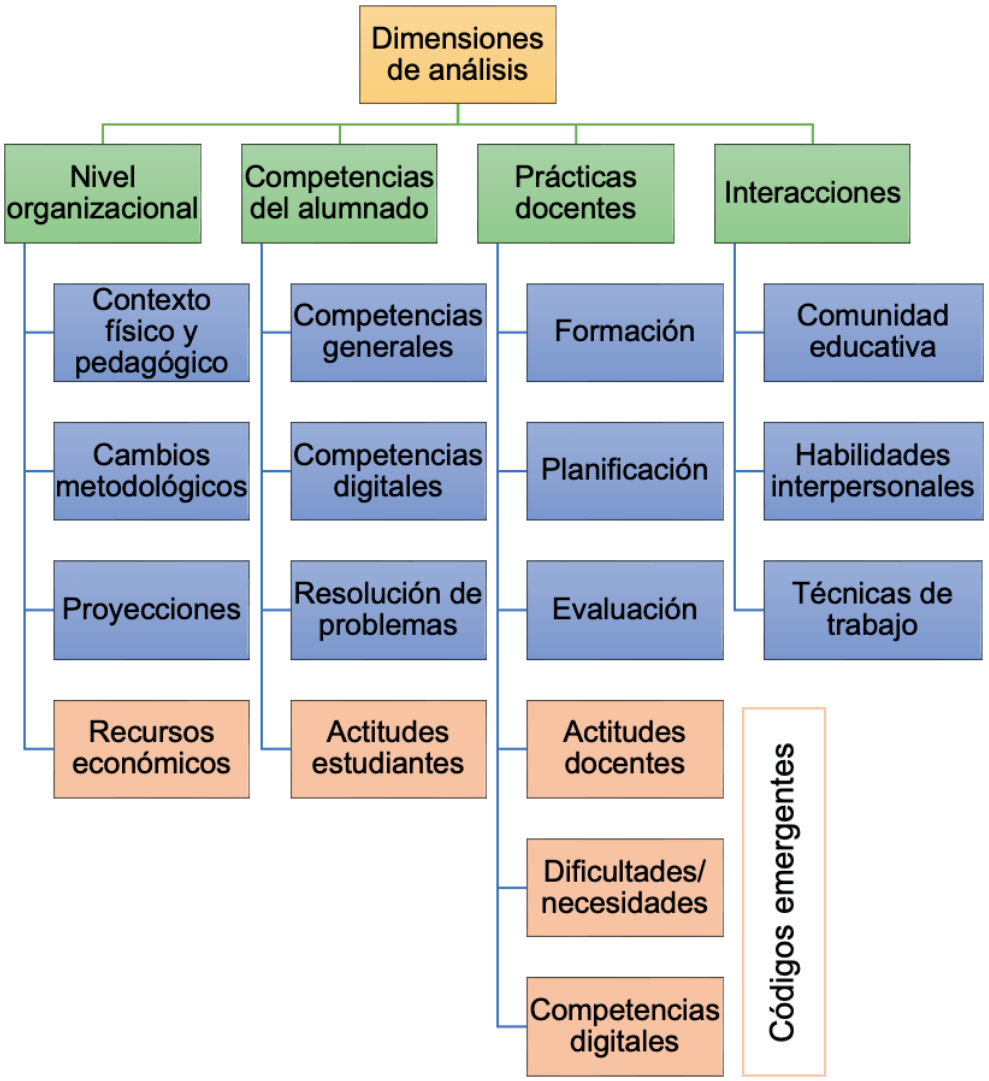
Nota: Esta tabla muestra la información de los entrevistados en ambos centros educacionales públicos de primaria.

3.3. Análisis de los datos

El análisis de resultados lo realiza el investigador a través del *software* de codificación y análisis cualitativo *Nvivo.* Inicialmente frente a la revisión de literatura y los primeros acercamientos a las escuelas, se identifican unas primeras dimensiones del análisis de entornos de enseñanza y aprendizaje que integran el *making* y la robótica (Figura 2). Aunque al comenzar las observaciones de talleres, y realizar grupos focales y entrevistas, emergen nuevos códigos.

Figura 2

Primeras dimensiones y códigos establecidos en el análisis



Nota: Esta figura muestra las categorías y códigos establecidos inicialmente, previo a las transcripciones. Luego se indican los códigos emergentes al realizar el primer análisis.

Las categorías finales han surgido del análisis de las transcripciones de las entrevistas de docentes, directivos y formador externo, de las observaciones registradas de los talleres de robótica y *maker*, de los grupos focales con estudiantes y de la revisión literaria. Así, se ha organizado la información en cuatro dimensiones y sus respectivos códigos: nivel organizacional (metodología, recursos y prospectiva), competencia alumnado (actitudes estudiantes, competencias digitales y generales, y resolución de problemas), prácticas docentes (formación digital, necesidades/dificultades y evaluación) e interacciones (comunidad educativa, habilidades interpersonales y técnicas de trabajo).

4. Resultados

En este apartado se presentan los hallazgos obtenidos al observar y analizar las actividades curriculares centradas en el *making* y la robótica, los grupos focales y entrevistas de directivos y docentes en cada institución educativa primaria pública de Cataluña: Montcada i Reixac y Rubí, considerando cada dimensión: nivel organizacional, competencias del alumnado, prácticas docentes e interacciones.

4.1. Nivel Organizacional

En esta dimensión se describe la metodología aplicada por los docentes, cómo planifican y desarrollan diversas actividades en el aula y, por otra parte, los recursos tanto económicos como materiales que se utilizan en determinado contexto físico. Y finalmente, la prospectiva que es la previsión, beneficios y proyecciones que trae consigo el uso de la robótica y el movimiento *maker* en las actividades curriculares. A partir de la observación de diez sesiones de los talleres de *maker* y robótica y las entrevistas realizadas.

4.1.1. Nivel organizacional Montcada i Reixac

La escuela realiza talleres de robótica y *maker* en horario lectivo dos veces por semana, que duran cuarenta minutos, por turnos rotativos, es decir mitad de la clase asiste al taller y la otra mitad se queda en otra clase, luego se intercambian. Se planifica desde educación infantil a ciclo superior para que exista una implicancia y aprendizaje continuo-progresivo en competencias digitales.

El financiamiento económico para la implementación de la robótica y el *maker* en la escuela es a partir de diferentes organismos, “nos ayuda el AMPA y utilizando parte de una subvención del estado” (D_MR). Además, el impulso hacia la digitalización del centro es también por algunos premios de proyectos presentados por la institución, como una impresora 3D recibida en el *Mobile Learning Awards* 2017.

Los dispositivos tecnológicos utilizados se organizan por ciclos, en las primeras etapas los niños trabajan con *Bee-bots* un robot con forma de abeja para la enseñanza lenguaje direccional, cuyo fin es poder aprender a realizar secuencias, aproximaciones y fortalecer la resolución de problemas. Luego se introduce *Scratch* es una aplicación web y descargable diseñado por el Grupo *Lifelong Kindergarten* del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en esta ocasión la mascota es un gato naranja y a través de la programación en bloques preconfigurados que encajan como una especie de puzles ejecuta diferentes acciones; se mueve, emite sonidos y dibuja (Valverde *et al*., 2015). Además permite que

personas con distintos intereses y/o estilos de aprendizaje sean capaces de crear sus propios proyectos como actividades animadas, juegos y narraciones interactivas, entre otras (Brennan y Resnick, 2012; INTEF, 2017).

Al observar los talleres cada alumno tiene su propia cuenta de *Scratch* donde al iniciar sesión están registrados todos sus proyectos en la plataforma, van resolviendo mini retos que plantea el docente y aumentan en complejidad. De esta forma los estudiantes potencian su creatividad, refuerzan el trabajo autónomo y son conscientes de sus progresos, ante las dificultades que se presentan a lo largo de las actividades, el docente tiene un rol de guía, que les brinda a través de ejemplos diferentes opciones para resolver sus dudas.

En ciclo medio y superior se centran en la participación de competiciones de robótica como la "*First Legos League*" que a través del trabajo en equipo de forma cooperativa resuelven un desafío mediante una solución innovadora y la construcción de un robot, su foco es el "aprender haciendo". En paralelo durante los talleres usan la aplicación en línea de diseño 3D *Tinkercad* creando objetos con volumen y desarrollando proyectos que solucionen necesidades de su contexto. También programan los robots de Legos *WeDo 2.0* y *Mindstorms* para cumplir retos planteados por el docente, como por ejemplo lograr que un robot a través de la programación siga una ruta establecida.

La prospectiva para implementar prácticas innovadoras es que se integre de forma transversal el uso de dispositivos digitales que "todo el profesorado pudiera dedicar siempre que programan o presentan un proyecto, una parte a la utilización de estos recursos. Que no tenga que venir solo desde el área o el profesor que trabaja tecnología o el profesor que trabaja robótica" (N_MR) planteando que lo ideal sería que estuviera instaurado en todas las actividades escolares, no solo en el espacio de talleres o un contenido puntual.

4.1.2. Nivel organizacional Rubí

En la Escola de Rubí los estudiantes cada inicio de semana acceden a diferentes talleres *STEAM* que duran tres sesiones de hora y media cada una. Trabajan con grupos heterogéneos, lo cual promueve el trabajo colaborativo; aprenden a llegar a acuerdos por medio de la comunicación y resolver inconvenientes que surgen en el desarrollo de las actividades. La planificación de los talleres se hace secuenciada desde educación infantil a ciclo superior, con objetivos preestablecidos, teniendo en cuenta el contexto, aprendizajes previos y nivel de complejidad progresivo para que los educandos puedan ir avanzando de manera óptima en la adquisición de habilidades digitales.

Por un lado, está el aula *Tinker* que tiene espacios amplios y variedad de materiales, los estudiantes se agrupan y realizan actividades diferentes en turnos rotativos, tales como; circuitos eléctricos, crear *scribbling machines* (máquinas que dibujan), programación en

bloque a través de la *Micro:Bit* (tarjeta programable). También trabajan la iniciación en el diseño e impresión 3D con el software *online Tinkercad.* Todas estas actividades se sustentan en la filosofía *maker* donde los estudiantes a partir de la experimentación, la mezcla de varias áreas de conocimiento y mediante el aprendizaje manipulativo exploran, crean y aprenden.

Por otro lado, el taller de robótica utiliza Legos *WeDo 2.0*. y *Mindstorms*. Trabajan de manera colaborativa, primero siguen una secuencia de pasos para armar un robot con el kit de Legos, luego los programan para realizar alguna función específica que indica el docente, el cual tiene un rol de facilitador y guía en el procedimiento. Son los propios estudiantes que manipulan las piezas, arman, observan y programan, ante alguna dificultad en el procedimiento de construcción o programación buscan soluciones entre pares o analizan en qué punto hubo algún error, reflexionan y resuelven el problema.

Con relación a los recursos económicos: “nos encontramos con dinero para hacer la primera inversión. Pero luego hemos ido presentando proyectos del ayuntamiento que nos han dado una subvención. Desde el AFA las familias también han ayudado” (C_R) Agrega que hay un porcentaje de dinero de materiales que se utiliza para adquisición de recursos tecnológicos, puesto que no utilizan libros escolares.

Las prospectivas planteadas por la comunidad educativa son poder mantener un trabajo centrado en el fomento de competencias digitales, a través de las formaciones permanentes de los docentes, informando a las familias e idealmente teniendo más espacio para el intercambio de experiencias, planificación de actividades y adquisición de recursos.

4.2. Competencias del alumnado

Esta dimensión se sustenta en las entrevistas realizadas a docentes y directivos, además del grupo focal con estudiantes y las observaciones de los talleres. Evidencia las actitudes de los estudiantes; las competencias digitales y generales que fomenta el docente y adquieren los alumnos, el comportamiento y disposición frente a las diferentes tareas y retos, la forma en que resuelve problemas a lo largo de las actividades.

4.2.1. Competencias del alumnado en Montcada i Reixac

En las observaciones de los talleres de las actividades de robótica y *maker*, las competencias digitales a medida que interactúan con las distintas herramientas tecnológicas comienzan a mejorar, ya que se familiarizan con su uso y pueden resolver los retos con mayor facilidad. Al ser estas más interactivas, captan con mayor facilidad la atención del alumnado y a la vez esto permite más interés en la realización de las tareas. La competencia

comunicativa está presente porque interpretan y opinan en particular al trabajar en equipo y tomar decisiones, por ejemplo, cuando programan un robot, deben decidir que secuencia seguir para lograr el objetivo propuesto por el docente (dar dos giros y volver al punto inicial), además de la competencia digital durante la ejecución de las tareas, al tener que dominar un lenguaje informático, el medio en que trabajan utilizando aplicaciones y dispositivos tecnológicos para programar funciones concretas, en conjunto con la matemática al calcular distancias y grados.

Desde la mirada de diez estudiantes participantes del grupo focal (ciclo medio y superior) expresan que cuando deben resolver dificultades en los talleres intentan probar diferentes soluciones con su equipo de trabajo y en caso de no lograrlo observan a los pares que sí cumplen con el objetivo. Si las dudas persisten piden orientación al docente, aclaran que les brinda herramientas, pero son ellos los que logran llegar a la solución. También destacan que han aprendido a utilizar mejor los dispositivos; antes solo era para jugar y ahora le dan nuevos usos como programar, crear retos, subirlos y que otros usuarios los vean. Ellos asumen desde una perspectiva propositiva la adquisición de competencias digitales como prácticas colaborativas, fomento de la creatividad y a la vez un medio de apertura en las proyecciones profesionales/laborales.

4.2.2. Competencias del alumnado en Rubí

Al observar los talleres de robótica y *maker* la participación de los estudiantes es activa y constante, se implican en el desarrollo de las tareas, “las clases son mucho más vivas, más alegres. Los niños están mucho más contentos, tú ves que son ellos los que están probando cosas” (A_R). Las actividades de robótica y *maker* tienen un carácter progresivo en la escuela, son los propios estudiantes que expresan en el grupo focal lo importante que es aprender a manejar recursos digitales para su futuro académico, ya que año a año van progresando en su dominio al programar un robot, diseñar e imprimir objetos en 3D.

El desarrollo de las competencias generales y digitales, se evidencian cuando los estudiantes programan funciones concretas en un robot para desempeñar una determinada acción, usan la matemática al dominar y estructurar un lenguaje informático para hacer giros o calcular distancias. También se fomenta la competencia lingüística al tener que comunicarse con sus pares y seguir las instrucciones para desarrollar la actividad del taller.

Finalmente, el ámbito de resolución de problemas es de índole colaborativa, en primera instancia preguntan a sus compañeros y si no lograsen llegar a una solución se acercan al docente el cual por medio de ejemplos hace que logren su objetivo. En general, exploran y van probando diversas opciones, modifican pasos y logran identificar las soluciones.

4.3. Prácticas docentes

En esta dimensión a partir de las entrevistas y observación de talleres se exponen las competencias y habilidades que tienen los docentes con relación a la formación digital. Las distintas necesidades/dificultades a las que se enfrentan al utilizar estas metodologías innovadoras. Por último, los procesos de evaluación; cuales son las estrategias y métodos de valoración del conocimiento y rendimiento de estudiantes.

4.3.1. Prácticas docentes en Montcada i Reixac

La formación digital de los docentes es en gran parte de manera autónoma, además de realizarse fuera del horario laboral, “en tiempo libre formarme, hacer cursos y sobre todo manipular para aprender” (H_MR). Exploran con las plataformas de programación como *Scratch* y diversas estrategias metodológicas viendo actividades y experiencias relacionadas con robótica y *maker* en la red, para aplicarlas en los talleres. Esto evidencia que “el equipo docente está comprometido y cree en la transformación metodológica del centro al incorporar el proyecto” (D_MR). Tienen predisposición para utilizar metodologías innovadoras, se esfuerzan por aplicarlas y mantenerse actualizados, pese a la ausencia de tiempo para la formación, la cual es clave que sea continua para una adecuada transformación del centro.

Las principales necesidades/dificultades que plantean los entrevistados son relacionadas al uso técnico de objetos tecnológicos: conectividad, actualización de *software*, obsolescencia de los dispositivos, la cantidad de recursos, y, por otra parte, aluden al escaso tiempo que tienen para planificar las actividades y su ejecución.

Por último, en cuanto a la evaluación de las actividades de robótica y *maker* son de tipo formativa a partir de los objetivos planteados por los docentes al comienzo de cada actividad: “lo que hacíamos era establecer unas rúbricas relacionadas con la competencia digital y con la competencia de las otras áreas que estábamos trabajando en esos proyectos.” (M_MR) esto permite observar la evolución de los estudiantes y su nivel de progreso. Además, se incluyen procesos de coevaluación (evaluar entre sus pares) y autoevaluación con criterios creados a partir de cada proyecto a ejecutar.

4.3.2. Prácticas docentes en Rubí

La formación digital docente en la escuela es a través de un especialista en tecnología educativa gracias a la participación en el proyecto *Magnet*: alianzas para el éxito educativo, la duración es un periodo de tres años, con sesiones cada tres semanas de hora y media cada una. El encargado de las formaciones del claustro señala que no son estrictamente

tecnológicas, porque el objetivo mayor es implementar estrategias metodológicas introduciendo actividades *STEAM* de robótica y *maker* al alcance de todo el profesorado. Destaca que "el profesor es protagonista de su formación, entonces al vivirlo de esta manera ha hecho que la gente tenga ganas de aplicarlo y llevarlo al aula" (F_R). Los docentes al aprender como implementar actividades desde sus propias vivencias y experimentar de forma práctica, le dan un sentido pedagógico.

En esta institución también incorporan el intercambio de experiencias innovadoras con otros centros, aprenden de metodologías y actividades didácticas. Además de presentar su propio proceso de transformación educativa, desde sus inicios cuando era una iniciativa bastante autónoma donde solo algunos docentes implementaban actividades de robótica y *maker*, hasta la actualidad donde se efectúa de forma transversal el uso de los recursos tecnológicos en la institución educativa. Tienen formación docente continua, talleres semanales para los estudiantes y además apertura a la comunidad a través de muestras de los proyectos realizados.

Las principales necesidades y/o dificultades que se exponen son la falta de tiempo para gestionar las clases y poder tener objetivos en común cuando se ejecuta la misma actividad en diferentes niveles. Idealmente les gustaría tener más reuniones para compartir ideas, pero con la carga laboral actual es un espacio que no es posible de realizar. Mencionan además que "las mayores dificultades son el tiempo empleado para formar, para innovar, para crear. Esas son muchas horas, que tienes que dedicar de tu tiempo libre" (A_R).

La evaluación en esta escuela también es de índole formativa "se evalúa la implicación y por sobre todo la responsabilidad y la autonomía. Tenemos el tema de las rúbricas" (O_R). El estudiante tiene en su libreta un índice con cada actividad del taller que harán durante la semana, al finalizar cada sesión el docente genera un espacio de retroalimentación, actúa como mediador y los estudiantes expresan sus opiniones de las actividades, fortalezas y debilidades para finalmente evaluarse en una rúbrica.

4.4. Interacciones

En esta dimensión se expresan los resultados a partir del grupo focal, las observaciones de talleres y entrevistas. Se sitúa en la perspectiva de las familias acerca de las actividades de *maker* y robótica. Por otra parte, las técnicas de trabajo, es decir cómo se gestiona y organiza a los estudiantes para realizar las actividades. Por último, las habilidades interpersonales, que implica el comportamiento, la forma de relacionarse y comunicarse de los educandos.

4.4.1. Interacciones en Montcada i Reixac

Las familias tienen una actitud muy positiva del trabajo con el *maker* y la robótica mantienen un contacto permanente con la escuela que informa de las actividades realizada en talleres a través de exposiciones y reuniones. Los talleres se organizan a través de grupos heterogéneos en género y habilidades en el área. El trabajo es colaborativo, existiendo apoyo entre pares para resolver las actividades, el cual se fortalece a lo largo de las diversas tareas. En las actividades de robótica, cada estudiante tiene su propio robot y diferentes roles que se alternan en cada sesión (construir, programar desde el tablet, ubicar piezas). Hay ocasiones en que la organización del trabajo es de forma individual como cuando programan con el *software Scratch* en el que cada estudiante tiene su propia cuenta y con el *Tinkercad* para el diseño y modelado 3D. En el aspecto de habilidades interpersonales, escuchan, logran llegar a acuerdos, son curiosos y creativos.

4.4.2. Interacciones en Rubí

La institución educativa mantiene una interacción constante con las familias, les informa de las actividades que hacen en los talleres, son invitadas a las exposiciones de las tareas hechas por los estudiantes y se les explica objetivos y contenidos que trabajan sustentados en la metodología *STEAM*. De igual modo, llegan familias que entienden el proyecto y escogen a la escuela por esta razón. Cada mes se realiza una difusión del proyecto educativo en diversas redes sociales donde se explica sus beneficios a través de fotografías y vídeos de las dinámicas de aula. En general, hay una relación muy directa con los padres.

El taller se programa para trabajar por grupos multinivel; se mezclan estudiantes de diferentes ciclos para fortalecer la interacción social, comunicación y el trabajo con otros, y así llegar a un consenso y tomar decisiones. Las habilidades interpersonales que desarrollan los estudiantes a lo largo del trabajo con *STEAM* es a través del aprendizaje cooperativo, centrado en la comunicación efectiva: “hay una parte que es muy importante hoy en día y que nos cuesta mucho, es respetar las ideas de los otros. El hecho de que no hay que imponer, sino que decidir y hay que compartir” (O_R) tomando en cuenta las ideas de los demás, en conjunto con las propias poder lograr acuerdos para efectuar las tareas.

5. Conclusiones y discusión

Las dos escuelas de educación primarias públicas descritas en este artículo que integran en sus actividades curriculares el *making* y la robótica a través de talleres semanales que forman parte del horario lectivo, desde educación infantil a ciclo superior se comprueba que

existe una promoción de la pedagogía activa, donde el estudiante es creador digital (INTEF, 2018; Muñoz y Peirat, 2016); programa, diseña, toma decisiones y resuelve problemas, de forma individual y grupal. Por su parte, el contexto físico y el pedagógico cuentan con los recursos que facilitan e impulsan el desarrollo de actividades *STEAM*, tienen un aula específica dentro de la escuela con todo el equipamiento para trabajar actividades de la robótica y el *making*; el diseño y orden inmobiliario favorece el trabajo en equipo, existen los materiales y dispositivos tecnológicos apropiados para desarrollar actividades de robótica y *maker,* tanto en cantidad como en acceso (Ortega y Asensio, 2018), donde los estudiantes interactúan libremente con las herramientas para ejecutarlos.

La formación docente es continua, aunque en su mayoría de forma autónoma, cuyo fin es mejorar sus metodologías pedagógicas con un sentido innovador, teniendo consciencia de la necesidad de actualizar conocimientos para una integración efectiva de la robótica y el *maker* en el aula (Ballesta y Céspedes, 2015; Davis *et al*., 2009; Jimoyiannis y Komis, 2007). Un desafío clave es que la formación docente debe ser tecnológica y metodológica en didáctica educativa dentro del horario laboral, debido a que no se trata solo de dominar el uso del dispositivo tecnológico, sino que sea aplicable en el aula (Bosco *et al*., 2019). Poder adquirir competencias para crear, planificar, ejecutar y evaluar según el contexto las actividades de *maker* y robótica. Además promover, un espacio colaborativo para el intercambio de experiencias exitosas (Sancho y Hernández, 2017).

La evaluación es con rúbricas de progreso y de manera formativa, se hace coevaluación y autoevaluación, no hay un diseño evaluativo muy desarrollado, es bastante genérico, habría que indagar en nuevas fórmulas de evaluación en estos contextos metodológicos. En todas las actividades de *maker* y robótica hay un elemento clave que es la alta participación del alumnado, debido a que son actividades adaptadas a sus intereses y asumen responsabilidades en sus tareas, compatible con las conclusiones encontradas por García y Basilotta (2017) en el aprendizaje basado en proyectos.

Las interacciones entre los agentes educativos (directivos, profesores, estudiantes y familias), es de implicación, compromiso y promoción de prácticas transformadoras que conducen a una pedagogía activa en la escuela (Bosco *et al*., 2019). En este sentido, las estrategias metodológicas utilizadas por los docentes establecen una conexión entre la actividad de creación y los contenidos curriculares evidencia en la investigación de Tesconi (2018) el docente como *maker*. Esto permite que se promuevan competencias generales y en particular digitales, las cuales se integran de forma transversal, por ejemplo, matemática al programar, lengua al comunicarse entre pares y seguir instrucciones, entre otras. Los alumnos en ambos centros trabajan colaborativamente, dialogan y toman decisiones para la resolución de problemas (Sullivan y Bers, 2016).

El movimiento *maker* y la robótica brindan posibilidades metodológicas de mejora en educación, pero junto con ello también existen diversos desafíos y limitaciones. Uno de los principales desafíos es poder reestructurar el sistema educativo tradicional, desde la planificación académica y los sistemas de evaluación. Porque por ahora solo se sustenta desde un proceso formativo de autoevaluación y coevaluación. En las limitaciones de este estudio, nos encontramos que la muestra podría ser más amplia; no solo dos instituciones educativas, para hacer más enriquecedor el proceso de análisis e indagar en cómo se aplican las propuestas innovadoras que incluyen el movimiento *maker* y la robótica en la transformación del centro.

En las futuras perspectivas de investigación, a partir de lo analizado sería apropiado ampliar el estudio a más instituciones educativas que utilizan el movimiento *maker* y la robótica en sus actividades curriculares para tener una visión global de los factores que inciden hacia la transformación de los centros educativos a través de estas metodologías activas, viendo otras realidades y contrastar los resultados actuales. En este proceso la investigación se puede ampliar en más niveles, no solo en educación primaria, incluir secundaria e incluso contrastar entre educación pública, concertada y privada.

6. Referencias

Acuña, A. (2012). Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: lecciones aprendidas. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 13*(3), 6-27.

Anderson, C. (2013). *Makers: La nueva revolución industrial*. Empresa Activa.

Ballesta, J. & Céspedes, R. (2015). Los contenidos de Tecnología Educativa en las titulaciones de grado de las universidades españolas. *Revista Latinoamericana de tecnología educativa-RELATEC*, *14*(1), 133-143

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, *72*, 145-157.

Bosco, A.; Santiveri, N. & Tesconi, S. (2019). Digital making in educational projects. *CEPS Journal, 9* (3), 51-73.

Cilleruelo, L. & Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica, 18,* 1-18.

Coll, C. & Onrubia, J. (2002). Evaluar en una escuela para todos. *Cuadernos de pedagogía, 318*, 50-54.

Davis, N.; Preston, C. & Sahin, I. (2009). Training teachers to use new technologies impacts multiple ecologies: evidence from national initiative. *British Journal of Educational Technology*, *40*(5), 861-878.

Flick, U. (2015). *El diseño de Investigación Cualitativa.* Ediciones Morata, S.L.

García, A. & Basilotta, V. (2017). Aprendizaje basado en proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa, 35*(1), 113-131

García, C. (2016). Movimiento maker y Educación. *Revista comunicación y pedagogía*, 291-292.

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del profesorado INTEF (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula situación en España.* Ministerio de Educación y Formación Profesional. Gobierno de España.

Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2007). Examining teachers' beliefs about ICT in education: implications of a teacher preparation programme. *Teacher Development*, *11*(2), 149–173.

Latorre, A.; Rincón, D. & Arnal, J. (2003). *Bases metodológicas de la investigación educativa.* Ediciones experiencia.

Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, *5*(1), 4.

Martínez, M. (2016). ¿Por qué tienen tanta aceptación los espacios *maker* entre los jóvenes? *Cuadernos de Investigación en Juventud, 1*.

Martínez, M. (2018). Creación y fabricación digital. En Biel, P., López, I., Manchado, E., Sanz, R. *Diseño y reflexión: El cambio del diseño y el diseño del cambio* (pp. 125-137). Prensas de la Universidad de Zaragoza.

Muñoz, J.L. & Peirats, J. (2016). Retos de la tecnología educativa: formación del profesorado y materiales curriculares digitales. En Suárez, C., Marín, D., Palomares, D. *Retos de la educación en tiempos de cambio* (pp. 201-222). Tirant Humanidades.

Ortega, B. & Asensio, M. (2018). Robótica DIY: pensamiento computacional para mejorar la resolución de problemas. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 17*(2), 129-143.

Papert, S. (2005). ¿Cómo pensar sobre tecnología y aprendizaje? Una llamada al diálogo. *Didáctica, Innovación y Multimedia, 1.* https://ddd.uab.cat/record/28818

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Evaluation and Research Methods.* Sage.

Sancho, J. y Hernández, F. (2017). Lo que nos ha permitido pensar DIY Lab. *Cuadernos de Pedagogía, 483.*

Simons, H. (2011). *El estudio de caso: teoría y práctica.* Ediciones Morata S.L.

Stake, R. E. (2010). *Qualitative research: Studying how things work.* The Guilford Press.

Suárez, C., Marín, D. & Palomares, D. (2016). *Retos de la educación en tiempos de cambio*. Tirant Humanidades.

Sullivan, A. y Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education, 26*(1), 3-20.

Tesconi, S. (2018). *El docente como maker. La formación del profesorado en making educativo.* Universitat Autònoma de Barcelona.

Valverde, R. & Baños, R. (2018). Revisión de experiencias de aprendizaje cooperativo en ciencias experimentales. *Campo Abierto. Revista de Educación*, *37*(2), 157-170.

Valverde, J., Fernández, M., & Garrido, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia (RED), 46.*

Vásquez, R. & Angulo F. (2003). *Los estudios de caso en educación. Una aproximación teórica. Introducción a los estudios de casos. Los primeros contactos con la investigación etnográfica.* Ediciones Aljibe.

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.

Yakman, G. (2010). What is the point of STE@ M?–A Brief Overview. *Steam: A Framework for Teaching Across the Disciplines. STEAM Education*, *7*.

Yin, R. (2009). *Case study research: Design and methods.* SAGE.

Yeny Gamboa-Cordero

Licenciada en Educación. Profesora de educación General Básica con mención en Lenguaje y Comunicación, Universidad Católica del Maule (Curicó, Chile) mejor expediente académico de la promoción, dos años de experiencia docente en aula.

Magíster en Investigación en Educación, Didáctica de la Lengua y Literatura, Universitat Autònoma de Barcelona con el programa Becas Chile de Magíster en el extranjero para profesionales de la educación (ANID), cuya investigación es: “necesidades formativas de los docentes para enseñar literatura digital” se enmarca en el proyecto “Enseñar a leer literatura digital” del grupo GRETEL (Grupo de Investigación de literatura infantil y juvenil y educación literaria). Actualmente, finalizando el Doctorado en Educación con Becas Chile de Doctorado en el extranjero (ANID).

Alejandra Bosco

Profesora Titular de Tecnología Educativa en el área de Didáctica y Organización Escolar, del Departamento de Pedagogía Aplicada de la Universitat Autònoma de Barcelona. Miembro del grupo de investigación consolidado Equipo de desarrollo Organizacional -EDO - del Dpto. de Pedagogía Aplicada. Las principales investigaciones que ha desarrollado giran en torno al potencial educativo de las tecnologías digitales en el desarrollo del currículum en todos los niveles educativos de la educación formal, pero también en la educación no formal, y en la vida cotidiana. A este ámbito es al que corresponden la mayor parte de sus publicaciones.