

La robótica educativa y el pensamiento computacional en el enfoque STEAM: Explorando la percepción docente

Olalla García-Fuentes¹

Manuela Raposo-Rivas

Facultad de Educación y Trabajo Social, Universidad de Vigo, España

Paula Quadros-Flores

Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico do Porto, Portugal

InED -Centro de Investigação e Inovação em Educação

RESUMEN

Aprender a programar es la nueva alfabetización del siglo XXI, por ello el protagonismo de la robótica educativa y el pensamiento computacional en las aulas es cada vez mayor. Con un diseño mixto, no experimental, de corte transversal y apoyándose en el análisis descriptivo y de contenido, este trabajo profundiza en el uso y conocimiento que posee del profesorado gallego de centros educativos públicos de la robótica educativa y el pensamiento computacional utilizando como instrumento para la recogida de información un cuestionario validado ($\alpha=0.958$). El análisis de datos se apoya en los programas SPSS 15.0 y MAXQDA 22. Los resultados muestran que sólo el 30% del profesorado realiza dinámicas específicas con robótica educativa pese a poseer formación y recursos específicos. El 89% valora el pensamiento computacional como una habilidad necesaria en el alumnado y el 77% demandan más formación específica, realzando la importancia de la formación inicial y continua. Se concluye que los docentes perciben de manera positiva el uso pedagógico de la robótica pues ofrece oportunidades educativas para afrontar desafíos de la sociedad actual, pero la dotación de las escuelas con infraestructuras y recursos no garantiza el uso de estas tecnologías como agente transformador.

Palabras clave: Robótica; Pensamiento computacional; Personal docente; STEAM; Educación infantil; Educación primaria.

ABSTRACT

Learning to program is regarded as the new literacy of the 21st century, which is why the educational robotics and computational thinking are gaining increasing prominence in the classroom. This study, based on a mixed, non-experimental, cross-sectional design and supported by descriptive and content analysis, delves into the use and knowledge of educational robotics and computational thinking among Galician teachers in public schools. Data collection was carried out through a validated questionnaire ($\alpha = 0.958$), and the analysis was conducted using SPSS 15.0 and MAXQDA 22 software. The results show that only 30% of the teachers implement specific activities involving necessary resources. Furthermore, 89% consider computational thinking to be a key skill for pupils, and 77% express a need for more specialized training, highlighting the importance of both initial and continuing professional development. It is concluded that teachers perceive the pedagogical use of robotics positively, as it offers educational opportunities to tackle the challenges of today's society. However, the provision of infrastructures and resources in schools does not in itself guarantee the effective use of these technologies as transforming tools.

Keywords: Robotics; Computational thinking; STEAM; Child education; Teaching primary education.

¹ Dirección de contacto: olalla.garcia.fuentes@uvigo.gal

1. Introducción

En un mundo cada vez más mediatizado por las tecnologías y los sistemas algorítmicos, uno de los grandes retos de la educación actual es formar al alumnado en habilidades relacionadas con la programación, el pensamiento computacional o la robótica.

Las primeras tecnologías educativas llegaron a las escuelas en torno a los años 80, de la mano del programa LOGO desarrollado por Seymour Papert (1981), que afirmaba que el aprendizaje es mucho más beneficioso cuando se realiza la construcción de un producto significativo en el mundo real. Esto fue, en palabras de Guimeráns (2017) el momento en el que la tecnología pasó a ser un elemento capaz de permitir la interacción entre objetos y sujetos.

Investigaciones y experiencias recientes sitúan la robótica educativa como un recurso eficaz para incentivar el conocimiento tecnológico (Romero et al., 2014), para producir cambios positivos en los estudiantes a favor del aprendizaje (Benitti, 2012) o para desarrollar desde edades muy tempranas el pensamiento computacional a través de la experimentación, la investigación, la comunicación y la creatividad (García-Varcárcel & Caballero-González, 2019; Sullivan & Bers, 2018).

Además, la robótica educativa es considerada como una herramienta que facilita el trabajo de las áreas curriculares y que incide de manera positiva en la aplicación práctica de habilidades científicas, tecnológicas y sociales, lo que genera el logro de las áreas STEAM (Madariaga & Schaaffernicht, 2013; Orcos & Aris, 2019). En este sentido, su integración en el proceso de enseñanza aprendizaje se realiza desde tres perspectivas: considerándola como el foco principal de aprendizaje, entendiéndola como un medio que facilita e integra el aprendizaje, o considerándola en sí misma, como un recurso didáctico (Goodgame, 2018).

Sustentándose en estos argumentos, el sistema educativo ha ido incorporado de forma progresiva en las aulas, no sólo nuevas propuestas metodológicas, si no también nuevos recursos y herramientas tecnológicas. Ejemplo de ello, es no solo la integración cada vez mayor de recursos como la robótica educativa sino también, como afirman Raposo-Rivas et al. (2022), una tendencia al alza en el volumen de investigaciones relacionados con esta temática.

Por lo que respecta al pensamiento computacional, una de las primeras definiciones de pensamiento computacional fue la aportada Wing (2006), que lo situaba como ese tipo de pensamiento que implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, teniendo en cuenta los principios de la informática. Investigaciones posteriores como la desarrollada por Bers et al. (2019) lo presentan como un proceso expresivo que fomenta nuevas formas de comunicar ideas, donde la codificación puede ser una herramienta poderosa. Otras lo sitúan como la habilidad y la capacidad para resolver problemas basándose en los fundamentos de las ciencias computacionales (García-Valcárcel & Caballero-González, 2019).

La realidad es que, como afirman Adell et al. (2019), existe cierto desacuerdo en la propia definición de este concepto, encontrándose en un momento en el que se recomienda una concepción mucho más operacional del mismo, pues esto facilitaría la creación de instrumentos de investigación y evaluación que puedan ayudar a construir un marco conceptual mucho más sólido. Esta falta de consenso provoca a su vez que la relación que se produce entre currículum, la robótica educativa, el pensamiento computacional o la competencia digital no esté exento de confrontación, pues no existen criterios estableidos de integración.

Teniendo presente este contexto, este trabajo se apoya en el marco teórico desarrollado por Brennan y Resnick (2012), recogido por el INTEF (2020), que concibe el pensamiento computacional como la convergencia de tres dimensiones interrelacionadas: los conceptos computacionales, que incluyen estructuras como los bucles, las sentencias condicionales o los eventos; las prácticas de programación, entre las que se encuentran procesos como la depuración o la modularización del código; y las perspectivas personales, que hacen referencia a cómo el alumnado se vincula con la tecnología, destacando aspectos como la expresión creativa y el pensamiento crítico respecto al entorno digital. De manera sintética, García-Valcárcel y Caballero-González (2019) lo definen como “la habilidad y capacidad para resolver problemas utilizando la programación y los fundamentos de las ciencias computacionales” (p. 65).

Es en este contexto, donde la Competencia Digital Docente (CDD) asume un papel más relevante, si cabe, pues como afirman Area y Adell (2021) la competencia digital del profesorado es fundamental si se quiere que el sistema educativo innove sus metodologías de enseñanza a través de las TIC. Esta debe ser entendida

como las habilidades, actitudes y conocimientos requeridos para promover un verdadero aprendizaje en un contexto enriquecido por tecnologías digitales para transformar las prácticas del aula y para que el desarrollo profesional docente cobre mucho más valor (Lázaro-Cantabrina et al., 2019).

Hace más de una década que la UNESCO (2011) señalaba que no es suficiente con que el profesorado tenga competencias TIC y las enseñe, sino que también debe dominar los instrumentos digitales para que su alumnado pueda convertirse en ciudadanía autónoma, integrada en la sociedad y con capacidad de aprendizaje continuo. Más recientemente, Castañeda et al. (2018) afirman que la CDD se presenta como una competencia orientada hacia roles de desempeño, funciones y relaciones sistémicas, que se pueden entrenar y que están en constante desarrollo.

En este mismo sentido, el Marco de Referencia de la Competencia Digital Docente, estructurado siguiendo el modelo de competencia digital de la ciudadanía *DigComp* 2.2, formula el pensamiento computacional como un conjunto de estrategias de razonamiento vinculadas con la computación y la programación, estableciendo la necesidad de ser tratado de forma transversal en las diversas áreas (Vuorikari et al., 2022).

El fuerte interés por estos conceptos inunda también los medios de comunicación digitales. La investigación realizada por García-Fuentes (2022) concluye que la prensa digital refleja el interés surgido en los últimos años por incorporar a los currículums el pensamiento computacional o la robótica educativa desde la primera infancia, partiendo de argumentos que sitúan la educación básica como aquella que debe incluir la programación y habilidades transversales asociadas, tales como el pensamiento computacional, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la analítica.

Todas estas circunstancias plantean la necesidad de diseñar escuelas y aulas diferentes, que permitan la combinación de actividades centradas en la indagación y la experimentación, pero, sobre todo, centradas en el rol del alumnado de manera activa y constructiva, sin olvidar el papel de las tecnologías digitales. Para ello, en España se desarrollan iniciativas como, por ejemplo, el *Programa Código Escuela 4.0* que prevé destinar más cinco millones de euros para formar a todo el alumnado de la educación obligatoria en conceptos básicos como la programación informática y del pensamiento computacional.

A nivel autonómico podemos encontrar proyectos: *El Cable Amarillo* (Murcia), *Retotech* (Madrid), *CantabRobots* (Cantabria) y el *Proyecto Bibliotecas Creativas* (Galicia). Esta última tiene por finalidad apoyar la cultura de la experimentación, la innovación y la investigación, a través de la creación en los centros educativos públicos, espacios creativos y cooperativos, y con ello estimular la iniciación del alumnado de educación infantil (0 a 6 años) y educación primaria (6 a 12 años) en el campo de la robótica y la programación centrada en la inserción de recursos tecnológicos en los diferentes espacios del centro y en la formación específica del profesorado.

No obstante, la producción científica sobre el tema es escasa. Las pocas investigaciones realizadas concluyen que el profesorado atribuye un alto valor motivacional a los proyectos desarrollados con robótica educativa (Orcos & Arís, 2019) y que la robótica educativa favorece el logro competencial por parte del alumnado (Aris & Orcos, 2019). Así, las percepciones del profesorado sobre la implementación de estos nuevos recursos son imprescindibles para obtener un mejor conocimiento acerca de sus intereses y necesidades, al mismo tiempo que descubrir posibles reticencias.

Con estos referentes, el objetivo principal de esta investigación es explorar cómo percibe el profesorado de los centros educativos gallegos participantes en el Proyecto Bibliotecas Creativas, que posee formación y recursos específicos en robótica educativa y pensamiento computacional, su incorporación a la práctica de aula. Para la consecución de este objetivo principal se concretan los siguientes específicos:

- Analizar el perfil del profesorado perteneciente a los centros educativos integrados en el Proyecto Bibliotecas Creativas.
- Describir cómo valora el profesorado la robótica educativa en relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Determinar la descripción y valoración del pensamiento computacional y su relación con la robótica educativa.
- Identificar las necesidades, carencias y demandas de formación que posee este profesorado.

2. Metodología

Este estudio forma parte de una investigación más amplia desarrollada al amparo del *Programa de axudas á etapa posdoutoral da Xunta de Galicia (Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidades)* concedido a una de las autoras (Ref: ED481B_088). Se basa en un diseño mixto, no experimental, de corte transversal y bajo un enfoque exploratorio desde una perspectiva descriptiva (Hernández-Sampieri et al., 2018), pues se pretende estudiar un fenómeno poco examinado con la finalidad de especificar las propiedades y características del tema de investigación (Hernández-Sampieri et al., 2018). La aproximación cualitativa se ejecuta sobre la base del análisis de contenido (López Noguero, 2002), atendiendo a la propuesta de Strauss y Corbin (2002) en el que la codificación se realiza de forma inductiva e interpretativa a través de las categorías que emergen de los datos.

2.1. Muestra

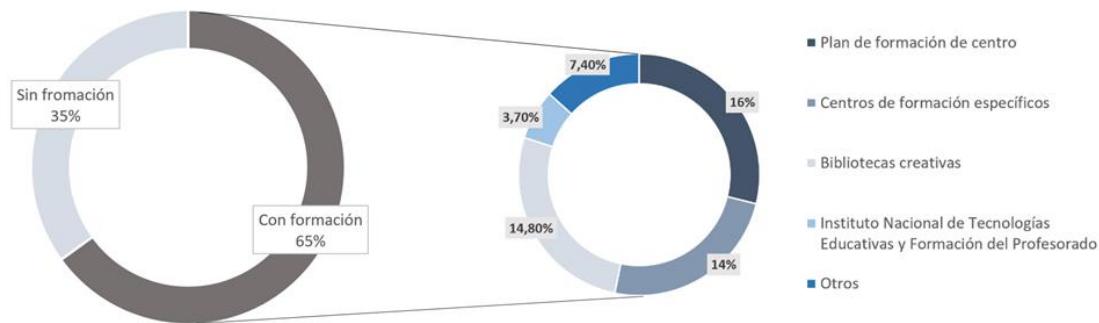
La unidad de análisis está constituida por un total de 81 maestros y maestras de Educación Infantil y Primaria que actualmente trabajan en alguno de los 115 colegios públicos del noreste de España y que participan en el Proyecto Bibliotecas Creativas. Este proyecto como se mencionó anteriormente, se desarrolla en la Comunidad Autónoma de Galicia tiene por objetivo estimular la iniciación del alumnado de infantil (0 a 6 años) y primaria (6 a 12 años) en el campo de la robótica y la programación a través de la inserción de recursos tecnológicos en los diferentes espacios del centro y en la formación específica del profesorado. Como se recoge en la Tabla 1, el 91% ($n=74$) de las participantes son mujeres, frente al 7% ($n=6$) que son hombres. En relación con la edad, el 42% ($n=34$) de la muestra, tiene entre 31 y 40 años y el 32% ($n=26$) entre 41 y 50 años. Atendiendo a la etapa educativa en la que se encuentran en este momento, el 59% ($n=48$) son docentes en educación primaria, frente al 41% ($n=33$) que ejerce su actividad profesional en educación infantil.

Tabla 1. Caracterización de la muestra

Edad	30 años o menos 4% ($n=3$)	31 a 40 años 42% ($n=34$)	41 a 50 años 32% ($n=26$)	51 a 60 años 18% ($n=18$)
Género	Femenino 91% ($n=74$)	Masculino 7% ($n=6$)		Otro 1% ($n=1$)
Etapa educativa		Ed. Infantil 41% ($n=33$)		Ed. Primaria 59% ($n=48$)

Atendiendo a la formación o conocimiento específico sobre robótica educativa que posee el profesorado participante, como se observa en la Figura 1, el 65% del profesorado cuenta con formación, mientras que el 35% carece de ella. Además, se observa que 16% se ha formado a través de los planes de formación de centro, seguido del 14,8% que afirma haberse formado en centros de formación específicos y el 14% a través de propio programa de las Bibliotecas Creativas. El Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado (INTEF) es para el 7,4% de los participantes el espacio de formación, mientras que un 3,7% corresponde a otras fuentes de formación, como pueden ser los sindicatos o la universidad.

Figura 1. Formación del profesorado participante



Por último, cabe destacar que el 34,57% del profesorado afirma realizar dinámicas con robótica educativa en el aula algunas veces, seguido por el 29,63%, que lo hace a menudo. Un 14,81% indica que las lleva a cabo pocas veces, mientras que el 12,35% señala que nunca utiliza la robótica educativa en el aula. Finalmente, solo el 8,64% del profesorado manifiesta que realiza estas actividades con mucha frecuencia.

En síntesis, el integrante del estudio se perfila como una profesora (91% de los casos) con edad comprendida en el intervalo 31 a 50 años (74%), que imparte clase en educación primaria (59%) y posee formación específica (65%) sobre robótica educativa adquirida a través de un plan de formación, centro específico o el programa Bibliotecas creativas (44,8% en conjunto), lo que le permite llevar a cabo sesiones prácticas con robótica educativa algunas veces o a menudo (64,2%).

2.2. *Instrumento*

Para obtener información sobre las percepciones del profesorado se elaboró y validó en comisión de expertos un cuestionario *ad hoc*. La selección de los expertos se realizó atendiendo a la facilidad de acceso, a la rapidez para obtener resultados y a su “coeficiente de competencia experta” (K) igual a ocho, lo que, en palabras de Cabero y Barroso (2013) sugiere una selección adecuada de los mismos y ayuda a evitar la mortandad experimental.

Dicho cuestionario, denominado “*Percepción do profesorado sobre a Robótica Educativa*”, está compuesto por un total de 24 preguntas agrupadas en seis grandes bloques, tal como se aprecia en la Tabla 2. La fiabilidad del instrumento se evaluó mediante el Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.958, quedando reflejada su consistencia interna.

Tabla 2. Composición del instrumento

Bloque	Descripción
Bloque I	Incluye cinco preguntas, cuatro abiertas y una de tipo Likert, para averiguar información sobre los robots educativos que conoce o ha utilizado el profesorado
Bloque II	Está compuesto por tres preguntas tipo Likert, para obtener información relacionada con aspectos didácticos de la robótica educativa en el aula
Bloque III	Engloba una pregunta abierta y dos de tipo Likert para recuperar información relacionada con la concepción del pensamiento computacional y las dimensiones que lo componen
Bloque IV	Está formado por una pregunta tipo Likert, tres de seleccionar y dos de respuesta abierta para obtener información sobre la formación ofertada por los centros educativos y la realizada por el profesorado
Bloque V	Recopila los datos contextuales (género, edad, centro...).

2.3. Trabajo de campo y análisis de datos

La distribución del cuestionario se realizó de manera online a través de los correos institucionales de los centros educativos participantes en el Proyecto Bibliotecas Creativas.

Con los resultados obtenidos se realizó, por un lado, un análisis descriptivo mediante el programa estadístico SPSS 15.0, con la finalidad de obtener el número y porcentaje de los casos de cada valor observado a las diferentes variables. Además, se ha calculado el índice medio, que es una métrica ponderada que combina categorías ordinales (Mucho, Bastante, Poco, Nada) asignándoles valores numéricos para facilitar el análisis cuantitativo. Este índice es una métrica que sintetiza el nivel de conocimiento o familiaridad de una población con respecto a un objeto, herramienta o concepto (Muijs, 2010).

Por otro lado, los datos resultantes de las preguntas abiertas, se volcaron al programa MAXQDA 22, donde se asignaron códigos a los segmentos de los documentos analizados (codificación) y se formaron categorías y códigos de forma inductiva *line-by-line* a partir del documento de análisis resultante de las respuestas del profesorado (Caravantes et al., 2022). En la codificación, también se realizó una asignación cromática para desarrollar los análisis visuales.

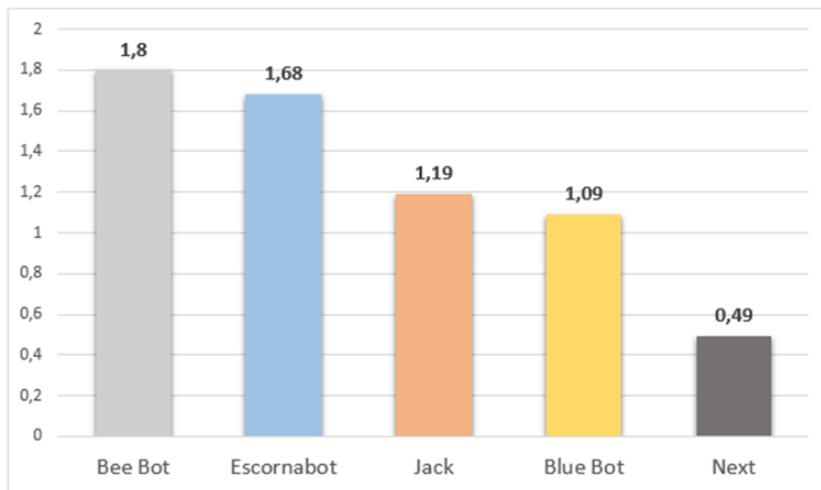
Además, se ofreció a los participantes una explicación detallada sobre los objetivos del estudio, garantizando el cumplimiento de los principios éticos fundamentales en investigaciones con seres humanos. Esto incluyó el respeto a la confidencialidad, la obtención del consentimiento informado y la participación voluntaria, conforme a las directrices establecidas por la APA (2020), además de cumplir exigencias éticas de la universidad de referencia de los investigadores y de la entidad financiadora (Xunta de Galicia). Asimismo, se implementaron medidas específicas para salvaguardar la privacidad de los datos personales, en línea con lo dispuesto por el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) de la Unión Europea.

3. Resultados

3.1. La robótica educativa como recursos en el proceso de enseñanza y aprendizaje

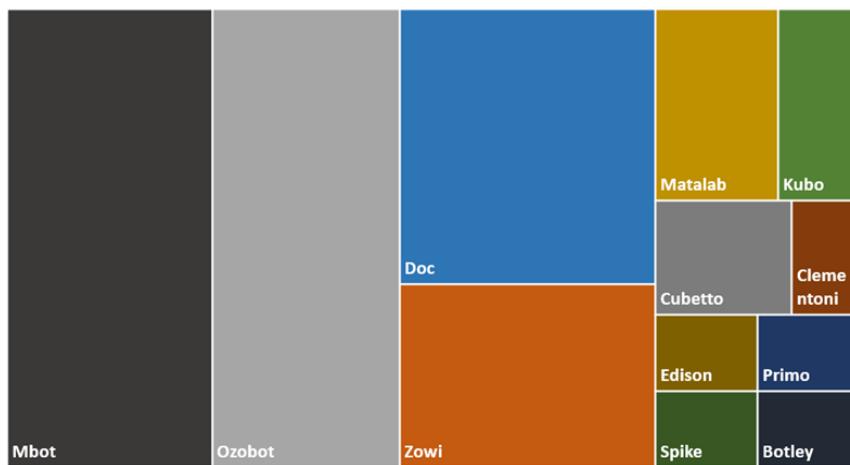
Relacionado con el conocimiento de los dispositivos robóticos más habituales para estas etapas educativas (Papadakis, 2020), la Figura 2 evalúa el conocimiento del profesorado sobre dispositivos robóticos educativos sobre un máximo de 4 puntos. Los resultados ofrecen que Bee Bot y Escornabot tienen los índices más altos (1.80 y 1.68, respectivamente), indicando un mayor nivel de conocimiento entre el profesorado participante. Jack y Blue Bot tienen índices intermedios (1.19 y 1.09), lo que sugiere que su conocimiento es más limitado en comparación con los anteriores y Next tiene el índice más bajo (0.49). Estos resultados evidencian un conocimiento muy reducido de la robótica educativa entre las personas participantes, a pesar de que mayoritariamente contaban con formación inicial específica, aunque bien puede ser por una excesiva autoexigencia de los participantes en el sentido de que, aunque conocen los citados robots, no consideran que los dominen lo suficiente de ahí las bajas puntuaciones.

Figura 2. Índice de conocimiento medio sobre el conocimiento de robots educativos



Además, con la intención de conocer otros posibles dispositivos robóticos que utiliza el profesorado, como se observa en el gráfico treemap de la Figura 3, en la distribución proporcional de menciones de otros robots educativos, destaca a Mbot y Ozobot, ocupando las áreas más grandes y reflejando su liderazgo en popularidad y uso en entornos educativos. En un segundo nivel aparece Doc, con una proporción intermedia que indica una relevancia considerable, seguido por Zowi, cuya representación es menor pero aún significativa. Robots como Matatalab, Kubo y Cubetto ocupan áreas más pequeñas, correspondientes a un uso menos frecuente, mientras que los menos mencionados, como Edison, Spike o Primo.

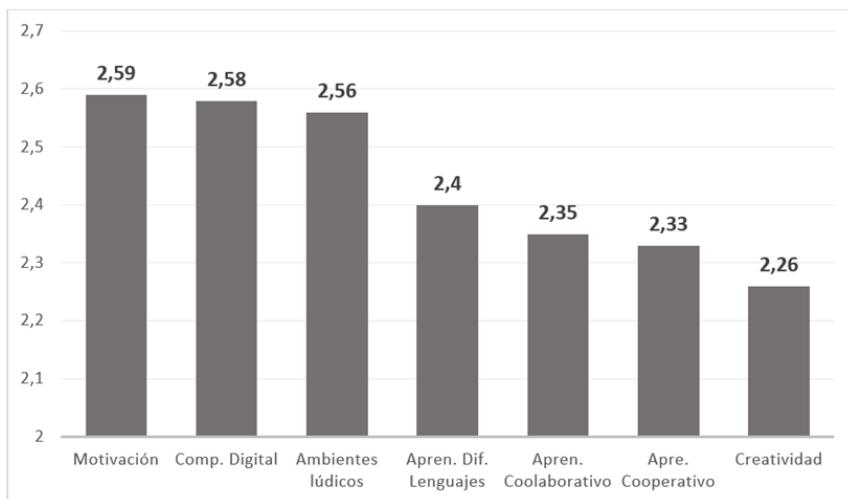
Figura 3. Conocimiento de otros robots educativos



En relación con las aportaciones de la robótica en los procesos de enseñanza y aprendizaje, como se aprecia en la Figura 4, el índice medio de valoración para cada variable evaluada por el profesorado con niveles que oscilan entre el 1 y el 3, muestra que la Motivación obtiene el índice más alto (2.59), seguida de Competencia digital (2.58) y Ambientes lúdicos (2.56). Esto indica que el profesorado percibe un impacto especialmente positivo de la robótica en estas dimensiones. Con puntuaciones prácticamente iguales, la robótica educativa es valorada porque entusiasma a los estudiantes, desarrolla su habilidad tecnológica y proporciona un entorno de aprendizaje lúdico.

Por otro lado, las variables con menor valoración han sido la Creatividad, que presenta el índice más bajo (2.26), seguida de Aprendizaje cooperativo (2.33). Aunque ambas también se valoran positivamente, su percepción es algo menor en comparación con las anteriores.

Figura 4. Índice de valoración medio sobre la robótica en los procesos de enseñanza y aprendizaje

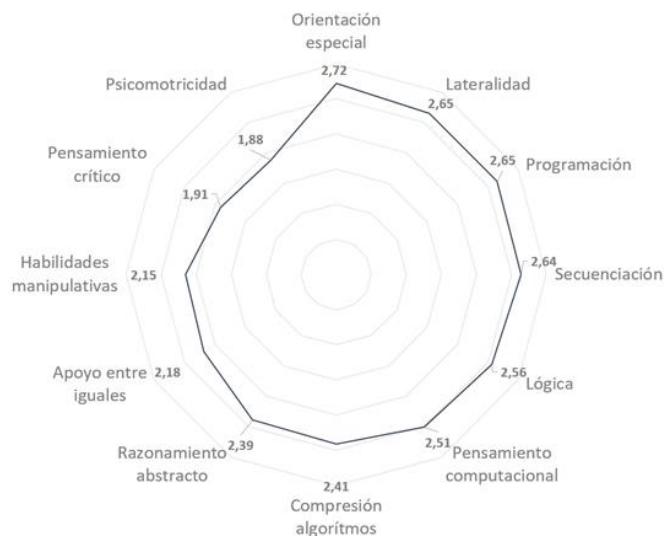


3.2. La robótica educativa para el desarrollo de habilidades en el alumnado

En el gráfico de radar de la Figura 5, se presentan los índices medios de valoración de la robótica en relación con el desarrollo de habilidades en el alumnado sobre un máximo de 4 puntos.

La forma del polígono es casi uniforme destacando la pertinencia de las opciones representadas. Se observa que las habilidades que más se benefician del uso de la robótica son la Orientación Espacial (2.72), la Lateralidad (2.65), la Programación (2.65), la Secuenciación (2.64), la Lógica (2.56) y el Pensamiento Computacional (2.51). En un nivel intermedio se encuentran la Comprensión de Algoritmos (2.41) y el Razonamiento abstracto (2.39). En un nivel inferior se presentan el Apoyo entre iguales (2.18) y las Habilidades manipulativas (2.15), destacando especialmente con los valores más bajos el Pensamiento Crítico (1.91) y la Psicomotricidad (1.88). Estos datos muestran una opinión alta de los participantes sobre el potencial de la robótica para, fundamentalmente, favorecer habilidades perceptivo-motrices.

Figura 5. Gráfico de radar de los índices medios de valoración de la robótica en el desarrollo de habilidades

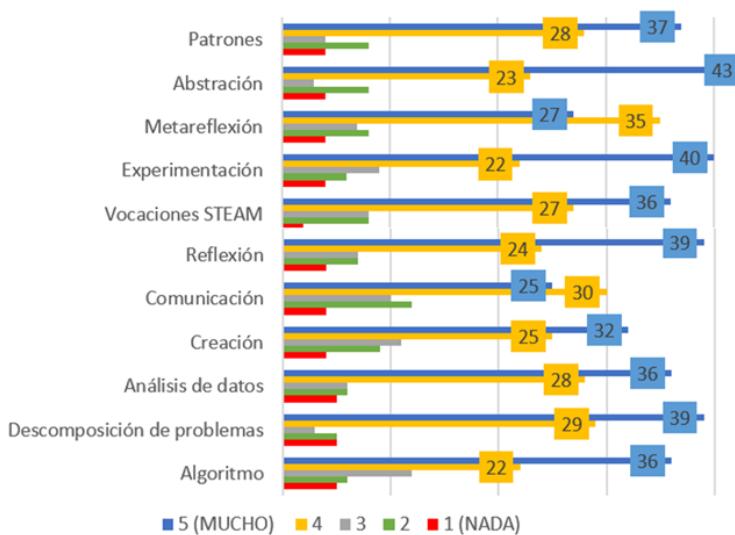


3.3. La robótica educativa y el pensamiento computacional para el desarrollo del enfoque STEAM

En relación con las dimensiones que la literatura especializada atribuye al pensamiento computacional se pidió al profesorado que valorase en una escala del 5 (mucho) al 1 (nada) su percepción sobre cómo la robótica educativa podría desarrollar dichas habilidades. Los resultados, reflejados en la Figura 6, muestran que la abstracción ($n=43$), la experimentación ($n=40$) la descomposición de problemas y la reflexión ($n=39$), y la comprensión de patrones ($n=37$) son las dimensiones que más se desarrollan a través de la robótica. Siguen a estas dimensiones las vocaciones STEAM, el análisis de datos y los algoritmos ($n=36$) respectivamente. Los participantes ponen así de manifiesto el potencial de la robótica no solo para fomentar la adquisición de conocimientos técnicos, sino también para potenciar el pensamiento crítico, la capacidad de análisis y la resolución creativa de problemas.

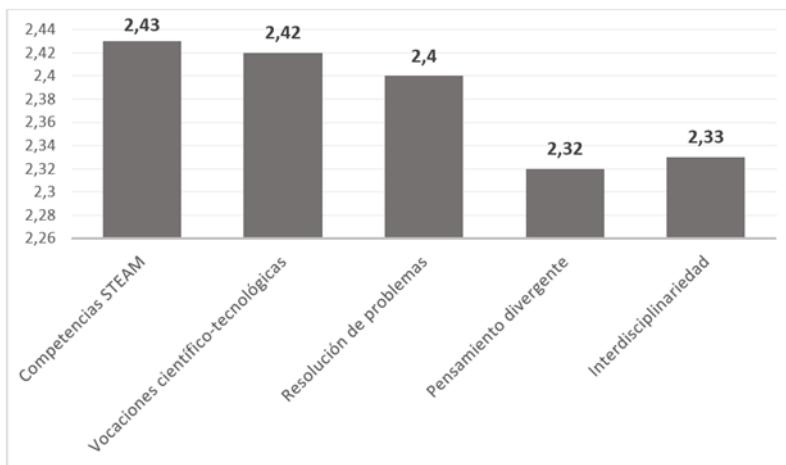
Al mismo tiempo, el 89% de la muestra del estudio considera el pensamiento computacional una habilidad muy ($n=34$) o bastante ($n=35$) necesaria para su alumnado, frente al 11% ($n=9$), que lo considera poco o nada:

Figura 6. Valoración de las dimensiones que componen el pensamiento computacional



En relación con el enfoque educativo STEAM, y los principales elementos asociados al mismo, tal como se recoge en la Figura 7. Entre las variables analizadas (con niveles que oscilan entre el 1 y el 3), las competencias STEAM destacan con el índice más alto (2.43), reflejando una percepción clara de que la robótica contribuye significativamente al desarrollo de estas competencias transversales. De manera similar, las vocaciones científico-tecnológicas (2.42) y la resolución de problemas (2.4) obtienen un índice muy cercano. Por último, aunque también valorada positivamente, la interdisciplinariedad (2.33) y el pensamiento divergente (2.32) presentan un nivel más bajo, lo que podría indicar un margen de mejora en la integración de la robótica como herramienta para conectar distintas disciplinas educativas.

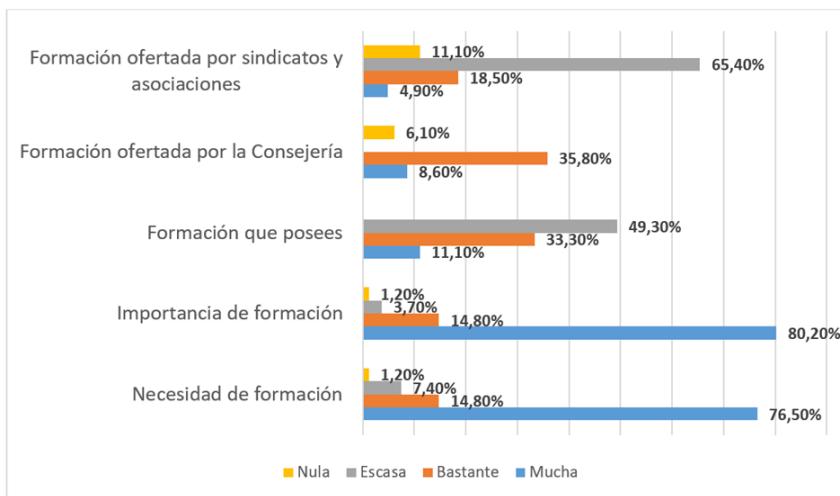
Figura 7. Valoración atendiendo al enfoque STEAM



3.4. Formación sobre pensamiento computacional y robótica

Atendiendo a percepción que el profesorado tiene sobre la formación específica relacionada con la robótica, la necesidad e importancia de formación (Figura 8), estas variables destacan con un porcentaje elevado en la categoría “Mucha” (76,5 % y 80,2 %, respectivamente), lo que evidencia que el profesorado percibe una fuerte necesidad y valora altamente la formación específica en su ámbito profesional. Las categorías de menor valoración (escasa y nula) tienen una presencia mínima, lo que refuerza esta percepción positiva. Por otro lado, respecto a la formación que poseen, predomina la categoría “Escasa” (49,3 %), seguida de “Bastante” (33,3 %). Esto indica que el profesorado reconoce que su nivel actual de formación es insuficiente para sus necesidades educativas, mientras que la categoría “Mucha” apenas alcanza el 11,1 %, reflejando una autoperccepción de carencias formativas significativas. En el caso de la formación ofrecida por la Consellería de Educación, la categoría “Escasa” tiene nuevamente el mayor peso (49,3 %), seguida de “Bastante” (35,8 %). Estos datos sugieren que la oferta de formación actual no satisface plenamente las expectativas del profesorado, aunque es valorada por algunos. Tengamos en cuenta que la formación del docente es, junto con el acceso a los recursos, uno de los factores clave para la integración de los recursos tecnológicos en general y, particularmente, de la robótica en la práctica educativa.

Figura 8. Valoración sobre la formación específica



Por último, atendiendo a las demandas del profesorado en torno a la formación específica no existe una respuesta unánime ya que, el 77% ($n=62$) considera que debe incluirse en la formación inicial y el 84% ($n=68$) en la formación continua. Tras el análisis a la pregunta abierta de cómo debería incluirse la formación al profesorado, emergieron 6 grandes categorías: Cursos específicos en los centros ($n= 31$) y Formación inicial en la Universidad ($n=14$) que acumulan el mayor número de citas, seguidas por Talleres prácticos ($n=9$) y Más dotación de recursos ($n=4$). Finalmente se consideran proyectos a nivel de centro ($n=3$) y su integración a del currículum ($n=3$).

4. Conclusión y discusiones

Este estudio profundiza sobre el conocimiento de la robótica educativa y el pensamiento computacional a través de la percepción del profesorado de educación infantil y primaria que actualmente ejerce su labor en centros públicos de la Comunidad Autónoma de Galicia y que se encuentran integrados en el Proyecto Bibliotecas Creativas, preocupado por iniciar al alumnado desde etapas iniciales en el campo de la robótica y la programación a través de la inserción de recursos tecnológicos en los diferentes espacios del centro y en la formación específica del profesorado.

Los resultados obtenidos perfilan que el 91% del profesorado que introduce la robótica educativa en el aula son mujeres, teniendo la mayoría edades comprendidas entre los 31 y los 40 años. El 65% afirma haber realizado formación específica ofrecida dentro del propio proyecto del centro, lo que a priori, convierte esta muestra en una de gran valor, por la experiencia y formación recibida en el campo de la robótica educativa y el pensamiento computacional.

Destaca que el 30% del profesorado afirma realizar a menudo actividades usando robots, porcentaje que podría considerarse bajo teniendo en cuenta el alto porcentaje (65%) que posee con formación específica, y que los centros educativos en los que desarrollan su actividad forman parte de un proyecto específico, que fundamentalmente busca el desarrollo de habilidades relacionadas con la robótica desde edades tempranas. Se pone de manifiesto así, que, a pesar de los avances realizados en la dotación de infraestructuras y recursos, en muchas ocasiones la presencia de las tecnologías en los centros no representa más que un cambio “cosmético” de las prácticas que se producen en las escuelas a nivel pedagógico (Area & Adell, 2021).

En relación con la robótica como recurso en el aula, y coincidiendo con la literatura previa, se concibe como una herramienta que facilita principalmente la motivación, la competencia digital, los ambientes lúdicos y el aprendizaje de diferentes leguajes, coincidiendo con los resultados obtenidos en investigaciones previas (Orcos & Aris, 2019; Sullivan & Bers 2018). Atendiendo a las habilidades que la robótica ayuda a desarrollar en el alumnado, el profesorado ha destacado la orientación espacial, seguido de la lateralidad, la

programación y la secuenciación, dejando palpable la idea de que la robótica ayuda a producir cambios positivos en el alumnado a favor del aprendizaje (Benetti, 2012).

Con respecto al pensamiento computacional, los resultados reflejan que el 89% del profesorado participante considera que es una habilidad muy o bastante necesaria para su alumnado, valorando la abstracción, la experimentación, la descomposición de problemas, la reflexión y la comprensión de patrones como las dimensiones que más se desarrollan a través de la robótica, coincidiendo con algunas de las aportaciones realizadas por García-Valcárcel y Caballero-González (2019).

Atendiendo a la formación específica, pese a que el 65% afirma haber realizado formación específica a través de cursos o formaciones, destaca una fuerte demanda del profesorado por más formación específica en los propios centros educativos y en la formación inicial en la Universidad. Este último, es un aspecto relevante, ya que como apuntan Olivares et al. (2018) el nivel de competencia de los maestros y maestras se ve muy influenciado por la competencia digital de los docentes universitarios. Esto hecho recuerda también la necesidad de seguir reforzando la formación didáctica y metodológica al igual que el desarrollo de la investigación, prestando atención a los planes de las titulaciones de educación, pues es aquí donde está el punto de partida.

Se desprende también la necesidad de apostar por la formación permanente del profesorado para que pueda actualizar sus prácticas docentes, pues sin docentes cualificados tanto a nivel digital como pedagógico no podrán implementarse proyectos educativos innovadores y valiosos a nivel tecnológico (Fuentes et al. (2019). Como hemos visto, el 51,8% del profesorado considera que la robótica favorece mucho la adquisición de las competencias STEAM así como el desarrollo de las competencias científico-tecnológicas y el pensamiento divergente. Esto, sumado al alto volumen de mujeres maestras, característico en estas etapas educativas, es hoy más que nunca un factor de impacto muy positivo en relación con el fomento de las vocaciones científico-tecnológicas entre las niñas. Hace más de una década, la Comisión Europea publicó en uno de sus informes que los estudiantes en general y las estudiantes en particular, rara vez participan en actividades de programación o codificación, siendo necesario prestar mayor atención a la realización de actividades que permitan fortalecer habilidades de codificación en el alumnado, y especialmente hacer que las niñas se interesen más por lo digital (European Commision, 2013). En este sentido, otros trabajos que abordan de manera específica la brecha de género en edades tempranas muestran que las niñas manifiestan un aumento estadísticamente significativo al pensar que disfrutarían de ser ingenieras, destacando, además, que las unidades curriculares impartidas por equipos docentes exclusivamente femenino pueden tener un impacto positivo en las niñas en comparación con los maestros hombres (Raposo-Rivas, et al., 2022; Sullivan & Bers, 2019).

A partir de estos hallazgos, se recomienda avanzar en líneas de acción prácticas que favorezcan una integración efectiva de la robótica educativa y el pensamiento computacional en el aula, tanto en los centros educativos como en las instituciones responsables de la formación inicial de los docentes. En primer lugar, es primordial incorporar actividades interdisciplinarias contextualizadas en situaciones de la vida real, que conecten con los intereses del alumnado y permitan aplicar los principios del enfoque STEAM. De igual manera es fundamental dar a conocer experiencias y casos de uso de la robótica educativa en las dinámicas de clase, que puedan exemplificar e inspirar la labor docente con diversos modos de implementación. También es clave visibilizar referentes femeninos en el ámbito tecnológico y científico, tanto mediante recursos didácticos como a través de visitas, charlas o colaboraciones externas. Además, se propone fomentar la colaboración entre docentes de distintas áreas y niveles, creando comunidades de aprendizaje profesional orientadas al desarrollo de proyectos con tecnología educativa. Por último, se subraya la importancia de revisar los planes de estudio de los grados de Educación Infantil y Primaria, garantizando una formación inicial sólida en competencias digitales, así como continuar promoviendo programas de formación permanente que combinen el enfoque técnico con el pedagógico.

Asimismo, este trabajo presenta ciertas limitaciones. El tamaño de la muestra y que esta no sea probabilística impide la generalización de los datos, pero esto no le resta valor ni riqueza a los mismos, pues una de las ventajas de esta muestra no probabilística, es que este estudio no requiere tanto de representatividad de elementos de una población de estudio (en este caso las maestras y maestros) sino de una cuidadosa y controlada elección de los casos con unas características específicas (Hernández-Sampieri et al., 2018). Como vías futuras de investigación se plantea ampliar a otras etapas educativas y con otros términos clave

relacionados con el pensamiento computacional, tales como la inteligencia artificial y su influencia en el ámbito educativo.

Por último, es importante resaltar que la escuela actual debe incorporar nuevos entornos y herramientas digitales, principalmente porque la sociedad avanza hacia nuevas formas de comunicación y trabajo mucho más colaborativas, horizontales y flexibles. El uso de recursos tecnológicos requiere de destrezas y habilidades técnicas y metodológicas que no todo el profesorado posee, por este motivo es importante incidir en la necesidad de una formación que habilite a las maestras y maestros a diseñar, seleccionar y adaptar los procesos pedagógicas a las diferentes realidades tecnológicas, y esto pasa inevitablemente por conocer y dar voz a su percepción actual en relación con recursos que están en auge como la robótica educativa o el pensamiento computacional.

Financiación

Este trabajo ha sido realizado al amparo del Proyecto de investigación: *Cara a educación do futuro: o enfoque STEAM e Intelixencia Artificial na formación do profesorado* (Ref: ED481B_088). IP: Olalla García Fuentes. Entidad financiadora: Programa de axudas á etapa posdoutoral da Xunta de Galicia (Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidades).

Referencias

- Adell, J., Llopis, M. A., Esteve, F., & Valdeolivas, M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana De Educación a Distancia*, 22(1), 171–186. <https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- APA (2020). *Principios éticos de los psicólogos y código de conducta*. Asociación Estadounidense de Psicología. <https://www.apa.org/ethics/code>
- Area, M., & Adell, J. (2021). Tecnologías digitales y cambio educativo. Una aproximación crítica. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia Y Cambio En Educación*, 19(4). <https://doi.org/10.15366/reice2021.19.4.005>
- Arís, N., & Orcos, L. (2019). Educational robotics in the stage of Secondary Education: Empirical study on motivation and STEM skills. *Education Sciences*, (9), 73-83. doi:10.3390/educsci9020073
- Barroso, J., & Cabero, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 65 (2), 25-38. doi 10.13042 / brp.2013.65202
- Benitti, F. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers y Education*, 58(3), 978-988. doi:10.1016/j.compedu.2011.10.006
- Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers and Education*, 138, 130–145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the American Educational Research Association (AERA)*, Vancouver, BC, Canada. <http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>
- Cabero, J., & Barroso, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón. Revista De Pedagogía*, 65(2), 25-38. <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/brp.2013.65202>
- Caravantes López de Lerma, G. M., & Botija, M. M. (2022). MAXQDA y su aplicación a las Ciencias Sociales: un estudio de caso comparado sobre vulnerabilidad territorial. *Alternativas. Cuadernos de Trabajo Social*, 29(1), 48-83. <https://doi.org/10.14198/ALTERN.19435>
- Castañeda, L., Esteve, F., & Adell, J. (2018). ¿Por qué es necesario repensar la competencia docente para el mundo digital? *RED. Revista de Educación a Distancia*, 56, 2-20. <https://doi.org/10.6018/red/56/6>
- European Commission (2013). *Survey of Schools: ICT in Education. Benchmarking Access, Use and Attitudes to Technology in Europe's Schools*. Publications Office of the European Union. doi.0.2759/944997.

- Fuentes, A., López, J., & Pozo, S. (2019). Análisis de la competencia digital docente: Factor clave en el desempeño de pedagogías activas con realidad aumentada. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(2), 27-42. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.2.002>
- Fuentes, A., López, J., & Pozo, S. (2019). Análisis de la competencia digital docente: Factor clave en el desempeño de pedagogías activas con realidad aumentada. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia Y Cambio En Educación*, 17(2). <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.2.002>
- García-Fuentes, O. (2022). La robótica educativa y el pensamiento computacional en la primera infancia y el hogar: Un estudio en la prensa digital. *Digital Education Review*, (41), 124-139. <https://doi.org/10.1344/der.2022.41.124-139>
- García-Valcárcel, A., & Caballero-González, Y. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Comunicar*, 59, 63-72. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>
- Goodgame, C. (2018). Beebots and tiny tots. In E. Langran, & J. Borup (Eds.), *Society for information technology and teacher education international conference* (pp. 1179-1183). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Guimeráns, P. (2017). *La tecnología como material creativo: E-textiles y sus derivaciones en el campo de las artes visuales* [Tesis Doctoral, Universidad Complutense Madrid] Universidad Complutense Madrid.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana.
- INTEF. (2020, mayo 20). *El marco de Brennan-Resnick: I. Conceptos*. Code INTEF. https://code.intef.es/prop_didacticas/marco-de-brennan-resnick-conceptos/
- Lázaro-Cantabrina, J., Usart-Rodríguez, M., & Gisbert-Cervera, M. (2019). Assessing teacher digital competence: The construction of an instrument for measuring the knowledge of pre-service teachers. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 8(1), 73-78. <https://doi.org/10.7821/naer.2019.1.370>
- López Noguero, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *XXI Revista de Educación*, 4, 167-179.
- Madariaga, P., & Schaaffernicht, M. (2013). Uso de objetos de aprendizaje para el desarrollo del pensamiento crítico". *Revista de Ciencias Sociales*, (19) 472-484. <https://bit.ly/3rYdDDG>
- Muijs, D. (2010). *Doing quantitative research in Education with SPSS*. Sage Publications.
- Olivares Carmona, K. M., Angulo Armenta, D. J., Prieto Méndez, D. M. E., & Torres Gastelú, D. C. A. (2018). EDUCATIC: implementación de una estrategia tecnoeducativa para la formación de la competencia digital universitaria. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, (53), 27-40. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53.02>
- Orcos, L., & Aris, N. (2019). Percepciones del profesorado de Educación Secundaria ante la robótica educativa como recurso didáctico en el enfoque STEM. Opción: *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (90), 810-843. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8190038>
- Papadakis, S. (2020). Robots and robotics kits for early childhood and first school age. *International journal of interactive mobile technologies*, 14(18), 34-56. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i18.166631>
- Papert, S. (1981). *Desafío de la mente*. Galápagos.
- Raposo-Rivas, M., García-Fuentes, O., & Martínez-Figueira, M. E. (2022). La robótica educativa desde las áreas STEAM en educación infantil: Una revisión sistemática de la literatura (2005-2021). *Prisma Social: Revista De Investigación Social*, (38), 94-113. <https://revistaprismasocial.es/article/view/4779>
- Romero, C., Nieto, J., & Ochoa, C. (2014). Revisión del estado del arte de las plataformas robóticas orientadas a la educación. *Journal of Engineering and Technology* 3(2), 23-35.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2018). Dancing robots: Integrating art, music, and robotics in singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 325-346. doi:10.1007/s10798-017-9397-0

- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2019). Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(5), 1033-1051. DOI: 10.1007/s10798-018-9483-y
- UNESCO (2011). *UNESCO ICT Competency Framework for Teachers*. UNESCO. <https://bit.ly/3Gk2jXY>
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The digital competence framework for citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. <http://dx.doi.org/10.2760/115376>
- Wing, J. M. (2006). *Computational thinking*. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>