



REVISTA PRISMA SOCIAL N° 38

PENSAMIENTO CRÍTICO, CREATIVIDAD Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA SOCIEDAD DIGITAL

3ER TRIMESTRE, JULIO 2022 | SECCIÓN TEMÁTICA | PP. 114-136

RECIBIDO: 26/4/2022 – ACEPTADO: 7/7/2022

ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS CON EL APOYO DE LA ROBÓTICA: OPINIÓN DE FUTUROS/AS DOCENTES DE EDUCACIÓN PRIMARIA

TEACHING MATHEMATICS WITH THE SUPPORT OF ROBOTICS: THE OPINION OF FUTURE PRIMARY SCHOOL TEACHERS

SILVIA AMADOR-TERRÓN / SAMADORT@ALUMNOS.UNEX.ES

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y PSICOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA, BADAJOZ,
ESPAÑA

JOSÉ LUÍS CARVALHO / JLTC@UNEX.ES

GRUPO DE INVESTIGACIÓN CIBERDIDACT. DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICAS DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES Y MATEMÁTICAS, FACULTAD DE EDUCACIÓN Y PSICOLOGÍA. UNIVERSIDAD
DE EXTREMADURA, BADAJOZ, ESPAÑA

LINA MELO / LVMELO@UNEX.ES

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y MATEMÁTICAS, FACULTAD
DE EDUCACIÓN Y PSICOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA, BADAJOZ, ESPAÑA



prisma
social
revista
de ciencias
sociales

RESUMEN

El presente estudio pretende analizar cuál es la opinión de futuros/as docentes de Educación Primaria sobre el uso de la robótica dentro del área de matemáticas. Para ello, se ha realizado un análisis cualitativo teniendo en cuenta la opinión de 59 estudiantes del tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura, elegidos por conveniencia. Tras haber participado en varias sesiones de trabajo con el robot WeDo 2.0, se les solicitó a contestar un cuestionario de preguntas abiertas sobre la influencia del uso de la robótica dentro del área de matemáticas. Posteriormente, esas respuestas fueron introducidas en el software WebQDA, codificadas y categorizadas teniendo en cuenta cuatro dimensiones; Integración de la robótica en el currículum de educación primaria, utilidad-beneficio de la robótica dentro del área de matemáticas, implicaciones para la enseñanza-aprendizaje y obstáculos-inconvenientes que puede presentar. Los resultados del trabajo reflejan que, para la mayor parte de los futuros docentes, el uso de la robótica educativa genera numerosos beneficios y es útil dentro del área de matemáticas, otorgándole al alumnado numerosas posibilidades y generando distintos tipos de emociones.

PALABRAS CLAVE

Robótica; matemáticas; formación inicial; enseñanza; educación primaria

ABSTRACT

This study aims to analyze the opinion of future Primary Education teachers on the use of robotics in mathematics. For this purpose, a qualitative analysis was carried out taking into account the opinion of 59 students in the third year of the Degree in Primary Education at the University of Extremadura, chosen by convenience. After having participated in several work sessions with the WeDo 2.0 robot, they were asked to answer a questionnaire with open-ended questions about the influence of the use of robotics in mathematics education. Subsequently, these answers were entered into the WebQDA software, coded and categorized taking into account four dimensions; integration of robotics in the primary education curriculum, usefulness-benefit of robotics within the area of mathematics, implications for teaching-learning and obstacles-inconveniences that it may present. The results of the study show that, for most future teachers, the use of educational robotics generates numerous benefits and is useful in the area of mathematics, giving pupils numerous possibilities and generating different types of emotions.

KEYWORDS

Robotics; math; initial learning; teaching; primary education.

1. INTRODUCCIÓN

En el año 1975, en la Universidad de Du Maine, en Estados Unidos, se utilizó por primera vez la robótica con fines educativos (Pinto *et al.*, 2010). Desde entonces se ha despertado un interés por la robótica y por cómo esta puede utilizarse en los procesos educativos (Ruiz, 1987). Según Jung y Won (2018) la robótica educativa es la utilización de robots en un proceso de enseñanza-aprendizaje. Caballero-González y García-Varcácel (2020) de forma particular, señalan como la robótica educativa permite diseñar, construir y desarrollar espacios de aprendizaje por medio de los cuales el alumnado puede conseguir conocimientos nuevos, pasando de lo abstracto a lo material.

Ribeiro, Coutinho y Costa (2011) explican, cómo la robótica educativa en los últimos años se ha utilizado como una herramienta pedagógica, que ha ayudado a los estudiantes en el aprendizaje de distintas materias, proporcionando un enfoque novedoso en los modelos de aprendizaje. Asimismo, ha fomentado la multidisciplinariedad, el pensamiento lógico, el aprendizaje colaborativo y el fomento de la imaginación y la creatividad (Chalmers *et al.*, 2012; Ribeiro *et al.*, 2011).

Murcia y Henao (2017) señalan como la robótica potencia en los estudiantes el razonamiento matemático. León *et al.* (2018) explican como el uso de este material en la enseñanza de las matemáticas, se relaciona con una mejora en la actitud de los/as estudiantes así como con una mayor consecución de logros en esta ciencia. Castledine y Chalmers (2010) muestran además como a través de la robótica educativa, tanto el alumnado como el profesorado desarrollan estrategias que les ayudan en la resolución de problemas a la par que se involucran en la comprensión de conceptos propios de las matemáticas, de la ciencia y de la tecnología.

Vinesh (2010) por otro lado, explica como el modelado matemático con robótica se puede usar para ampliar conceptos matemáticos e incluso introducir algunos nuevos. Todo esto genera la oportunidad de que el alumnado desarrolle las conexiones entre lo que piensa y hace en matemáticas, utilizando robots.

En contraposición a estas ideas, Johnson (2003), no encuentra evidencias que indiquen que hay un impacto en el rendimiento académico de los/as estudiantes, viendo la robótica como una moda. Según Barreto (2012) la mayoría de la literatura que apoya el uso de la robótica se basa, en informes de docentes que consiguieron un resultado positivo con su alumnado.

Es así como el objetivo de este estudio es conocer cuál es la opinión sobre el uso de la robótica en el área de matemáticas por parte de estudiantes de Educación Primaria que serán docentes en un futuro. Se pretende analizar si esta alternativa de trabajo puede potenciar el aprendizaje de las matemáticas dentro del aula.

1.1. LA ROBÓTICA EDUCATIVA PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS DESDE LA PERSPECTIVA DEL PROFESORADO

A pesar de los beneficios que pueda generar la robótica educativa dentro del aula, es innegable la necesidad de conocer cuál es la postura de los/as docentes sobre este tema. Autores como Cabello y Carrera (2017) se han valido de instrumentos como un cuestionario para comprobar cuáles son las actitudes, creencias y opiniones del profesorado sobre la introducción de

la robótica educativa en el aula. En gran medida, de ellos y ellas puede depender de que el proyecto sea un éxito o un fracaso.

Zhong y Xia (2018) indican que sin la aprobación del profesorado, la robótica no puede ofrecer todas las posibilidades educativas que alberga. En muchas ocasiones, los/as docentes son concedores/as de los beneficios que podría aportar la robótica, pero no se sienten cómodos/as utilizando herramientas tecnológicas. Sería necesario conocer cuáles son los apoyos que necesitan tanto docentes como alumnado para solucionar estas dificultades.

El estudio realizado por Khanlari y Mansour (2015) muestra que las opiniones de los/as docentes participantes son diversas. Algunos/as perciben la robótica como una herramienta que potencia el aprendizaje de las asignaturas de ciencias en educación primaria mientras que, por el contrario, otros opinan que la robótica no es útil para el aprendizaje de las matemáticas.

Savard y Highfield (2015) por otro lado, reportan el gran desafío que le supone al profesorado aunar el uso de las tecnologías con el aprendizaje de las matemáticas, llegando a indicar que se centran más en aprender a utilizar las herramientas que en integrar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas con ellas.

Por el contrario Kukey *et al.* (2019) indica que el profesorado que aprenden a utilizar robots para enseñar matemáticas en el aula, los lleva a desarrollarse profesionalmente y a incluirlos de manera habitual en sus lecciones. Sin embargo, son pocas las investigaciones sobre la percepción del profesorado sobre el uso de la robótica en el aula, y más si se trata en el ámbito de la Educación Primaria centrada en contenidos matemáticos.

1.2. LA ROBÓTICA EDUCATIVA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE LOS MAESTROS DE EDUCACIÓN PRIMARIA

González (1995) considera que la formación inicial docente es la etapa formativa anterior al momento de realización de la profesión docente. Esta etapa está dirigida a desarrollar y favorecer las capacidades y actitudes de los futuros/as maestros/as, con el objetivo de formarles y prepararlos/as eficazmente para su labor.

Esta es la etapa de los primeros años de ejercicio profesional del profesorado, en los cuales los/as docentes han de realizar la transición desde estudiantes a profesores/as. Según Rico (2004) la formación inicial del profesorado debe atender a cuatro criterios: debe estar vinculada con la práctica; cada materia escolar debe sustentarse con su didáctica específica; las competencias profesionales deben desempeñar un papel principal en la formación y, el trabajo en equipo es imprescindible en este periodo.

Autores como Vagi *et al.* (2019) han demostrado que los maestros y maestras que se encuentran en la etapa de formación inicial mejoran a ritmos diferentes según su edad y su nota media en la universidad. En una experiencia realizada por Aristizabal *et al.* (2019) con estudiantes en formación inicial, se comprobó que las opiniones de los futuros maestros y maestras sobre la robótica educativa son contrarias; unos opinan que «es una puerta abierta para los intereses económicos de las empresas» (2019, p. 267) mientras que en contraposición, otros estudiantes la valoran muy positivamente. González *et al.* (2014) del mismo modo, destacan el potencial

de la robótica educativa para desarrollar habilidades científicas en la etapa de formación inicial del profesorado, en las áreas de ciencias y matemáticas.

Llinares (2007) considera prioritario para los programas de formación del profesorado el uso de tareas y actividades que intenten la integración y transformación del conocimiento de forma sistemática y coherente. El uso de las tecnologías en las prácticas docentes va a estar condicionada, en un primer plano, por los conocimientos del profesorado, seguido del potencial que se les atribuye a estas tecnologías y por las actitudes demostradas hacia esta innovación educativa (Aristizabal *et al.*, 2019). Por estos motivos, es importante trabajar estas cuestiones en la etapa de formación inicial del profesorado (González *et al.*, 2019).

No obstante, para educar a la sociedad del siglo XXI no basta con una buena formación inicial. Gracias al desarrollo tecnológico, la práctica docente debe reorientarse hacia nuevos paradigmas y metodologías acordes a la época en la que nos encontramos. Los aprendizajes que antes se consideraban permanentes y duraderos ya no lo son (Amor y Serrano, 2018).

Es imposible que en la etapa de formación inicial se les lleguen a proporcionar a los futuros/as maestros/as todos los conocimientos que necesitarán en su práctica docente, ya que muchas situaciones solo llegarán a conocerse y resolverse gracias a la experiencia. Asimismo, no hay que obviar este periodo de formación pero es necesario apostar también en la etapa siguiente, de formación continuada del profesorado (Córdoba *et al.*, 2005).

1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo general del estudio es conocer la opinión de estudiantes de tercer curso del grado en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura (Badajoz) sobre el uso de la robótica educativa en el área de matemáticas. Más concretamente, los objetivos específicos planteados pueden resumirse de la siguiente forma:

- Analizar las opiniones de los futuros/as docentes de educación primaria sobre el uso de la robótica educativa en el área de matemáticas.
- Comprender la influencia que puede llegar a tener el uso de este recurso en los/as estudiantes de educación primaria en el área curricular de matemáticas.

2. DISEÑO Y MÉTODOS

La investigación aborda una perspectiva cualitativa basada en el análisis de contenido, facilitando un enfoque descriptivo e interpretativo de los datos obtenidos a través de un cuestionario. En la presente investigación se pretende responder a las siguientes cuestiones: i. ¿Cómo consideran los futuros maestros y maestras de educación primaria que se debe integrar la robótica en el currículo de educación primaria?, ii. ¿Qué tipo de utilidad o beneficio consideran los futuros/as maestros/as de educación primaria que genera la robótica educativa en el área de matemáticas?, iii. ¿Cuáles son las implicaciones de la robótica educativa para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas según la opinión de los futuros maestros y maestras de educación primaria? y iv. ¿Cuáles son para los/as futuros/as maestros/as de educación primaria los obstáculos o inconvenientes que puede presentar la robótica educativa al integrarse en la enseñanza de las matemáticas en la educación primaria?

2.1. PARTICIPANTES

El estudio se realizó en la Facultad de Educación del Campus Universitario de la Universidad de Extremadura de la provincia de Badajoz. La población con la que se contaba era de 199 estudiantes de tercer curso del Grado en Educación Primaria. De estos, 56 discentes entregaron sus relatos en el tiempo estipulado y todos fueron considerados para ser parte de la muestra.

2.2. EXPERIENCIA EDUCATIVA

Dentro de la asignatura Didáctica de las Matemáticas I se trabaja un tema centrado en el aprendizaje y uso de las TIC en la asignatura de matemáticas. Uno de los contenidos que se exploró en dos seminarios fue el tema de la robótica educativa.

El único abordaje teórico que recibió el alumnado fue al principio de la primera sesión, donde se les explicó que iban a trabajar por medio del robot lego WeDo 2.0 así como los distintos usos educativos que tiene esta aplicación. Las actividades propuestas y los objetivos que debían conseguir los/as estudiantes al finalizar las dos sesiones fueron los siguientes:

- Montar el robot siguiendo una serie de instrucciones.
- Conectar el robot con una aplicación para poder programarlo y manejarlo.
- Realizar determinados movimientos con el mismo para la consecución de distintos fines.
- Reflexionar sobre cómo podrían incluirse la robótica educativa en sus futuras clases.

Para realizar las tareas propuestas, los/as estudiantes trabajaron en grupos de cinco participantes. A cada grupo se le proporcionó un pack para montar el robot, una guía con las instrucciones sobre su montaje y un ordenador portátil. Los contenidos matemáticos que se les propuso trabajar fueron la orientación espacial (movimientos del robot), geometría (dibujar distintas figuras geométricas), medida (cálculo de los itinerarios del robot) y tiempo (estimación y cálculo de la duración del recorrido).

Se pretendía que el alumnado aprendiera por medio de la indagación y aunque la explicación dada al principio del seminario fue breve, pudieron preguntar y resolver todas las dudas que les fueron surgiendo. A pesar de la ayuda prestada, en la mayoría de los casos, los discentes contaban con pocos conocimientos previos sobre robótica y les resultó complicado realizar las actividades.

2.3. INSTRUMENTO

Para la consecución del trabajo y una vez finalizada la experiencia educativa, se propuso al alumnado que realizasen, a través de un foro creado en el Campus Virtual de la Universidad de Extremadura, un relato contestando a una serie de preguntas abiertas, dando su libre opinión y sin buscar ni consultar ningún tipo de información. La técnica de relatos permite un mayor acercamiento a las experiencias vitales de los participantes en un estudio y ayuda a trazar trayectorias de situaciones concretas, además de aportar mayor comprensión al significado e interpretación de las propias acciones y vivencias. (Ramos *et al.*, 2019). Las preguntas fueron elaboradas por los investigadores de este estudio. Tres expertos en didáctica de las matemáticas las revisaron y validaron.

La propuesta planteada al alumnado fue la siguiente: «La programación y el uso de la robótica presentan diversas posibilidades de aprendizaje en una amplia gama de edades. Haz un comentario (según tu opinión) sobre la utilidad o los beneficios que pueden tener la robótica en la enseñanza en general y, en particular, de contenidos matemáticos. Intenta responder a las siguientes cuestiones:

1. ¿Cómo crees que se puede articular la enseñanza de la robótica y las matemáticas en primaria?
2. ¿La inclusión de la robótica y la programación facilitan o dificultan el aprendizaje de las matemáticas?
3. ¿Cómo ha sido tu experiencia con la inclusión de WeDo 2.0 en las clases de Didáctica de las Matemáticas I?
4. ¿Consideras que al construir robots has utilizado conceptos matemáticos? ¿Cuáles? ¿Cómo has utilizado dichos conceptos?»

3. TRABAJO DE CAMPO Y ANÁLISIS DE DATOS

La recopilación y el análisis de los datos fueron apoyados en el software webQDA (Costa *et al.*, 2017). Se trata de un programa que permite realizar un análisis cualitativo ayudando a almacenar, ordenar, categorizar y analizar los correspondientes datos.

Los resultados se han analizado teniendo en cuenta el sistema de categorías, así como los objetivos del estudio. Para ello, se han seguido las indicaciones de Carvalho *et al.* (2018) sobre los procedimientos más adecuados para garantizar un adecuado análisis de contenido del cuestionario.

Se comenzó realizando una lectura superficial de cada una de las opiniones que habían aportado los/as estudiantes en el cuestionario, con el objetivo de identificar los conceptos más utilizados y de más relevancia. Posteriormente, las lecturas fueron más profundas, llevando a crear el sistema de categorías.

La construcción del sistema de categorías de análisis se ha llevado a cabo utilizando algunas de las categorías ya existentes en la literatura científica relativa al tema de la robótica educativa (Zhong y Xia, 2018; Felicia y Sharif, 2017), en conjunto con otras categorías nuevas una vez revisados los datos aportados por los estudiantes. El sistema de categorías que se muestra a continuación (Tabla 1) es, por lo tanto, basado en un modelo mixto.

Tabla 1. Categorías de análisis

DIMENSIÓN	CATEGORÍA
A. Integración de la Robótica en el currículo de Educación Primaria.	A1. Contenido curricular. A2. Integración de las matemáticas con la robótica. A3. Tipo de Tareas.
B. Utilidad-Beneficio de la robótica dentro del área de matemáticas.	B1. Desarrollo de habilidades. B2. Comprensión de conceptos matemáticos. B3. Cambio de Actitudes. Emociones. B4. Sin especificar.
C. Implicaciones de la robótica para la enseñanza-aprendizaje.	C1. Interacción y aprendizaje de las matemáticas. C2. Conexión entre lo abstracto y la realidad. C3. Cambio en la forma de enseñar y aprender. C4. Influencia en la vocación del alumnado hacia el aprendizaje de las matemáticas, ciencias y tecnología. C5. Sin especificar.
D. Obstáculos-Inconvenientes que puede presentar la robótica educativa.	D1. Alumnado. D2. Profesorado. D3. Infraestructura. Software. D4. Curriculares, Metodológicas y Contextuales. D5. Sin especificar.

Fuente: elaboración propia

A continuación, se procedió a codificar las unidades de análisis, estableciendo vínculos entre las unidades y las categorías. Para verificar la confiabilidad del proceso llevado a cabo, se aplicó el método de test-retest, comprobando que existe concordancia entre la categorización realizada en el primer momento y en otros posteriores. Después de codificar los datos, se realizó el análisis descriptivo mediante la interpretación de los resultados y la elaboración de descripciones apoyadas en gráficos con las frecuencias de las distintas categorías.

4. RESULTADOS

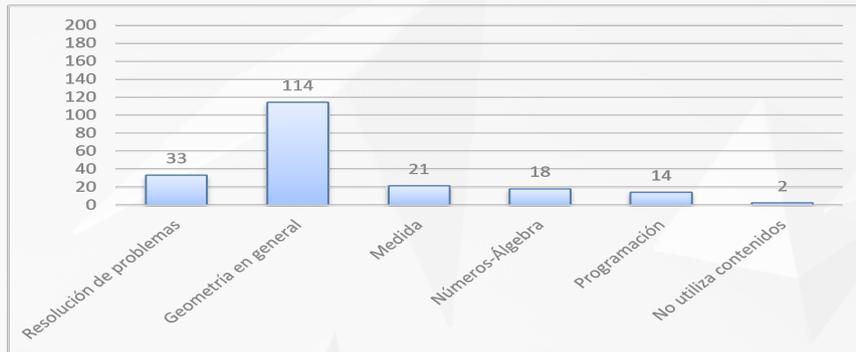
La presentación de los resultados se hará siguiendo cada una de las categorías que forman las dimensiones analizadas.

4.1. INTEGRACIÓN DE LA ROBÓTICA EN EL CURRÍCULO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

4.1.1 Contenido curricular

Como se observa en la figura 3, el contenido curricular más destacado es el relativo al aprendizaje de contenidos propios de la geometría general, siendo nombrado un total de 114 veces por los/as participantes del estudio. También destaca, pero en menor medida, la ayuda que supone para la resolución de problemas matemáticos. Contenidos como la medida, números-álgebra y programación también han sido señalados. Cabe destacar que hay dos referencias relativas a que no se trabajan conceptos matemáticos de ningún tipo al utilizar robots dentro del aula.

Figura 3. Contenido curricular

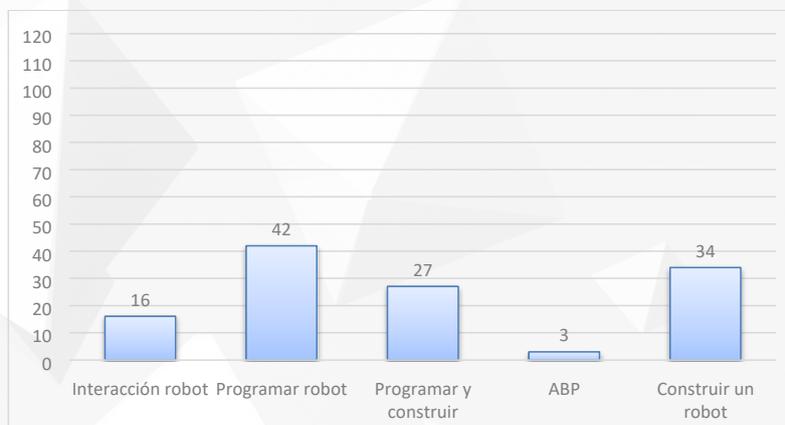


Fuente: elaboración propia

4.1.2. Integración de las matemáticas con la robótica

En cuanto a la integración de las matemáticas por medio de la robótica, como se muestra en la figura 4, los resultados arrojan que programar un robot es el medio más útil para aunar matemáticas y robótica, con un total de 42 referencias. Los/as futuros/as maestros y maestras, del mismo modo, han señalado en 34 ocasiones la utilidad de construir un robot. Seguidamente, consideran beneficiosa la interacción con el robot, por parte de los alumnos y alumnas y programar y construir un robot, unión de las dos dimensiones más citadas anteriormente. También cabe destacar que los futuros docentes hacen 3 referencias acerca de cómo la robótica puede favorecer un aprendizaje basado en proyectos, dentro del área de matemáticas.

Figura 4. Integración de las matemáticas con la robótica



Fuente: elaboración propia

4.1.3 Tipo de Tareas

Los resultados de la figura 5, sobre los distintos tipos de tareas que pueden utilizarse para trabajar la robótica educativa dentro del área de matemáticas, muestran bastante similitud en los tres tipos de tareas. Los/as futuros/as maestros y maestras han realizado 18 intervenciones señalando los beneficios de utilizar tareas extendidas, seguidas por las estructuradas (13 intervenciones) y las exploratorias (12 intervenciones).

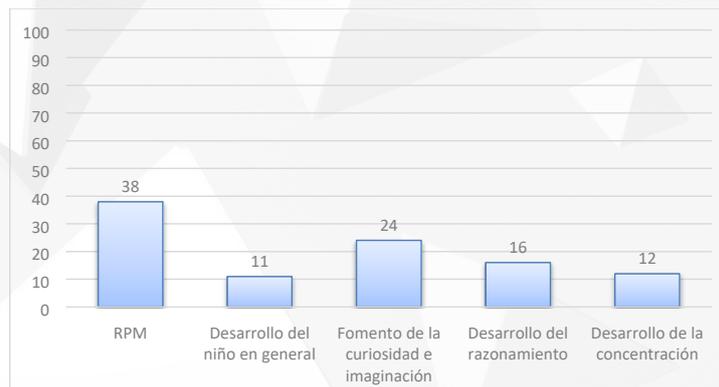
Figura 5. Tipos de tareas

Fuente: elaboración propia

4.2. UTILIDAD-BENEFICIO DE LA ROBÓTICA DENTRO DEL ÁREA DE MATEMÁTICAS.

4.2.1. Desarrollo de habilidades

Sobre el desarrollo de habilidades, dentro de la utilidad-beneficio que puede aportar el uso de la robótica educativa en el área de matemáticas, se puede observar (figura 6) que la utilidad para la resolución de problemas matemáticos es la categoría más señalada por los/as futuros/as docentes, resultado similar al que fue mostrado en la figura 3, donde la resolución de problemas era la segunda dimensión más citada en cuanto a contenidos trabajados. A continuación, el fomento de la curiosidad e imaginación han sido nombrados en 24 ocasiones. Finalmente, el resto de las categorías han tenido unos resultados similares; desarrollo del niño/a en general (11 aportaciones), desarrollo del razonamiento (16 aportaciones) y desarrollo de la concentración (12 aportaciones).

Figura 6. Desarrollo de habilidades

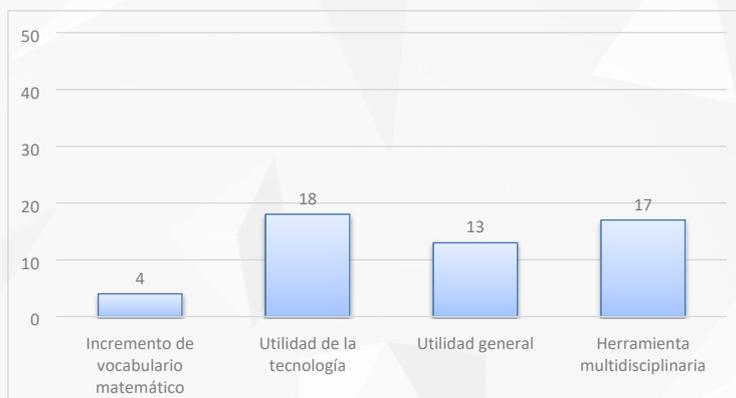
Fuente: elaboración propia

4.2.2. Comprensión de conceptos matemáticos

Respecto a la utilidad para la comprensión de conceptos matemáticos, los resultados muestran que los/as futuros/as docentes consideran que el uso de robots ayuda a utilizar la tecnología y que se trata de una herramienta multidisciplinaria (figura 7) indicando desde ese aspecto, que

la robótica puede utilizarse en distintas disciplinas, no solo en las sesiones de matemáticas o ciencias. También consideran la utilidad general de la robótica y que ayuda a incrementar el vocabulario matemático.

Figura 7. Comprensión de conceptos matemáticos



Fuente: elaboración propia

4.2.3. Cambio de Actitudes. Emociones

Los resultados relativos al cambio de actitudes que genera el uso de robots en las sesiones de matemáticas se han centrado en tres dimensiones: Aumento del interés por las actividades académicas, mejora de la motivación y fomento de la colaboración o trabajo en equipo. Los/as futuros/as docentes han realizado un total de 69 comentarios sobre estas tres dimensiones, siendo todas ellas de valoración positiva.

Figura 8. Cambio de actitudes



Fuente: elaboración propia

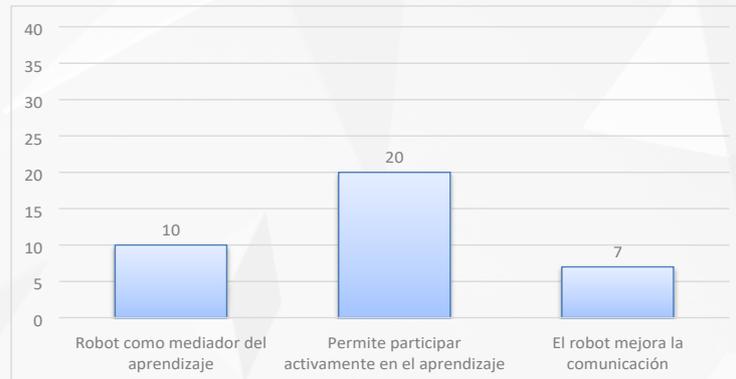
4.3. IMPLICACIONES DE LA ROBÓTICA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

4.3.1. Interacción y aprendizaje de las matemáticas

En cuanto a las implicaciones de la robótica para la enseñanza-aprendizaje, tal y como se muestra en la figura 9, los/as futuros/as maestros y maestras consideran que permite participar activamente en el aprendizaje. Aunque han sido menos citadas, también consideran que

los robots son mediadores del aprendizaje y que mejoran la comunicación, entre los iguales y profesor/a-alumno/a.

Figura 9. Interacción y aprendizaje de las matemáticas



Fuente: elaboración propia

4.3.2. Conexión entre lo abstracto y la realidad

Los resultados indican, como se puede observar en la figura 10, que los/as futuros/as docentes consideran la robótica como una forma de aprendizaje más práctico (14 intervenciones al respecto), que permite un aprendizaje manipulativo (9 intervenciones) así como impartir contenidos difíciles de explicar (10 intervenciones).

Figura 10. Conexión entre lo abstracto y la realidad

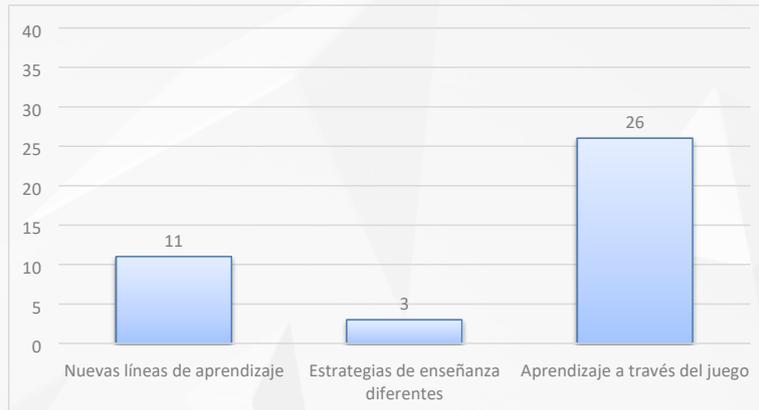


Fuente: elaboración propia

4.3.3. Cambio en la forma de enseñar y aprender

Sobre las formas de enseñar y de aprender, los resultados indican que la robótica educativa permite a los/as estudiantes obtener un aprendizaje a través del juego, categoría citada en 26 ocasiones por los futuros docentes. En menor medida, consideran que también permite seguir nuevas líneas de aprendizaje (11 citas) así como estrategias de enseñanza diferentes (3 citas).

Figura 11. Cambios en la forma de enseñar y aprender

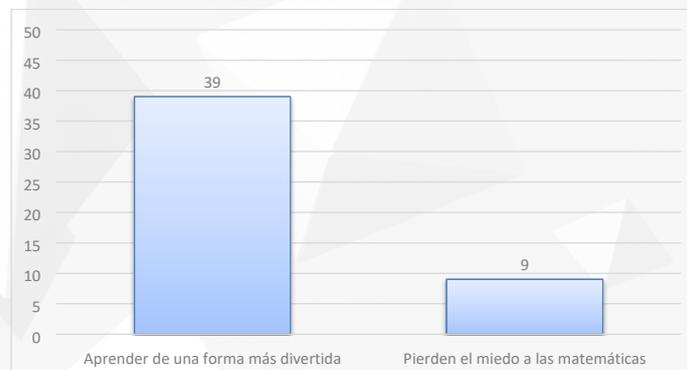


Fuente: elaboración propia

4.3.4 Influencia en la vocación del alumnado hacia el aprendizaje de las matemáticas, ciencias y tecnología

Referente a la influencia que la robótica genera en los/as discentes, los estudiantes participantes en este estudio consideran que el uso de autómatas ayuda a aprender de una forma más divertida, realizando un total de 39 referencias al respecto. Otra de las consideraciones señaladas es sobre como la robótica ayuda a perder el miedo a las matemáticas, pero en bastante menor medida que la anterior (9 referencias al respecto).

Figura 12. Influencia en la vocación del alumnado hacia el aprendizaje de las matemáticas



Fuente: elaboración propia

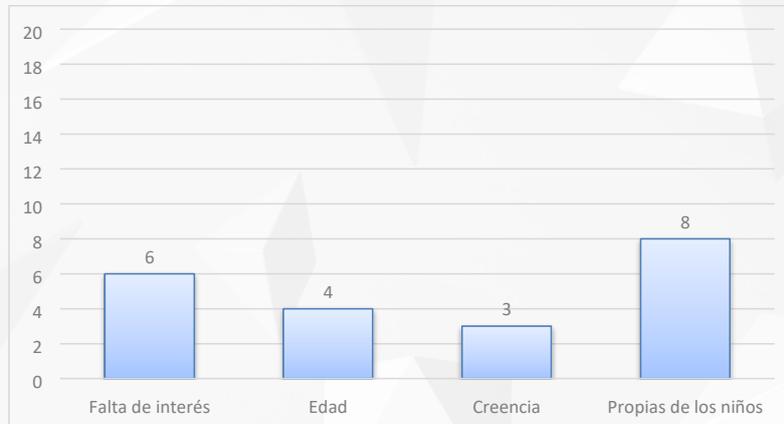
4.4. OBSTÁCULOS-INCONVENIENTES QUE PUEDE PRESENTAR LA ROBÓTICA EDUCATIVA

4.4.1. Alumnado

Con relación a los obstáculos e inconvenientes que puede presentar la robótica educativa, en el plano relativo al alumnado, los/as futuros/as maestros y maestras de educación primaria solo han realizado 21 intervenciones señalando que el uso de estos medios puede generar dificultades a los niños y las niñas (cada uno es diferente y tiene sus propios gustos), falta de interés, problemas respecto a su edad, ya que algunos discentes consideran que son aún muy peque-

ños/as para utilizar estas herramientas así como consideran que puede generar problemas de creencias en el alumnado (solo se aprende con el robot) citando las mismas 8, 6, 4 y 3 veces, respectivamente (figura 13).

Figura 13. Obstáculos con los que se puede encontrar el alumnado



Fuente: elaboración propia

4.4.2. Profesorado

En cuanto a los obstáculos que los futuros docentes consideran que puede encontrar el profesorado al utilizar esta herramienta dentro del aula destacan tres dimensiones: falta de tiempo, falta de formación y la propia creencia que ellos puedan tener sobre la robótica educativa. A pesar de esto, solo se han realizado 15 intervenciones en este apartado, como se refleja en la figura 14.

Figura 14. Obstáculos con los que se puede encontrar el profesorado

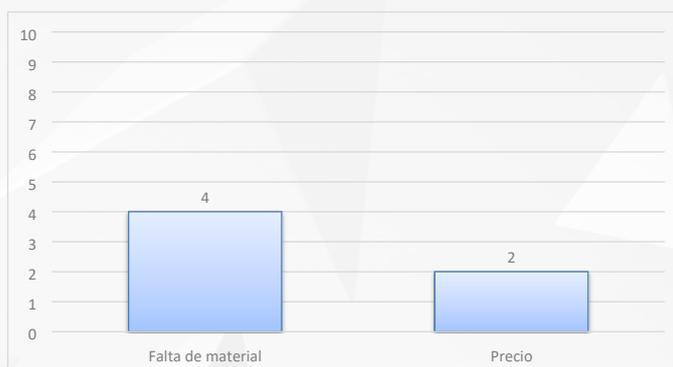


Fuente: elaboración propia

4.4.3. Infraestructura. Software

Respecto a las dificultades sobre la infraestructura, los resultados muestran que la falta de materiales y el precio de los mismos son los aspectos señalados por los futuros docentes. A pesar de ello, cabe destacar que solo se han realizado 6 consideraciones sobre este tema (Figura 15).

Figura 15. Dificultades a nivel de infraestructuras



Fuente: elaboración propia

4.4.4. Curriculares, Metodológicos y Contextuales

En cuanto a las dificultades relativas a los aspectos curriculares, metodológicos y contextuales, los/as futuros/as maestros/as de educación primaria han considerado que la robótica educativa utiliza materiales y contenidos difíciles de explicar (6 comentarios al respecto). Asimismo, la planificación y el diseño de las sesiones de robótica, se consideran otra dificultad. Finalmente y en menor medida, se ha señalado que no todos los contenidos pueden trabajarse con esta herramienta y que la opinión de los tutores legales puede ser contraria en cuanto al uso de estos materiales (Figura 16).

Figura 16. Dificultades curriculares, metodológicas y contextuales



Fuente: elaboración propia

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el presente estudio se ha analizado la opinión de 59 futuros/as maestros y maestras sobre el uso de la robótica educativa para la enseñanza de las matemáticas. Se presentan a continuación las respuestas a las preguntas de investigación planteadas.

5.1- ¿Cómo consideran los/as futuros/as maestros y maestras de educación primaria que se debe integrar la robótica en el currículo de educación primaria?

Con relación a los contenidos del currículo de educación primaria que se pueden impartir con esta metodología, los/as futuros/as maestros y maestras consideran que la resolución de problemas, geometría en el espacio, medida, números y programación son los contenidos más apropiados para trabajar por medio de la robótica. El contenido que consideran más trabajable es la geometría, seguida de la resolución de problemas.

En la resolución de problemas, se establece una conexión entre las directrices que debe seguir un robot para resolver una tarea y los pasos a seguir para resolver un problema, propuestos por Polya (1945, como se citó en Suárez *et al.*, en 2018). Las actividades realizadas con el robot generan elementos propios de la resolución de problemas. Esta conclusión coincide con la de autores/as como Suárez *et al.* (2018) y Reyes-Martínez y Aguilar-Magallón (2016).

Otro de los aspectos que integra la robótica en el currículo de educación primaria es el tipo de interacción que han mostrado los/as estudiantes con el robot. No es lo mismo limitarse a interactuar con el autómatas, que programarlo y manejarlo. De esta manera, se destacan las posibilidades que se generan al programar el robot. Se considera que al programar su secuencia, se refuerzan conceptos y conocimientos de manera multidisciplinar. Autores como Queiruga *et al.*, 2016, señalan que saber programar nos habilita para poder participar en un mundo cada vez más tecnológico, idea similar a la de Resnick (2008) y Díaz *et al.* (2012), coincidentes con la opinión de los/as futuros/as maestros y maestras.

Construir un robot es otro de los aspectos que más interés ha suscitado. El alumnado lo ve como una posibilidad de asimilar conceptos y trabajar en equipo. El mejor modo de aprender es construir su propio aprendizaje. Construir objetos apoyándose en la tecnología puede ser de gran utilidad, lo que coincide con la opinión de Ruiz-Velasco (2007).

Sobre los tipos de tareas utilizadas por los docentes para trabajar mediante la robótica, estas pueden ser dirigidas, semi-dirigidas y libres. La opinión de los/as futuros/as docentes es complementaria en este aspecto; aunque para la mayoría, trabajar debe de ser un proceso por descubrimiento, en el que el alumno trabaje libremente, para otros, las tareas deben de estar estructuradas o al menos semi-dirigidas. Se puede afirmar que los tres tipos de tareas son consideradas útiles para trabajar la asignatura de matemáticas por medio de la robótica educativa. En un estudio, Mesurado (2009) propuso realizar tareas estructuradas frente a desestructuradas a un grupo de alumnos y alumnas. Se demostró que los/as estudiantes que realizaron tareas estructuradas (dirigidas) tuvieron una experiencia más significativa que los/as que eligieron tareas desestructuradas (libres). En contraposición, en un estudio realizado por Sissa en 2020, un grupo de estudiantes de educación primaria trabajó contenidos geométricos mediante tareas exploratorias (semi-dirigidas). Los resultados demuestran que se consiguió estimular a los/as es-

tudiantes, generando actitudes muy positivas. Se puede deducir que lo importante no es el tipo de tareas que se utilicen, sino la motivación que se genere en los estudiantes.

5.2- ¿Qué tipo de utilidad o beneficio consideran los/as futuros/as maestros y maestras de educación primaria que genera la robótica educativa en el área de matemáticas?

Para responder a esta cuestión se han tenido en cuenta tres dimensiones: desarrollo de habilidades, comprensión de conceptos matemáticos y emociones que les producen.

El alumnado participante en el estudio considera que la robótica dentro del área de matemáticas es útil para desarrollar y trabajar habilidades como la resolución de problemas matemáticos, el desarrollo del niño/as y el fomento de la curiosidad e imaginación. *Mendoza-Hernández et al.* (2020) señalan estos conceptos como necesarios para una formación útil para el desarrollo de las competencias del alumnado del siglo XXI, idea concordante con la de Amor y Serrano (2018).

Respecto a la comprensión de conceptos matemáticos, la utilidad de la tecnología está muy latente en las repuestas de los/as estudiantes. Del mismo modo, la robótica no solo es considerada útil en el área de matemáticas, sino que se considera una herramienta multidisciplinar. La robótica ofrece amplias posibilidades para la integración de conocimientos, por ello no puede centrarse en una única área (*Chalmers et al.*, 2012; *Ribeiro et al.*, 2011; *Torales y Acosta*, 2015).

Finalmente, los/as futuros/as maestros y maestras consideran que la robótica produce un aumento del interés por la actividad académica, una mejora de la motivación y una promoción de la colaboración y del trabajo en equipo, siendo las tres dimensiones citadas en múltiples ocasiones por todos los/as participantes del estudio. Estos resultados coinciden con los de *Barker y Ansorger* (2017), *Mendoza-Hernández et al.* (2020) y *Pinto et al.* (2010).

5.3- ¿Cuáles son las implicaciones de la robótica educativa para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas según la opinión de los/as futuros/as maestros y maestras de educación primaria?

Las implicaciones relativas al uso de la robótica educativa para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas se ha dividido en cuatro apartados. El primero de ellos, aborda la interacción y el aprendizaje de las matemáticas, explicando como el robot actúa como mediador del aprendizaje de los/as estudiantes, como la robótica permite participar activamente en el aprendizaje y como puede mejorar la comunicación, tanto entre iguales como entre docentes y discentes. El aspecto más destacado de los anteriores es el relativo a la participación activa. Los/as futuros/as maestros y maestras han valorado este subapartado como el más representativo dentro de esta dimensión. Estos resultados coinciden con los de *Moreno et al.*, (2012) en cuyo proyecto demostraron que los estudiantes que utilizan la robótica aumentan su interés por la investigación y por la búsqueda de nuevos conocimientos, siendo partícipes de su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Asimismo, otra de las implicaciones de la robótica es que permite conectar lo real con lo abstracto, con acciones como un aprendizaje más práctico, manipulativo e incluso facilitando la

inclusión de contenidos que son más difíciles de abordar. Esta opinión coincide plenamente con las aportadas por Odorico (2003), Pinto *et al.*, (2010) y Muñiz-Rodríguez *et al.*, (2014).

Del mismo modo, otra de las implicaciones que consideran los/as futuros/as docentes es como la robótica ha producido un cambio en la forma de enseñar y aprender de los estudiantes. Con ella se utilizan estrategias de enseñanza diferentes, como es el caso del aprendizaje a través del juego. Los/as futuros/as maestros y maestras consideran que la robótica educativa permite aprender a través del juego. Los juegos son un recurso didáctico óptimo en el área de matemáticas, generando en los estudiantes múltiples posibilidades (Muñiz-Rodríguez *et al.*, 2014 y Larriva de Pallares y Murillo, 2018). La aplicación de la robótica es atractiva para los educadores permitiendo al niño/a aprender jugando (Torales y Acosta, 2015).

Aprender matemáticas genera sensaciones en el alumnado. El uso de la robótica educativa en esta asignatura, implica un aprendizaje más divertido y ayuda a los/as niños y niñas a perder el miedo a esta asignatura, dos ideas bastante señaladas y muy positivas para los estudiantes. Si aunamos las matemáticas con las TIC podremos generar beneficios tanto a estudiantes como docentes y progenitores (Marín-Díaz, 2012). Es necesario rediseñar los programas educativos para conseguir que los/as estudiantes pierdan el miedo a las matemáticas, utilizando nuevas estrategias de aprendizaje (Santaolalla, 2009). La opinión de los/as futuros/as docentes coincide con la de los autores mencionados.

5.4.- ¿Cuáles son para los/as futuros/as maestros y maestras de educación primaria los obstáculos o inconvenientes que puede presentar la robótica educativa al integrarse en la enseñanza de las matemáticas en la educación primaria?

A pesar de contar con muchos aspectos positivos, la robótica educativa también presenta una serie de obstáculos e inconvenientes que puede dificultar su uso en el aula. Estos obstáculos se han reagrupado en cuatro dimensiones: alumnado, profesorado, infraestructuras y curriculares, metodológicas y contextuales.

En lo relativo al alumnado, los/as futuros/as docentes consideran que los escolares pueden tener falta de interés hacia la robótica educativa así como encontrar dificultades. También consideran que la robótica solo es posible de aplicar en los últimos cursos de educación primaria o en la etapa de la educación secundaria, debido a que el alumnado de menor edad pueda tener dificultades e incluso consideran, una vez que conozcan esta disciplina, que solo quieran aprender mediante su uso. Torales y Acosta (2015) señalan que la robótica educativa puede trabajarse a partir de los 5 años de edad. En el estudio de Pina-Calafi en 2017, los/as estudiantes utilizan este tipo de metodología satisfactoriamente desde los 3 años de edad. En un trabajo llevado a cabo por Hervás *et al.*, (2018) es utilizada desde los 6 años, con resultados exitosos. Se puede considerar, que la edad del alumnado no supone un problema para trabajar esta metodología, siempre y cuando se adapten las estrategias y los recursos a utilizar.

Los obstáculos que pueden encontrar los/as docentes van desde su propia creencia, pues no todos considerarán las bondades de la robótica, hasta la falta de tiempo, sin olvidar la falta de formación previa sobre el tema tratado. Es necesario formar en robótica educativa a los/as futuros/as maestros y maestras de primaria, así como en las TIC, desde la etapa universitaria

para que puedan estar suficientemente preparados para integrar la robótica en sus clases. Esta idea concuerda con la de autores/as como Hervás *et al.*, (2018), Marín y Romero, (2009) y Silva y Astudillo (2012).

Para trabajar con robots es necesario contar con un mínimo de materiales. Los participantes en este estudio concluyen que muchos centros escolares no cuentan con el material suficiente para poder trabajar con robots, debido al precio de los materiales, por ello lo consideran otro de los obstáculos a la hora de poder llegar a con robots. Adquirir herramientas para el uso de la robótica supone una gran inversión económica y no todos los centros cuentan con un mínimo de presupuesto necesario (Hervás *et al.*, 2018; Vega-Moreno *et al.*, 2016)

Finalmente, se han considerado dificultades de tipo curricular, metodológicas y contextuales. Algunos de los/as estudiantes participantes en el estudio consideran que no todos los contenidos se pueden trabajar por medio de la robótica educativa. La inclusión de la robótica necesita de una planificación y diseño, la cual no para todos los docentes es productiva. También consideran que algunos contenidos de la robótica son demasiado complejos, por ello creen que algunos/as docentes la declinarían en sus sesiones. El último aspecto a tener en cuenta es la opinión de los padres y madres o tutores/as de los/as estudiantes. Los/as futuros/as maestros/as consideran que algunos padres y madres podrían no estar de acuerdo con esta metodología, lo que dificultaría su trabajo.

5.5.- Limitaciones del estudio

La principal limitación del estudio ha sido el tamaño de la muestra, debido a que no se ha podido contar con un gran número de sujetos. Esto nos lleva a no poder generalizar los resultados obtenidos a toda la población. Al tratarse de un estudio piloto, la información recopilada puede ser de utilidad para poder seguir investigando sobre el mismo tema. Una propuesta de mejora para una futura investigación sería ampliar la muestra y llevar el estudio a cabo en distintas facultades de educación, con el objetivo de comprobar si los resultados muestran diferencias o son similares.

5.6.- Futuras líneas de investigación

Para la realización de futuros trabajos sería conveniente valorar el grado de participación de los/as estudiantes en las sesiones previas a la contestación de las cuestiones planteadas. Esto podría llevar a apreciar el grado de participación o de satisfacción que han mostrado en los seminarios de clase, llevándonos a estudiar estrategias de mejora de la participación y la motivación. Se considera que aún existen obstáculos como la falta de conocimientos previos de los/as futuros/as maestros y maestras sobre robótica educativa en general, y sobre sus aplicaciones a la enseñanza de las matemáticas. Una vez analizados estos factores se podría llevar a cabo un estudio comparativo para analizar si la opinión que tenían estos/as alumnos y alumnas se ha modificado una vez que han tenido mayor formación sobre el tema tratado e incluso volver a analizar la opinión de los sujetos pasado un tiempo, una vez que ya ejerzan como docentes y puedan aplicar esta metodología en clase con sus estudiantes.

6. REFERENCIAS

- Amor, M.A. y Serrano, R. (2018). Análisis y Evaluación de las Competencias Genéricas en la Formación Inicial del Profesorado. *Estudios pedagógicos*, 44(2). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052018000200009>
- Aristizabal, P., Gamito, R., Elcoro, A., Corres, I. y León, I. (2019). *Robótica educativa en la formación inicial del profesorado. Innovación y tecnología en contextos educativos*, 260-268.
- Barker, B.S. y Ansorge, J. (2017). Robotic as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of research on technology in education*, 39(3), 229-243. <https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782481>
- Barreto, F. (2010). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58, 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Caballero-González, Y.A. y García-Valcárcel, A. (2020). ¿Aprender con robótica en Educación Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education in the Knowledge Society* 21, 10. <https://doi.org/10.14201/eks.21443>
- Cabello-Ochoa, S. y Carrera-Farran, F.X. (2017). Diseño y validación de un cuestionario para conocer las actitudes y creencias del profesorado de educación infantil y primaria sobre la introducción de la robótica educativa en el aula. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa* 60, 1-22. <https://doi.org/10.21556/edutec.2017.60.871>
- Carvalho, J.L., Luengo, R., Casas, L.M. y Cubero, J. (2018). Para estudiar, ¿mejor el libro impreso o el libro digital?: un estudio exploratorio de naturaleza cualitativa. *Atas - Investigação Qualitativa em Educação*, 1, 119-129.
- Castledine, A.R. y Chalmers, C. (2010). LEGO Robotics: An authentic problem solving tool? *Design and Technology Education: An International Journal*, 16 (3), 19-27.
- Chalmers, C., Chandra, V., Hudson, S. y Hudson, P. (1 de julio de 2012). Preservice teachers teaching technology with robotics [ponencia]. *Annual Australian Teacher Education Association (ATEA) Conference*, Adelaide, Australia.
- Córdoba, F., Ortega, R., Rodríguez, A.J. (2005). La formación inicial del profesorado de educación secundaria: un estudio en curso. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2 (1), 663-672.
- Costa, A., Sánchez-Gómez, M.C. y Martín-Cilleros, M.V. (2017). *La práctica de la investigación cualitativa: ejemplificación de estudios*. Ludomedia.
- Díaz, J., Banchoff, C., Martin S. y López, F. (14 de noviembre de 2012). Aprendiendo a programar con juegos y robots [ponencia]. *Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (EDUTEC)*, Las Palmas de Gran Canaria, España.
- Felicia, A., Sharif, S. (2017). Robotics in Education: An Overview. *International Journal on E-Learning Practices (IJELP)*, 1-12.
- González, C., Escalante, M. y García, M. (2014). Análisis comparativo de dos formas de enseñar Matemáticas Básicas: Robots LEGO NXT y animación con Scratch. *Researchgate*. 1-8.

González, J., Morales, I., Muñoz, L., Nielsen, M. y Villarreal, V. (29 de agosto de 2019). Mejorando la enseñanza de la matemática a través de la robótica [ponencia]. *Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil (AmITIC)*, Pereira, Colombia.

González, M. (1995). *Formación docente: perspectivas desde el desarrollo del conocimiento y la socialización profesional*. PPU.

Hervás, C., Ballesteros, C. y Corujo, M.C. (2018). La robótica como estrategia didáctica para las aulas de Educación Primaria. *Revista Educativa Hekademos*, 24, 30-40.

Johnson, J. (2003). Children, robotics and education. *Artif Life Robotics* 7, 16–21. <https://doi.org/10.1007/BF02480880>

Jung, S.E. y Won, E.S. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905. <https://doi.org/10.3390/su10040905>

Khanlari, A. y Mansour, F. (23 de junio de 2015). Using Robotics for STEM Education in Primary/Elementary Schools: Teachers Perceptions [ponencia]. *The 10th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE)*, Cambridge, Reino Unido.

Kukey, E., Gunes, H. y Genc, Z. (2019). Experiences of classroom teachers on the use of hands-on material and educational software in math education. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*. 11(1), 74-86. DOI: 10.18844 / wjet.v11i1.4010

Larriva de Pallares, M. y Murillo, M. (2018). El uso de juegos didácticos para el aprendizaje de la matemática en las escuelas primarias. *Revista científica Centros*, 8(1), 144-166.

León, J.I., Chávez, A. y Santos, O.C. (2018). Aplicación de la robótica educativa WEDO y su incidencia en la mejora de los aprendizajes de matemáticas. *Cultura viva Amazónica. Revista de investigación científica*, 2, 75-82. <https://doi.org/10.37292/riccva.v3i02.111>

Llinares, S. (2007, 5 de julio). Formación de profesores de matemáticas. Desarrollando entornos de aprendizaje para relacionar la formación inicial y el desarrollo profesional [ponencia]. *XIII Jornadas de Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas (JAEM)*, Granada, España.

Marín-Díaz, V. (2012). Matemáticas y TIC, juntas pero no revueltas. *Edmetic, Revista de Educación Mediática y TIC*, 1 (2), 1-3. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v1i2.2847>

Marín, V. y Romero, M.A. (2009). La formación docente universitaria a través de las TICS. *Revista de Medios y Educación*, 35, 97-103.

Mendoza-Hernández, L.E., Alarcón-Acosta, H. y Monroy-González, L.A. (2020). La robótica como recurso educativo para desarrollar las competencias del alumnado en el siglo XXI. *UNO Sapiens*, 3(5), 5-11.

Mesurado, B. (2009). Actividad estructurada vs. Actividad desestructurada, realizadas en solitario vs. En compañía de otros y la experiencia óptima. *Anales de psicología*, 25 (2), 308-315.

Moreno, I., Muñoz, L., Rolando, J., Quintero, J., Pittí, K. y Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. Teoría de la Educación. *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 74-90. DOI:10.14201/eks.9000

- Muñiz-Rodríguez, L., Alonso, P. y Rodríguez-Muñiz, L.J. (2014). El uso de los juegos como recurso didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas: estudio de una experiencia innovadora. *Revista Iberoamericana de educación matemática*, 39, 19-33.
- Murcia, E. y Henao, J.C. (2017). Resultados preliminares de la estrategia de uso de dispositivos robóticos en la enseñanza de las matemáticas. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 21, 95-102. <https://doi.org/10.31908/19098367.3287>
- Odorico, A.H. (2005). La robótica desde una perspectiva pedagógica. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 2 (5), 33-48.
- Pina-Calafi, A., Pérez, S. y Castellano-Pérez, G. (2017). *Propuestas de Innovación Educativa en la Sociedad de la Información*. Adaya Press.
- Pinto, M.L., Barrera, N. y Pérez, W.J. (2010). Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza. *I+D*, 10 (1), 15-23.
- Queiruga, C., Banchoff, C., Martin, S., Aybar, V. y López, F. (2016, 14 de abril). Programar en la escuela [ponencia]. *XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC)*, Entre Ríos, Argentina.
- Ramos, L.A; Casas; L.M.; Carvalho, J.L. (2019). Análisis de Contingencias y Redes Asociativas Pathfinder: herramientas para un estudio cualitativo de las dificultades en la enseñanza del Álgebra. *Indagatio Didactica*, 11 (3). <https://doi.org/10.34624/id.v11i3.4957>
- Resnick M. (2008). Sowing the Seeds for a More Creative Society. *Learning & Leading with Technology*, 35(4), 18-22.
- Reyes-Martínez, I. y Aguilar-Magallón, D.A. (2016). Escenarios de aprendizaje y el uso sistemático de tecnologías digitales en ambientes de resolución de problemas. *Technology*, 1495-1508.
- Ribeiro, C., Coutinho, C. y Costa, M.F. (2011). *A Proposal for the Evaluation of Educational Robotics in Basic Schools*. Department of Curriculum Studies and Educational Technology, Institute of Education, University of Minho, Portugal, 831-839. <https://doi.org/10.21125/iceri.2019.2592>
- Rico, L. (2004). Reflexiones sobre la formación inicial del profesor de matemáticas de secundaria. *Profesorado, revista de currículum y formación del profesorado*, 8 (1), 1-15.
- Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Ediciones Díaz de Santos.
- Santaolalla, E. (2009). Matemáticas y estilos de aprendizaje. *Revista estilos de aprendizaje*, 4 (2), 56-69.
- Savard, A. y Highfield, K. (2015, 13 de julio). Teachers' talk about Robotics: Where is the Mathematics? [ponencia]. *38th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, Sunshine Coast, Australia.
- Silva, J.E. y Astudillo, A.V. (2012). Inserción de TIC en la formación inicial docente: barreras y oportunidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58 (4), 1-11. <https://doi.org/10.35362/rie5841412>

Sissa, W.A. (2020). *Tareas exploratorio-investigativas en el desarrollo del pensamiento geométrico* (Trabajo Final de Grado), Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, Tunja.

Suárez, A., García, D., Martínez, P.A. y Martos, J. (2018). Contribución de la robótica educativa en la adquisición de conocimientos de matemáticas en la Educación Primaria. *Magister*, 30 (1), 43-54. DOI: <https://doi.org/10.17811/msg.30.1.2018.43-54>

Torales, M.C. y Acosta, C.Z. (2015). Estudio y aplicación de la robótica didáctica. *Revista Científica Estudios e Investigaciones*, 4 (1), 99-113.

Vagi, R.L., Pivovarova, M. y Barnard, W. (2019). Dynamics of preservice teacher quality. *Teaching and Teacher Education*, 85, 13-23. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.06.005>

Vega-Moreno, D., Cufí, X., Rueda, M. J. y Llinás, D. (2016). Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, 162-175.

Vinesh, C. (2010). Teaching and learning mathematics with robotics in middle-years of schooling. *Envisioning the Future: The Role of Curriculum Materials and Learning Environments in Educational reform*, 19-30.

Zhong, B. y Xia, L. (2018). A Systematic Review on Exploring the Potential of Educational Robotics in Mathematics Education. *International Journal of Science and Mathematics Education* 18, 79-101. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y>