

UNIVERSIDAD DE BURGOS
FACULTAD DE EDUCACIÓN



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN E
INNOVACIÓN EDUCATIVAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2023/2024

**ROBÓTICA Y EDUCACIÓN STEM INTEGRADA:
CONSISTENCIA ENTRE TEORÍA Y PRÁCTICA EN
ESPAÑA**

Miguel Ángel Merino Fernández

Director: Jairo Ortiz Revilla

Índice

Resumen.....	2
1. Introducción.....	4
2. Encuadre teórico	7
2.1. Educación STEM integrada y Robótica Educativa	7
2.2. Características de las propuestas didácticas con educación STEM integrada a través de la Robótica Educativa (RE)	12
2.2.1. Características que presentan las propuestas STEM con RE en Educación Primaria (EP).....	12
2.2.2. Características que presentan las propuestas STEM con RE en Educación Secundaria Obligatoria (ESO).....	14
3. Metodología	17
3.1. Revisión sistemática de las buenas prácticas	17
4. Resultados.....	22
4.1. Buenas prácticas en España en EP.....	23
4.2. Buenas prácticas en España en ESO	24
5. Discusión.....	25
5.1. Análisis de la consistencia teórica y práctica en ESO	25
5.2. Análisis de la consistencia teórica y práctica en EP	35
6. Conclusiones.....	39
7. Referencias bibliográficas	41
Anexos	65
1. Diagrama de flujo de la Revisión Sistemática	65
2. Ejemplos de buenas prácticas abordadas en España en Educación Secundaria Obligatoria (ESO).....	66
3. Ejemplos de buenas prácticas abordadas en España en Educación Primaria (EP).....	113
4. Anexo de sostenibilización curricular.....	149

Resumen

La implementación de la educación STEM integrada junto a la robótica educativa (RE) tanto en la Educación Primaria (EP) como en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) se configuran como temas de máximo interés educativo, por lo que resulta necesaria la investigación de sus postulados teóricos y prácticos. Se muestra una revisión sistemática de las características que presentan las buenas prácticas que implementan ambos enfoques educativos en España tanto en EP como en ESO. Se describe el proceso de recopilación y se discute la consistencia teórica y práctica de las características de las buenas prácticas a la luz de la literatura científica mundial. Se obtiene de la etapa de EP la importancia de emplear el aprendizaje cooperativo y colaborativo junto al aprendizaje basado en proyectos (ABP), mediante el uso de robots construibles y programables como Lego Mindstorms o fabricados con material de bajo coste. Además, se extrae una implementación coherente de la educación STEM integrada, debiéndose mejorar la inclusión educativa. Respecto a la etapa de ESO destaca el uso del aprendizaje cooperativo y colaborativo junto con el ABP y la implementación robusta de la educación STEM integrada, aconsejándose el uso de la indagación científica y del proceso de diseño de ingeniería mediante el empleo de modelos integrados. Destaca el uso coherente del kit Lego Mindstorms, incluyéndose como mejora el uso de robots contruidos con material de bajo coste. Adquiere vital relevancia el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo, pensamiento crítico y resolución de problemas, favoreciéndose a través de la participación del alumnado en torneos de RE. Por último, se deben mejorar aspectos como la igualdad de género y la inclusión educativas. Se configuran como futuras líneas de investigación el estudio de las buenas prácticas abordadas en Europa o el mundo a través de la educación STEAM integrada y la RE.

Palabras clave

Robótica Educativa, Educación STEM integrada, Revisión Sistemática, Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria, Metodologías activas.

Abstract

The implementation of integrated STEM education together with educational robotics (ER) in both Primary Education (PE) and Compulsory Secondary Education (CSE) are topics of great educational interest, which is why it is necessary to investigate their theoretical and practical postulates. A systematic review of the characteristics of good practice in implementing both educational approaches in Spain in both PE and CSE is presented. The compilation process is described and the theoretical and practical coherence of the characteristics of good practice in the light of the world scientific literature is discussed. The importance of using cooperative and collaborative learning together with project-based learning (PBL), using constructible and programmable robots such as Lego Mindstorms or made with low-cost materials, is obtained from the PE stage. In addition, a coherent implementation of integrated STEM education is also highlighted, and educational inclusion needs to be improved. Regarding the CSE stage, the use of cooperative and collaborative learning together with PBL and the robust implementation of integrated STEM education stand out, advising the use of scientific enquiry and the engineering design process using integrated models. The consistent use of the Lego Mindstorms kit is emphasised, including as an enhancement the use of robots constructed from low-cost materials. The development of teamwork, critical thinking and problem-solving skills is of vital importance, and is encouraged through pupils' participation in ER tournaments. Finally, aspects such as gender equality and educational inclusion should be improved. Future lines of research include the study of good practices addressed in Europe and the world through integrated STEAM education and ER.

Keywords

Educational Robotics, Integrated STEM Education, Systematic Review, Primary Education, Compulsory Secondary Education, Active Methodologies.

1. Introducción

Actualmente la enseñanza de las ciencias está evolucionando mundialmente de manera exponencial hacia paradigmas didácticos como la educación STEM integrada, la cual busca abordar prácticas de aula que conecten las cuatro disciplinas que integra (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por sus siglas en inglés) de manera coherente con las reformas curriculares contemporáneas (Martín-Páez et al., 2019; Ortiz-Revilla et al., 2022). Esto tiene como objetivo favorecer la alfabetización de los estudiantes en las distintas disciplinas que engloba, integrando sus conocimientos de manera interrelacionada (Bybee, 2013), así como mejorar su actitud hacia estas disciplinas STEM (Toma y Greca, 2018). En este sentido, la educación STEM construye conocimientos significativos, mediante la generación de experiencias que involucren al alumnado en el interés por las prácticas científicas (National Research Council [NRC], 2011).

Se debe añadir que en el actual currículo educativo español (Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación) se configura como indispensable en el perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica tanto para la Educación Primaria (EP) (Anexo I del Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria), como para la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) (Anexo I del Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria), la adquisición y desarrollo de ocho competencias clave, destacándose en este caso por su relación intrínseca con la educación STEM integrada, la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, también denominada STEM. Aunque en el actual sistema educativo español siguen existiendo dificultades curriculares para poder abordar propuestas didácticas a través de la educación STEM integrada, ya que existe una separación muy específica por área que dificulta la interdisciplinariedad (Ferrada et al., 2023). Atendiendo al Decreto 38/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación primaria en la Comunidad de Castilla y León, así como al Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad

de Castilla y León, se ha incorporado el aprendizaje interdisciplinar desde el área o materia, lo que demuestra la importancia que está adquiriendo el aprendizaje integrado en España.

Se ha de mencionar la relevancia que está conformando actualmente la Robótica Educativa (RE) en cualquier sistema educativo. A todo esto, en palabras de Nemiro et al. (2015) y Marrero (2019), el uso de robots en las propuestas didácticas permite integrar áreas como la mecánica, la ingeniería, la informática y la electrónica, favoreciendo las bases del pensamiento computacional y la programación informática. Según Sánchez-Sánchez et al. (2020), la RE tiene como objetivo generar “aprendizajes significativos en los estudiantes, de manera interdisciplinar y holística, para tratar de desarrollar habilidades de resolución de problemas en equipo” (p. 142). Debido a esto, actualmente la RE está adquiriendo relevancia notoria en los currículos educativos, lo cual se constata en el sistema educativo español actual tanto en la etapa de EP como de ESO. Respecto a la etapa de EP en España, el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, especifica la incorporación de la RE en las áreas obligatorias de matemáticas (bloque de contenidos relativo al pensamiento computacional) y ciencias de la naturaleza (proyectos de diseño y pensamiento computacional). Hay que agregar que en la etapa de ESO en España se ha integrado la RE en su Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por medio de la materia de Tecnología y Digitalización, abordándose el bloque de contenidos relativo al pensamiento computacional, automatización y robótica de manera obligatoria en al menos uno de los cursos de 1º a 3º de ESO. También se ha de destacar la inclusión en el Decreto 39/2022, de la materia de Control y Robótica de manera optativa en el tercer curso de ESO en el currículo de Castilla y León.

En este sentido, se abordan diferentes propuestas educativas que implementan la RE en España. González y Redondo (2013) crearon el robot educativo ‘AlToy’, con el objetivo de favorecer la competencia lingüística, social y comunicativa del alumnado. Merino-Fernández et al. (2023) han integrado la RE en 5º de EP en España, con el objetivo de favorecer la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y las ciencias de la naturaleza, mediante la creación y programación de una catapulta robótica, usando el material LEGO WeDo 2.0. Sánchez-Sánchez et al. (2020) implementaron el robot LEGO WeDo 2.0. en un aula de 6º de EP en España,

para construir y programar animales vertebrados, constatándose un aumento y mejora del interés, motivación y cooperación del alumnado.

En relación con estas prácticas educativas, la RE ha adquirido una gran repercusión en España, surgiendo en 2006 iniciativas como la First Lego League (FLL). Sánchez-Sánchez et al. (2020) especificaron que la FLL consiste en una competición de RE dirigida a alumnado entre 10 y 16 años, en la que deben resolver una situación problematizada relacionada con el mundo real, mediante la construcción y programación de un robot usando la tecnología Lego Education Mindstorms. También cabe destacar la FLL Junior dirigida a estudiantes entre 6 y 9 años, empleando el kit Lego WeDo 2.0.

Cabe señalar la existencia de diversos estudios bibliográficos que han investigado diferentes aspectos sobre la educación STEM junto a la RE.

Ferrada-Ferrada et al. (2020) llevaron a cabo una revisión sistemática con el objetivo de investigar aquellos artículos que abordan la educación STEM junto a la RE en EP globalmente. Amo et al. (2021) abordaron una revisión sistemática sobre las metodologías didácticas implementadas en la enseñanza-aprendizaje de la RE tanto en EP como en ESO desde 2015 hasta 2020 a nivel global. Sun et al. (2023) han realizado una revisión sistemática en la que investigan el rol que tiene la tecnología (incluyendo la RE entre otras) en la educación STEM tanto en EP como en ESO de 2015 a 2023 en todo el mundo, obteniéndose que no se encontró ningún estudio abordado en España. Sapounidis et al. (2023) realizan un estudio de revisión sistemática con el objetivo de extraer las características y los efectos producidos por la RE y la educación STEM en los conocimientos, habilidades y actitudes del alumnado de EP en el ámbito mundial. Silva-Díaz et al. (2022) abordan un análisis bibliométrico sobre el uso de tecnologías emergentes, como la RE, en la enseñanza-aprendizaje de la educación científica y la educación STEM/STEAM en ESO entre 2010 y 2020 a nivel mundial. Y, por último, Tselegkaridis y Sapounidis (2022) han desarrollado una revisión sistemática sobre las características que presentan los estudios que abordan la RE y la educación STEM en la EP también en el ámbito global.

De lo anteriormente expuesto se puede observar que existe un bagaje previo sobre revisiones sistemáticas y estudios bibliométricos que engloban la educación STEM

junto a la RE tanto en EP como en ESO, abordándose en su totalidad investigaciones en el ámbito global. Por ello, el objetivo principal de esta revisión sistemática consiste en determinar las características que presentan las buenas prácticas en educación STEM integrada y RE en España, comparándolas y discutiéndolas con otros estudios tanto teóricos como prácticos que se abordan mundialmente tanto en EP como en ESO. Destaca que actualmente no se ha encontrado en la literatura científica una investigación educativa que aborde dichos aspectos, por lo que se considera relevante analizar la consistencia teórica y práctica de las buenas prácticas abordadas en España, para poder detectar potenciales mejoras.

A continuación, se muestran los objetivos propuestos en la investigación:

- Recopilar y analizar las características de las buenas prácticas y de los estudios que abordan la educación STEM integrada junto a la RE tanto para EP como para ESO. Por un lado, se atiende a la literatura científica mundial y, por otro lado, a las buenas prácticas implementadas y evaluadas en España.
- Discutir la consistencia teórica y práctica entre las características de las buenas prácticas recogidas en España y las de otras prácticas y estudios a nivel mundial.
- Reflexionar sobre posibles mejoras en las buenas prácticas en España.

2. Encuadre teórico

2.1. Educación STEM integrada y Robótica Educativa

La palabra STEM se refiere a un acrónimo formado por las siglas en inglés de cuatro disciplinas: Science (ciencia), Technology (tecnología), Engineering (ingeniería) y Mathematics (matemáticas) (Ortiz-Revilla et al., 2020). Se define la educación STEM integrada como un enfoque pedagógico que tiene el objetivo didáctico de integrar varias de estas disciplinas o áreas curriculares intencionalmente con el fin de resolver problemas del mundo contemporáneo (Sanders, 2008). La educación STEM integrada tiene la misión de preparar al alumnado para resolver problemas socialmente relevantes mediante el uso de habilidades prácticas como la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, el trabajo en equipo, la

comunicación de resultados, etc. (Quigley y Herro, 2016; Theodoropoulou et al., 2023). Es esencial implementar la educación STEM integrada a través del empleo de metodologías activas e inclusivas como la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, el proceso de diseño en ingeniería y el aprendizaje basado en proyectos, entre otros, con el fin de favorecer la alfabetización científica del alumnado y desarrollar su aprendizaje competencial (Ortiz-Revilla et al., 2020; Ortiz-Revilla et al., 2022).

Se ha de considerar la RE junto a la programación informática como una herramienta didáctica que favorece las interacciones prácticas tanto del alumnado de ESO como de EP a través de la construcción activa (Sáez-López y Buceta-Otero, 2023). La RE consiste en un instrumento didáctico que aborda el docente en las aulas por medio de la implementación de robots en el proceso educativo, con el fin de favorecer el desarrollo cognitivo, individual, de trabajo en equipo, así como su creatividad e imaginación (Eguchi, 2014; Floroiu et al., 2019; Theodoropoulou et al., 2023). Para ello, es importante establecer marcos didácticos como el construccionismo, por el cual el alumnado diseña y construye artefactos (Papert, 1980). Esto tiene el objetivo de mejorar aspectos como la resolución de problemas, el pensamiento lógico, el aprendizaje de las matemáticas, etc. (Sáez-López y Buceta-Otero, 2023).

Cabe destacar que la RE favorece el aprendizaje de las disciplinas STEM en contextos de enseñanza-aprendizaje prácticos, divertidos y motivantes, a través de la comunicación, cooperación y colaboración, resolución de problemas, pensamiento crítico y toma de decisiones (Karalekas et al., 2023; Üçgöl y Altıok, 2022). Además, permite un enfoque integrado en el que se complementan diferentes áreas disciplinares (Arís y Orcos, 2019), favoreciendo el aprendizaje de principios científicos (la energía, la fuerza y la hidráulica) e ingenieriles (algoritmos, diagrama de flujo) (Caspi et al., 2023).

La RE se presenta como un método eficaz para el estudio de áreas como la ciencia, la tecnología y la ingeniería, adquiriendo hoy en día una gran relevancia debido a las exigencias actuales que requieren de profesiones relacionadas con la creación, programación e implementación de robots (Gdansky et al., 2020). Abordar la RE en el aula favorece la introducción de tecnología educativa, la cual permite la

resolución de problemas lógicos y de diseño (Valko y Osadchyi, 2021). Mediante la implementación de actividades de robótica en el aula se promueve el pensamiento computacional, el diseño y el sentido crítico (Bernstein et al., 2022). A través del uso de propuestas didácticas que integran diversas disciplinas STEM junto a la RE, el alumnado de ESO que no ha seleccionado asignaturas de índole científico-tecnológico tiene la oportunidad de acceder a experiencias de innovación tecnológica (Bernstein et al., 2022). Mediante la implementación de estas propuestas STEM integradas, se genera la adquisición de habilidades de búsqueda, aplicación y expresión de diferentes conocimientos disciplinares a través de la RE (Bernstein et al., 2022).

Se han de considerar otras actividades extracurriculares que usan la RE de las que destacan los clubes y competiciones de robótica, demostrándose que el alumnado mejora su actitud hacia la ciencia, así como el pensamiento sistémico, la toma de decisiones, la flexibilidad y la autorregulación (Galino y Tanaka, 2021).

En palabras de Amo et al. (2021), Esposito (2017), Bezerra Junior et al. (2018) y Tzagkaraki et al. (2021), la RE es congruente con el uso de metodologías activas que promueven las disciplinas STEM, tales como: el *learning by doing*, el Aprendizaje Cooperativo y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Atendiendo a Chang y Chen (2020), la RE se configura como una herramienta muy válida para abordar modelos de aprendizaje como el interdisciplinar, por el cual se integran diferentes disciplinas STEM.

En la actualidad existe un escaso interés de los estudiantes en cuanto a los ámbitos STEM, lo que ha propiciado que se hayan incluido herramientas innovadoras como la RE para favorecer la actitud hacia estas disciplinas (Reid et al., 2019). Aunque se han observado dificultades derivadas de su implementación, tales como la inadecuación de dichos recursos a las diferentes edades/niveles educativos, falta de materiales dirigidos a la impartición de determinados contenidos y recursos robóticos poco asequibles (Reid et al., 2019), por lo que es necesario seguir mejorando estos aspectos para proveer de recursos a los centros y de formación a los docentes.

Ponce et al. (2022) han extraído que la implementación de la RE generó un aumento de la atención y motivación en alumnado de EP con un bajo rendimiento

académico. Julià y Antolí (2016) concluyeron de su investigación que la RE mejoró las habilidades espaciales en alumnado de 6º de EP en España. Nemiro et al. (2015) abordaron la RE con estudiantes de 4º a 6º de EP para mejorar el rendimiento en matemáticas, fomentar el interés por las disciplinas STEM y desarrollar el pensamiento creativo. Marzoli et al. (2021) implementaron un proyecto interdisciplinar mediante el uso del microcontrolador Arduino, integrando diversas asignaturas de ESO, como física e informática.

Hay que mencionar que los docentes de EP suelen tener menos predisposición, así como actitudes más negativas sobre la implementación de la RE que su contraparte de ESO (Pusceddu et al., 2022). Pusceddu et al. (2022) han llevado a cabo un estudio sobre el uso de la robótica humanoide junto a metodologías innovadoras, obteniéndose que cuanto más familiarizados estén los docentes con la RE mayores esfuerzos se generarán por abordarla en el aula, mediante el uso de metodologías didácticas más innovadoras y activas.

Mizanoor Rahman (2021) abordó un estudio por el que se formó a 20 docentes de matemáticas y 20 de ciencias en el diseño, desarrollo y puesta en práctica de la RE en 20 institutos de ESO, extrayéndose que la RE favoreció la proactividad del alumnado, el aprendizaje experimental e interdisciplinar, el conocimiento de los contenidos, así como las actitudes y aptitudes tanto sociales como conductuales, sociales y cognitivas. Naya-Varela et al. (2023) han implementado la RE en estudiantes de ESO y bachillerato como recurso de enseñanza-aprendizaje de la inteligencia computacional y artificial mediante el uso de robots autónomos, favoreciendo la resolución de retos. Para ello, se han abordado actividades de reciclaje autónomo, de vigilancia colectiva y de sistemas de aparcamiento autónomo, obteniéndose que se logró un gran nivel de adquisición de los objetivos didácticos.

Determinados estudios como el de Tselegkaridis y Sapounidis (2022) han constatado que la educación STEM mediante la RE favorece la enseñanza de disciplinas STEM, de la historia, del lenguaje y la argumentación, etc. Por otro lado, García-Carrillo et al. (2021) llevaron a cabo un estudio en EP del que obtuvieron que la educación STEM junto a la codificación y la RE favorecieron la adquisición de un mismo contenido tratado desde diversos enfoques, además del trabajo en

equipo, el pensamiento crítico, la autonomía y la selección de la información más relevante con el fin de resolver problemas de la vida cotidiana.

Ferrada-Ferrada et al. (2021) llevaron a cabo una intervención didáctica con educación STEM a través de la RE en 5º y 6º de EP, mediante la cual el alumnado usó el robot mBot programándole mediante la aplicación Makeblock órdenes de movimiento, de velocidad, de encendido de las luces, de giros y ángulos. Posteriormente, se abordó una encuesta de satisfacción en la que el alumnado valoró muy positivamente la aplicación de las disciplinas STEM en el proyecto, su organización, las actividades realizadas y el uso de recursos interactivos.

Por su parte, Ruiz-Vicente et al. (2020) diseñaron, implementaron y evaluaron un proyecto STEAM junto a la RE en un aula de 5º de EP en España. El alumnado tuvo el objetivo de construir el tablero de una ciudad sostenible, programando un robot para que se moviera y activase sus elementos. Los resultados de dicha investigación indican que se mejoró considerablemente el rendimiento, interés y motivación del alumnado. Por otro lado, de Vink et al. (2023) han llevado a cabo un estudio sobre la enseñanza de la RE en EP a través de la enseñanza entre iguales por medio de 4 alumnos de ESO, con el objetivo de investigar las actitudes del alumnado hacia las disciplinas STEM, los resultados de aprendizaje y la interacción entre el alumnado y profesorado. A todo esto, se extrajo que las actitudes del alumnado hacia la ingeniería y la tecnología mejoraron considerablemente, aunque disminuyeron las actitudes del género femenino hacia las matemáticas y aumentaron las del masculino. Sapounidis et al. (2023) destacan el impacto positivo que tiene la educación STEM a través de la RE en los conocimientos, actitudes y habilidades del alumnado de EP, siendo estas últimas las más beneficiadas.

La RE tanto en EP como en ESO favorece el pensamiento crítico y analítico, habilidades de razonamiento, de autoconfianza, de pensamiento lógico, de metacognición, habilidades STEM, habilidades de indagación, de pensamiento computacional, de aprendizaje autónomo, de autoconfianza, orientadas al proceso, conocimientos de ingeniería, etc. (Bano et al., 2023). Además, la RE permite integrar contenidos relacionados con la música, el arte, los estudios sociales, la danza, etc. (Scaradozzi et al., 2020).

2.2. Características de las propuestas didácticas con educación STEM integrada a través de la Robótica Educativa (RE)

A continuación, se explicitan una serie de características recurrentes observadas en las propuestas didácticas que implementan la educación STEM integrada junto a la RE, tanto en EP como en ESO a nivel mundial.

2.2.1. Características que presentan las propuestas STEM con RE en Educación Primaria (EP)

a. Metodologías activas:

Respecto a las metodologías activas que se implementan recurrentemente en EP a través de la educación STEM integrada y la RE, destaca el aprendizaje basado en problemas y retos (Chao et al., 2023; Coufal, 2022; García-Tudela y Marín-Marín, 2023; Scaradozzi et al., 2020; Siouli et al., 2019), el aprendizaje basado en proyectos (ABP) (Coufal, 2022; Hu et al., 2023; Ruiz-Vicente et al., 2020; Scaradozzi et al., 2020) y sobre todo, el aprendizaje colaborativo y cooperativo (Andić et al., 2024; Chao et al., 2023; Coufal, 2022; Hu et al., 2023; Lindsay y Hounsell, 2017; Merino-Fernández et al., 2023; Mihov et al., 2022; Ruiz-Vicente et al., 2020; Scaradozzi et al., 2020; Siouli et al., 2019; Stergiopoulou et al., 2017). En menor medida se encuentran el *learning by doing* o construccinismo (Hu et al., 2023; Scaradozzi et al., 2020), el proceso de diseño de ingeniería (Merino-Fernández et al., 2023) y el *flipped classroom* (Ruiz-Vicente et al., 2020).

b. Educación STEM integrada (disciplinas y/o áreas trabajadas):

Dichas prácticas generan que el alumnado sea más autónomo, trabajando de manera práctica tanto individualmente como en equipo y adquiriendo conceptos de diversas disciplinas de manera integrada, como: matemáticas [geometría, orientación espacial, pensamiento computacional, ángulos, longitudes, tiempos (Cervera et al., 2020; Chaudhary et al., 2016; Diago et al., 2022; Julià y Antolí, 2016; Nemiro et al., 2015; Siouli et al., 2019; Stergiopoulou et al., 2017; Theodoropoulou et al., 2023)], ciencias de la naturaleza [biodiversidad, movilidad, energías renovables, eficiencia energética, gestión de residuos, estudios medioambientales, desarrollo sostenible, física (Lindsay y Hounsell, 2017; Ruiz Vicente et al. 2020; Siouli et al., 2019; Stergiopoulou et al., 2017; Theodoropoulou et al., 2023) y

química (Tarrés-Puertas et al., 2023)], ciencias sociales [orientación, lectura de mapas, localización, planificación de rutas (Diago et al., 2022)], ingeniería junto a tecnología [mecánica, electrónica, resolución de problemas de diseño, programación informática usando varios programas como Scratch, construcción de un prototipo robótico, uso de componentes electrónicos como diodos LED, montaje e instalación de sensores electrónicos y motores, uso de programas y piezas 3D (Chaudhary et al., 2016; Chou, 2018; de Vink et al., 2023; Julià y Antolí, 2016; Lindsay y Hounsell, 2017; Nemiro et al., 2015; Sapounidis et al., 2023; Tarrés-Puertas et al., 2023; Theodoropoulou et al., 2023; Tselegkaridis y Sapounidis, 2022)] y tecnología [programación informática y uso de robots (Cervera et al., 2020; Diago et al., 2022)].

c. Recursos robóticos empleados:

Se observa como parámetro común en la implementación de dichas prácticas el desarrollo de actividades de construcción y programación de un artefacto robótico, de los que predominan el uso de robots programables sin montar como Lego WeDo 2.0. (Hudson et al., 2020; Merino-Fernández et al., 2023; Rakhmanina et al., 2022) y sobre todo Lego Mindstorms EV3 (Anđić et al., 2024; Chaudhary et al., 2016; Coufal, 2022; Flores y Ryokiti Homa, 2022; Lindsay y Hounsell, 2017; Ponce et al., 2022; Siouli et al., 2019; Tarrés-Puertas et al., 2023; Theodoropoulou et al., 2023). Otros recursos que se encuentran son el robot Bee-bot (Cervera et al., 2020; Diago et al., 2022; Ferrada-Ferrada et al., 2019), el robot NAO (Ponce et al., 2022; Pusceddu et al., 2023), el robot mBot de Makeblock (Chou, 2018), PrintBot Renacuajo (Ruiz Vicente et al., 2020), el robot Kebbi (Chao et al., 2023), el robot Thymio (Johal et al., 2019), el robot Leaphy (de Vink et al., 2023), el set Lego Mindstorms NXT (Theodoropoulou et al., 2023; Üçgöl y Cagiltay, 2014), las placas de programación Arduino (Chou, 2018; de Vink et al., 2023; García-Tudela y Marín-Marín, 2023; Tsalmpouris et al., 2021) y micro:bit (Piljek et al., 2023), los robots Lab/Lab2 Qui-Bot, MultiArm Qui-Bot y 3D Qui-Bot (Tarrés-Puertas et al., 2023) y el kit Fischertechnik, conformado por Universal 3, ROBO LT Beginner Lab y Oeco Tech (Julià y Antolí, 2016).

d. Inclusión educativa y atención a la diversidad:

Por último, resalta la implementación de prácticas inclusivas abordadas con alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo (ANEAE) con el objetivo de favorecer la inclusión educativa. En este caso, se observan prácticas con alumnado con Trastorno del Espectro del Autismo (TEA) (Di Tore et al., 2022; Hughes et al., 2022; Lamptey et al., 2021; Lindsay y Hounsell, 2017; Taylor y Glavey, 2024), así como con diferentes tipos de discapacidad (física, intelectual, auditiva, visual) (Lamptey et al., 2021; Lindsay y Hounsell, 2017).

2.2.2. Características que presentan las propuestas STEM con RE en Educación Secundaria Obligatoria (ESO)

A continuación, se van a destacar las características que se observan recurrentemente en las propuestas STEM integradas con RE en ESO:

a. Metodologías activas implementadas:

Diversos autores coinciden en que dichas prácticas abordan diversas metodologías activas, destacándose sobre todo el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) (Amo et al., 2021; Bellas et al., 2018; Camargo et al., 2015; Díaz-Lauzurica y Moreno-Salinas, 2019; Foukarakis y Syrris, 2018; Galino y Tanaka, 2021; Hartigan y Hademenos, 2019; Karaahmetoglu y Korkmaz, 2019; Karaman et al., 2017; Naya-Varela et al., 2023; Valko y Osadchyi, 2021; Valls Pou et al., 2022; Vega y Cañas, 2019; Vega-Moreno et al., 2016; Zhong et al., 2022) y en menor medida el *learning by doing* o construccinismo (Amo et al., 2021; Demo et al., 2012; Díaz-Lauzurica y Moreno-Salinas, 2019; Pujol López et al., 2020), la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) (Akkoyun et al., 2023; Demo et al., 2012), el aprendizaje basado en problemas (Karagiorgou y Spahos, 2016) y el proceso de diseño de ingeniería (Elbir y Cakiroglu, 2018; Farr y Light, 2019; Sen et al., 2021). Todas ellas se han abordado junto con el aprendizaje cooperativo y colaborativo.

b. Implementación de la educación STEM integrada (disciplinas y áreas):

En cuanto a los contenidos curriculares STEM que se abordan en dichas prácticas en ESO mundialmente destacan las matemáticas (Karagiorgou y Spahos, 2016; Pujol López et al., 2020; Üçgöl y Altıok, 2022; Valko y Osadchyi, 2021; Vega-Moreno et al., 2016), las ciencias [física y/o química (Bernstein et al., 2022; Elbir y Cakiroglu,

2018; Karagiorgou y Spahos, 2016; Marzoli et al., 2021; Merkouris y Chorianopoulos, 2018; Pujol López et al., 2020; Tarrés-Puertas et al., 2023; Üçgöl y Altıok, 2022; Vega-Moreno et al., 2016)], la ingeniería [eléctrica, mecánica, electrónica (Akkoyun et al., 2023; Díaz-Lauzurica y Moreno-Salinas, 2019; Elbir y Cakiroglu, 2018; Pujol López et al., 2020; Tarrés-Puertas et al., 2023; Theodoropoulou et al., 2023; Üçgöl y Altıok, 2022; Valko y Osadchyi, 2021; Vega-Moreno et al., 2016)] y la tecnología [programación informática, pensamiento computacional, robótica (Akkoyun et al., 2023; Bernstein et al., 2022; Díaz-Lauzurica y Moreno-Salinas, 2019; Elbir y Cakiroglu, 2018; Karagiorgou y Spahos, 2016; Marzoli et al., 2021; Merkouris y Chorianopoulos, 2018; Pujol López et al., 2020; Tarrés-Puertas et al., 2023; Üçgöl y Altıok, 2022; Valko y Osadchyi, 2021; Vega-Moreno et al., 2016)].

c. Uso de artefactos robóticos:

Respecto a los recursos didácticos implementados en las buenas prácticas en ESO destaca mayoritariamente el uso de kits robóticos programables y sin montar, como LEGO Mindstorms Education (EV3 y NXT) (Demo et al., 2013; Díaz-Lauzurica y Moreno-Salinas, 2019; Elbir y Cakiroglu, 2018; Flores y Ryokiti Homa, 2022; Gerber et al., 2017; Karagiorgou y Spahos, 2016; Leonard et al., 2016; Merkouris y Chorianopoulos, 2018; Scaradozzi et al., 2020; Theodoropoulou et al., 2023; Üçgöl y Altıok, 2022; Wang, 2016; Wang y Frye, 2019) y en menor medida, los robots Hydrobot (Theodoropoulou et al., 2023), Ozobot (Wright et al., 2021), micro:maqueen (Hristov et al., 2023), mBot (Sáez-López y Buceta-Otero, 2023; Vega y Cañas, 2019) y NAO (Pusceddu et al., 2023) y las placas electrónicas de programación Arduino y Raspberry Pi (Galino y Tanaka, 2021; Marzoli et al., 2021; Vega y Cañas, 2018; Vega y Cañas, 2019) y micro:bit (Hristov et al., 2023).

También se observa una gran afluencia de prácticas en las que se lleva a cabo la construcción de un robot educativo propio y de código abierto, usando materiales de bajo coste y de fácil accesibilidad (Akkoyun et al., 2023; Álvarez et al., 2023; Galino y Tanaka, 2021; García-Langley et al., 2022; Manikutty et al., 2019; Rubenstein et al., 2015; Susilo et al., 2016; Tay et al., 2017; Vega y Cañas, 2018; Vega-Moreno et al., 2016; Wimer et al., 2023), así como otra práctica en la que se

implementan cuatro robots sostenibles: Lab/Lab2 Qui-Bot y MultiArm Qui-Bot, los cuales usan Lego EV3, además del robot 3D Qui-Bot (Tarrés-Puertas et al., 2023).

d. Desarrollo de habilidades y competencias:

La educación STEM integrada junto a la RE en ESO promueve las siguientes competencias del siglo XXI: habilidades de pensamiento crítico y analítico (Bernstein et al., 2022), de razonamiento, de pensamiento lógico y sistémico (Galino y Tanaka, 2021; Karaahmetoğlu y Korkmaz, 2019; Sáez-López y Buceta-Otero, 2023), de pensamiento computacional y de programación informática (Bernstein et al., 2022; Valls Pou et al., 2022), de aprendizaje basado en proyectos y habilidades STEM (Dochshanov y Lapina, 2019), de resolución de problemas (Bernstein et al., 2022; Galino y Tanaka, 2021; Karaahmetoğlu y Korkmaz, 2019; Pujol López et al., 2020; Sáez-López y Buceta-Otero, 2023; Theodoropoulou et al., 2023), de motivación (Mohr-Schroeder et al., 2014), colaboración y trabajo en equipo, motivación, pensamiento crítico, creatividad, innovación y comunicación (Bernstein et al., 2022; Pujol López et al., 2020; Theodoropoulou et al., 2023; Üçgül y Altıok, 2022; Valko y Osadchy, 2021; Zhong et al., 2022), científico-matemáticas y algorítmicas (Karaahmetoğlu y Korkmaz, 2019; Luo et al., 2019), de ingeniería, habilidades sociales, toma de decisiones, flexibilidad y autorregulación (Galino y Tanaka, 2021), proactividad, habilidades conductuales y meta-cognitivas, aprendizaje interdisciplinar y experimental (Mizanoor Rahman, 2021) y autoconfianza (Zhong et al., 2022), entre otras.

e. Actividades extraescolares (campeonatos, campamentos, etc.):

Resalta la gran afluencia en los últimos años de campeonatos internacionales y nacionales, concursos, así como campamentos de verano relacionados con la RE que animan a los estudiantes de EP y ESO a seguir vocaciones relacionadas con las disciplinas STEM (Cavas et al., 2012; Chapman et al., 2020; Floroiu et al., 2019; Galino y Tanaka, 2021; Mohr-Schroeder et al., 2014; Sullivan y Bers, 2019; Üçgül y Altıok, 2022; Uçgul y Cagiltay, 2014; Wang y Frye, 2019; Weinberg et al., 2007).

En este sentido, destaca el torneo de RE denominado FIRST LEGO League (FLL), el cual se desarrolla tanto a nivel internacional como nacional en España, reuniendo a miles de estudiantes de EP, ESO y Bachillerato con el objetivo de promover el

interés por las vocaciones STEM (González y González, 2023; Graffin et al., 2022; Kaloti-Hallak et al., 2015; Kaloti-Hallak et al., 2019; Orcos y Aris, 2019; Pujol López et al., 2020; Schina et al., 2019).

f. Igualdad de género:

Cabe distinguir la afluencia de prácticas que tienen por objetivo el fomento de la coeducación, reduciendo la brecha de género, para favorecer el interés y motivación en especial de las niñas y mujeres por seguir estudios relacionados con vocaciones STEM (Chapman et al., 2020; Chiang et al., 2024; Hennessy Elliott, 2020; Keller y John, 2020; Sullivan y Bers, 2019; Van Wassenaer et al., 2023; Wang y Frye, 2019; Weinberg et al., 2007; Wong et al., 2019).

g. Inclusión educativa:

Por último, resalta la implementación de diversas prácticas con el objetivo de favorecer la inclusión educativa, abordando dichas actividades didácticas con ANEAE, concretamente con TEA (Bennett et al., 2020; Knight et al., 2019; Lamptey et al., 2021; Wright et al., 2021), con diferente tipo de discapacidad (física, intelectual, visual, auditiva) (DeFreitas et al., 2023; Lamptey et al., 2021; Schifferle y Kollegger, 2021) y con altas capacidades (Sen et al., 2021).

3. Metodología

3.1. Revisión sistemática de las buenas prácticas

En el presente estudio, se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo los postulados del protocolo o declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Moher et al., 2009). Se aplicaron una serie de términos clave y filtros de búsqueda, así como de criterios de exclusión, para determinar la confiabilidad del estudio. Se entiende por un estudio de revisión sistemática al tipo de investigación científica que tiene como objetivo el análisis de estudios originales ya publicados, con el fin de resolver una pregunta de investigación (Sánchez-Serrano et al., 2022).

Así, se revisaron las buenas prácticas educativas existentes en España que implementen la educación STEM integrada junto a la RE tanto en EP como en ESO, seleccionándose las más adecuadas en base al cumplimiento de 14 requisitos:

título de la práctica, autor/es (indicándose su año de publicación y/o implementación), la edad de los estudiantes, el curso o cursos escolares que comprende, los destinatarios, la duración, el lugar, las áreas curriculares integradas y/o los contenidos STEM abordados, el origen de la actividad, los objetivos didácticos, las metodologías didácticas implementadas, la secuencia de actividades, los resultados de aprendizaje y/o la evaluación que se llevó a cabo, y los recursos didácticos empleados (robot, etc.). Además, se incluyen opcionalmente consejos para los educadores (base teórica) y enlaces a recursos, fotos, material complementario.

Dado que se ha considerado como elemento imprescindible la implementación de la educación STEM integrada, se han discernido los estudios que abordan una única disciplina STEM o área curricular, de aquellos que trabajan la educación integrada auténtica, interrelacionando dos o más disciplinas STEM. Para ello, se ha tenido en cuenta la clasificación establecida por Gresnigt et al. (2014) respecto a la implementación de modelos integrados como el multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar.

Por lo explicitado anteriormente, después de llevar a cabo la revisión sistemática de las prácticas existentes en la literatura científica, se consideró no incluir en el estudio final aquellas que no consideran la educación STEM integrada en su estudio e implementación. Tal es el caso de la práctica abordada por Pérez Buj y Diago Nebot (2018) en EP y Educación Infantil, quienes implementaron la RE con el objetivo de trabajar los contenidos de resolución de problemas y pensamiento computacional, que vienen recogidos en el currículo de EP dentro del área de matemáticas (Anexo II del Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo).

Además, se ha considerado no incluir aquellas prácticas que implementan la educación STEAM integrada, incorporando las artes o las humanidades como elemento fundamental en la resolución de problemas (Ortiz-Revilla, Greca et al., 2021; Ortiz-Revilla, Sanz-Camarero et al., 2021), ya que dichas propuestas no son congruentes con el encuadre teórico descrito en este trabajo. Tal es el caso de la buena práctica implementada por Casado Fernández y Checa Romero (2020) en la etapa de EP, los cuales abordaron por un lado los proyectos STEAM, pudiendo o no incorporar en estos la RE a elección del propio alumnado y por otro lado, la

RE mediante la creación y programación de robots, trabajando las disciplinas STEM de la ingeniería y tecnología, así como las áreas de matemáticas y ciencias de la naturaleza mediante el pensamiento computacional, por lo que se consideró incorporar en la revisión final únicamente la secuencia de actividades de RE.

El instrumento que se usó para abordar dicha revisión sistemática es la declaración PRISMA 2020, la cual consiste en abordar una serie de fases secuenciadas que se representan a través de un diagrama de flujo (Sanz-Camarero et al., 2023). En la primera fase ('identificación'), se realizó una búsqueda inicial en las bases de datos científicas Web of Science (WoS) de Clarivate Analytics, Scopus de Elsevier y Dialnet de la Universidad de la Rioja, introduciendo los términos clave y los filtros de búsqueda que se explicitarán posteriormente, con el objetivo de cribar dichas prácticas; en la segunda fase ('criado') se abordó un análisis de los artículos cribados para la lectura de su título, resumen y palabras clave, en los que se implementaron tres criterios de exclusión que se especificarán posteriormente, con el fin de excluir los artículos que no cumplan con una serie de directrices. Posteriormente, se desarrolló la tercera fase de la revisión ('idoneidad'), en la que se procedió a la lectura completa de los artículos, implementándose en ellos otros dos criterios de exclusión, que permitieron obtener en la última fase ('inclusión') las buenas prácticas finales que se incluyeron en la revisión sistemática.

A continuación, se muestran los términos clave de búsqueda que se usaron para realizar la revisión sistemática en los tres buscadores científicos (WoS, Scopus y Dialnet):

- En cuanto a la etapa de EP en España se especificó: STEM (topic/Article title, Abstract, Keywords) AND robot* (topic/TITLE-ABS-KEY) AND "Educación Primaria" OR "Primary Education" OR "Primary School" OR "Elementary School" OR "Elementary Education" (topic/TITLE-ABS-KEY).
- Respecto a la etapa de ESO en España se introdujo: STEM (topic/TITLE-ABS-KEY) AND robot* (topic/TITLE-ABS-KEY) AND "Educación Secundaria" OR "Secondary Education" OR "Secondary School" OR "K-12" OR "Middle School" (topic/TITLE-ABS-KEY).

Complementariamente se ha realizado una búsqueda en la web 'Google Scholar'. Para ello, se usó su apartado de 'búsqueda avanzada' introduciendo los mismos

términos clave explicitados anteriormente, además de realizar el filtrado por idioma (español), con el objetivo de acotar la búsqueda en prácticas abordadas en España.

Los filtros que se usaron en los tres buscadores científicos (WoS, Scopus y Dialnet) son:

- Country/territory (país): Spain / España.
- Languages (idiomas): Español o Inglés (Spanish or English).
- Textos completos/acceso abierto (Open Access): Sí.
- Además, se han eliminado aquellos estudios duplicados entre las tres bases.

Además, se establecieron una serie de criterios de elegibilidad de las buenas prácticas con el objetivo de excluir aquellos estudios que no cumplieron unas determinadas directrices tanto en la fase de 'cribado' como de 'idoneidad' de la revisión sistemática (Sánchez-Serrano et al., 2022):

- Tras una lectura del título, del resumen y de las palabras clave de los estudios, se aplicaron los siguientes criterios de exclusión:
 - o Criterio 1: No se trata de un estudio de investigación escrito en español o inglés, en el que los términos clave de búsqueda se incluyen en el título, resumen o palabras clave.
 - o Criterio 2: No aborda la temática de la educación STEM integrada junto a la robótica educativa.
 - o Criterio 3: No lleva a cabo una propuesta didáctica implementada con un grupo de estudiantes.
- Seguidamente se procedió a la lectura completa de los artículos resultantes, a los que se aplicaron otros dos criterios de exclusión:
 - o Criterio 4: No se detallan una serie de objetivos y resultados de investigación educativos o una evaluación de dicha práctica después de haberse implementado con un grupo de estudiantes a través de una metodología o metodologías didácticas.
 - o Criterio 5: No se especifican los recursos robóticos usados.

A continuación, se expone el procedimiento de revisión sistemática abordado en las fuentes de datos WoS, Scopus y Dialnet, lo cual se sintetiza en el diagrama de flujo recogido en el Anexo 1 de este trabajo:

Primeramente, en la fase de 'identificación' se introdujeron los términos clave de búsqueda explicitados anteriormente, atendiendo a la etapa de EP, reportándose 330 artículos (154 en WoS, 154 en Scopus y 22 en Dialnet), los cuales han sido refinados mediante diversos filtros de búsqueda. En este sentido, se usaron los siguientes filtros de búsqueda en las tres fuentes de datos: el idioma (español o inglés), obteniéndose 146 (WoS), 152 (Scopus) y 22 (Dialnet) resultados, seguidamente se asignó el territorio (España) quedando 12 (WoS), 9 (Scopus) y 20 (Dialnet) artículos y, por último, se indicó el requisito de acceso abierto (textos completos), quedando finalmente 9 (WoS), 9 (Scopus) y 15 (Dialnet) estudios. Para acabar dicha fase, se eliminaron los artículos duplicados entre las tres fuentes, obteniéndose los mismos artículos en WoS (9), 4 en Scopus y 10 en Dialnet.

Continuando con la segunda fase de la investigación ('cribado') en EP, en la que se obtuvieron 23 artículos cribados para leer su título, resumen y palabras clave, se procedió a aplicar los primeros tres criterios de exclusión, eliminándose 14 estudios en total, concretamente tres artículos por el criterio 1, cinco por el criterio 2 y seis por el criterio 3. Seguidamente, se abordó una tercera fase de idoneidad de artículos, investigando los 9 estudios resultantes de la anterior fase aplicando los criterios de exclusión 4 y 5, suprimiéndose únicamente dos artículos que cumplieron el criterio 4. De esta manera, se finalizó la revisión en EP mediante la fase de 'inclusión', decidiéndose integrar en el estudio final de buenas prácticas los 7 artículos resultantes del procedimiento anterior.

Complementariamente, se incluyó un artículo extraído de la web 'Google Scholar', aplicándose el mismo cribado y criterios de exclusión que en las tres bases científicas.

Paralelamente, se abordó otra revisión sistemática de buenas prácticas en educación STEM integrada y RE en la etapa de ESO, extrayéndose en la primera fase ('identificación') 1.031 artículos (604 en WoS, 408 en Scopus y 19 en Dialnet). Aplicando los mismos filtros de búsqueda que en EP, se obtuvieron primeramente los siguientes artículos en cuanto al idioma (español o inglés): 596 en WoS, 407 en Scopus y los mismos en Dialnet (19). Después realizando un filtrado por territorio (España), se encontraron los siguientes estudios: 22 en WoS, 18 en Scopus y 11 en Dialnet. Seguidamente, se obtuvo el siguiente número de artículos con acceso

abierto: 12 en WoS, 18 en Scopus y 9 en Dialnet. Por último, se investigaron los artículos duplicados entre estas tres fuentes de datos, extrayéndose 12 artículos en WoS, 6 en Scopus y 8 en Dialnet. Siguiendo con la segunda fase de la investigación ('cribado') en ESO, se recogieron 26 artículos cribados para leer su título, resumen y palabras clave, a los que se aplicaron los criterios de exclusión 1, 2 y 3. A todo esto, se eliminaron 17 estudios, concretamente tres artículos por el criterio 1, nueve por el criterio 2 y cinco por el criterio 3. Posteriormente, en la tercera fase de la investigación ('idoneidad'), se investigaron los 9 estudios resultantes de la anterior fase, los cuales fueron puestos a prueba mediante los criterios de exclusión 4 y 5. En este sentido, se suprimieron dos artículos, uno por el criterio 4 y otro por el criterio 5, recogiendo finalmente los 7 artículos resultantes.

Complementariamente, se decidió incluir dos artículos extraídos de la web 'Google Scholar', aplicándose para ello el mismo cribado y criterios de exclusión que en las tres bases científicas.

Se ha de especificar que la parte correspondiente a la revisión sistemática de la etapa de EP fue presentada en forma de comunicación presencial en el congreso denominado 3º Encuentro de Centros Innovadores en Burgos (Merino-Fernández y Ortiz-Revilla, 2024).

4. Resultados

A continuación, se muestran las buenas prácticas recogidas en la revisión sistemática distinguiéndolas por etapa educativa. Primeramente, se recogen en la Tabla 1 las ocho prácticas abordadas en la etapa de EP en España, las cuales se detallan en el Anexo 3 y posteriormente se muestran en la Tabla 2 las nueve prácticas implementadas y evaluadas en la etapa de ESO en España, las cuales se detallan en el Anexo 2. Se especifica en dichas tablas el título, autor/es, año de publicación y robot usado de cada una de las buenas prácticas, incluyéndose por lo tanto en los Anexos 2 y 3 los 16 requisitos mencionados en el apartado de metodología (metodologías didácticas implementadas, áreas y contenidos STEM trabajados, resultados de aprendizaje, etc.).

4.1. Buenas prácticas en España en EP

Título	Autor/es y año de publicación	Robot
1. Robótica aplicada al aula en Educación Primaria: un caso en el contexto español / Robotics applied to classroom in Primary Education: a case in the Spanish context.	Ferrada-Ferrada et al. (2021)	Robot mBot
2. Evaluación de una propuesta educativa sostenible con un enfoque STEM para mejorar la actitud hacia las ciencias o matemáticas en estudiantes de 5º y 6º de Educación Primaria de España.	Ferrada-Ferrada et al. (2023)	mBot
3. Robotics and Early-years STEM Education: The botSTEM Framework and Activities.	Greca Dufranc et al. (2020)	Placa de programación BBC Micro:bit
4. Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en robótica, con metodologías activas en 3º ciclo de Educación Primaria.	Ferrada-Ferrada (2021)	mBot
5. La robótica en la enseñanza de las ciencias en primaria, una experiencia con Bee-Bot.	Hurtado Soler y Santamaría PÉris (2019)	Robot Bee-Bot
6. Robótica, programación y una aproximación a la educación ambiental.	Ferrada-Ferrada y Díaz-Levicoy (2023)	mBot
7. Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria.	Casado Fernández y Checa Romero (2020)	VEX Robotics IQ
8. Knowing what you know: A pedagogical model based on learners' metacognitive abilities.	Blancas Muñoz (2021)	Placa de programación Arduino Uno.

Tabla 1. Buenas prácticas en educación STEM integrada junto a la RE abordadas en EP en España.

4.2. Buenas prácticas en España en ESO

Título	Autor/es y año	Robot
1. A Low Cost Educational ROV Platform for Promoting Engineering among young students: ROV R2B2, new challenges.	Cufí et al. (2023)	Robot construido con material de bajo coste
2. Toward Embedding Robotics in Learning Environments with Support to Teachers: the IDEE Experience.	Orlando et al. (2024)	Lego Mindstorms EV3
3. Implantación de la nueva asignatura “Robótica” en Enseñanza Secundaria y Bachillerato.	Ocaña Rebollo et al. (2015)	LEGO Mindstorms NXT
4. Ciberlandia: An Educational Robotics Program to Promote STEM Careers in Primary and Secondary Schools.	Rodríguez-Rodríguez et al. (2017)	Lego Mindstorms EV3
5. Análisis del aprendizaje de los estudiantes en un entorno educativo con actividades de robótica.	Orlando (2020)	LEGO Mindstorms EV3
6. Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa.	Ocaña Rebollo (2012)	LEGO Mindstorms NXT
7. Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills.	Aris y Orcos (2019)	LEGO Mindstorms EV3
8. Drone challenge: A platform for promoting programming and robotics skills in K-12 education.	Bermúdez et al. (2019)	Simulador de robótica de drones: Gazebo/ROS.
9. Mejora de la motivación en 3º de la ESO mediante actividades de robótica educativa.	Goñi Echeverria (2023)	Robot Maqueen y placa Micro:bit

Tabla 2. Buenas prácticas en educación STEM integrada junto a la RE abordadas en ESO en España.

5. Discusión

A continuación, se discute la consistencia teórica y práctica en España sobre la educación STEM integrada y la RE. Para ello, se comparan las características de las prácticas recogidas en la literatura científica tanto en ESO como en EP a nivel mundial con las características de las buenas prácticas españolas.

5.1. Análisis de la consistencia teórica y práctica en ESO

En primer lugar, se procede a la discusión de la consistencia de las características referentes a las prácticas abordadas en ESO, atendiendo a la implementación de las metodologías, de las áreas y contenidos STEM, de los recursos robóticos, de las habilidades y competencias desarrolladas, de las actividades extraescolares realizadas y del fomento de la coeducación y de la inclusión educativa. Para cada una de las características, se realiza una primera catalogación, para después discutir su consistencia a la luz de la literatura científica y terminar proponiendo algunos aspectos o mejoras.

a. Metodología didáctica:

En cuanto a las metodologías activas que se implementan en las buenas prácticas españolas destaca el uso del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y del *learning by doing* (construccionismo), las cuales se abordan de manera simultánea en 4 prácticas (Cufí et al., 2023; Ocaña Rebollo, 2012; Ocaña Rebollo et al., 2015; Rodríguez-Rodríguez et al., 2017). En este sentido, el ABP se implementa en 5 buenas prácticas y el *learning by doing* en 6. Además, se ha de destacar el uso del aprendizaje cooperativo y colaborativo en todas las buenas prácticas recogidas. De manera puntual se abordan las metodologías del proceso de diseño de ingeniería (Cufí et al., 2023) y el aprendizaje basado en problemas o retos (Goñi Echeverría, 2023; Rodríguez-Rodríguez et al., 2017).

Resalta el uso de la metodología del ABP en multitud de prácticas mundiales (Bellas et al., 2018; Camargo et al., 2015; Chang y Chen, 2022, 2023; Díaz-Lauzurica y Moreno-Salinas, 2019; Foukarakis y Syrris, 2018; Galino y Tanaka, 2021; Hartigan y Hademenos, 2019; Karaahmetoglu y Korkmaz, 2019; Karaman et al., 2017; Naya-Varela et al., 2023; Valko y Osadchy, 2021; Valls Pou et al., 2022; Vega y Cañas, 2019; Vega-Moreno et al., 2016; Zhong et al., 2022). En menor medida se aborda

la metodología del construccionismo (Demo et al., 2012; Díaz-Lauzurica y Moreno-Salinas, 2019; Pujol López et al., 2020), la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) (Akkoyun et al., 2023; Demo et al., 2012) y el proceso de diseño de ingeniería (PDI) (Elbir y Cakiroglu, 2018; Farr y Light, 2019; Sen et al., 2021). Hay que mencionar que dichas prácticas mundiales desarrollan el aprendizaje cooperativo y colaborativo.

Por lo tanto, se extrae de este análisis una congruencia teórica y práctica en cuanto al uso de metodologías didácticas en las buenas prácticas, resaltando la implementación del aprendizaje cooperativo y colaborativo junto al ABP y/o al construccionismo.

Estudios como los de Chang y Chen (2022, 2023) explicitan que el ABP junto a la educación STEM integrada y la RE facilitan la resolución de problemas significativos y reales para el alumnado. Para ello, dichos investigadores han llevado a cabo una práctica mediante el modelo integrado transdisciplinar STEM con RE usando el ABP en un curso de 4º de ESO en Taiwan. Posteriormente a su implementación se abordaron entrevistas a docentes y estudiantes de las que se extrajo que dicha práctica mejoró la aplicación e integración de contenidos abstractos, a través de la indagación y la reflexión.

También es importante abordar la metodología del construccionismo, ya que en palabras de Amo et al. (2021) favorece en el alumnado la resolución de problemas socialmente relevantes a través de la ciencia.

Como aspectos a mejorar en las buenas prácticas se aconseja el uso de las metodologías de la ECBI y del PDI, por su relación intrínseca con la educación STEM integrada. En este aspecto, la ECBI demuestra la generación de experiencias que favorecen tanto las competencias STEM como el pensamiento computacional (Demo et al., 2012). Atendiendo al NRC (2012) el desarrollo de prácticas basadas en la RE favorece el desarrollo de competencias STEM, sobre todo a través de las metodologías PDI y ECBI. Jaipal-Jamani (2023) explicita que dichas metodologías permiten plantear investigaciones, interpretar datos, comprobar hipótesis y comunicar resultados. La RE favorece la implementación del PDI, mediante la definición de un problema de ingeniería, diseñando una solución y optimizándola (Jaipal-Jamani, 2023).

b. Áreas y disciplinas STEM trabajadas:

Respecto a las disciplinas y áreas curriculares STEM que se trabajan en las buenas prácticas españolas en ESO destaca la inclusión siempre por lo menos de tres áreas STEM, trabajándose por lo tanto la educación integrada auténtica. En este sentido, destaca la integración de las áreas de tecnología y ciencias en todas las buenas prácticas, destacándose la disciplina científica de la física en su totalidad. A todo esto, siete buenas prácticas integran las cuatro disciplinas STEM, observándose únicamente dos prácticas que integran tres de estas disciplinas (Bermúdez et al., 2019; Cufí et al., 2023).

En cuanto a la literatura científica mundial se observa también un uso coherente de la educación STEM integrada, destacándose aquellas propuestas didácticas integradas que han implementado las cuatro disciplinas STEM (Chang y Chen, 2022, 2023; Karagiorgou y Spahos, 2016; Pujol López et al., 2020; Üçgöl y Altıok, 2022; Vega-Moreno et al., 2016), trabajándose los contenidos de ciencias [física (dinámica, cinemática, flotabilidad, luz, impulso eléctrico, sostenibilidad) y química (propiedades químicas del agua)], de matemáticas (estadística, geometría, ángulos, distancias, tiempos, longitud, superficie, cálculos matemáticos), de ingeniería (construcción de robots, resolver problemas de diseño, recolección de datos) y de tecnología (programación informática, uso de herramientas tecnológicas, motores y conexiones eléctricas).

Además, se encuentran prácticas que integran tres disciplinas STEM (Tarrés-Puertas et al., 2023; Valko y Osadchyi, 2021), abordándose contenidos curriculares de ciencias (química), matemáticas, ingeniería (teoría automática, mecánica, electrónica, diseño y construcción de robots) y/o tecnología (programación informática de robots).

Y, por último, también resaltan prácticas que integran únicamente dos disciplinas STEM (Akkoyun et al., 2023; Bernstein et al., 2022; Díaz-Lauzurica y Moreno-Salinas, 2019; Elbir y Cakiroglu, 2018; Marzoli et al., 2021), favoreciendo la enseñanza-aprendizaje de diversos contenidos disciplinares de ciencias [biomecánica, salud, física (fuerza, luz y sonido)], de tecnología (programación informática) y/o de ingeniería (diseño y creación de robots).

Por lo tanto, se extrae de este análisis una consistencia teórica y práctica en cuanto a la implementación de la educación STEM integrada en las buenas prácticas. En este aspecto, destaca en la gran mayoría de dichas prácticas la interrelación de 3 disciplinas STEM e incluso de todas ellas. Esto es imprescindible para que el alumnado resuelva problemas en situaciones reales, mediante el empleo de modelos integrados como el transdisciplinar junto a estrategias como el proceso de diseño de ingeniería, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje colaborativo, entre otros (Chang y Chen, 2023).

c. Recursos robóticos usados:

Destaca el uso del kit LEGO Mindstorms Education (EV3 y NXT) en seis de las buenas prácticas españolas (Aris y Orcos, 2019; Ocaña Rebollo, 2012; Ocaña Rebollo et al., 2015; Orlando, 2020; Orlando et al., 2024; Rodríguez-Rodríguez et al., 2017), así como en diversos estudios de la literatura científica mundial (Demo et al., 2013; Díaz-Lauzurica y Moreno-Salinas, 2019; Elbir y Cakiroglu, 2018; Flores y Ryokiti Homa, 2022; Gerber et al., 2017; Karagiorgou y Spahos, 2016; Leonard et al., 2016; Merkouris y Chorianopoulos, 2018; Scaradozzi et al., 2020; Tarrés-Puertas et al., 2023; Theodoropoulou et al., 2023; Üçgöl y Altıok, 2022; Wang, 2016; Wang y Frye, 2019).

Cabe mencionar el uso de las placas de programación informática Arduino y Raspberry Pi en diversos estudios de la literatura científica mundial (Galino y Tanaka, 2021; Marzoli et al., 2021; Theodoropoulou et al., 2023; Vega y Cañas, 2018; Vega y Cañas, 2019), pero no así en las buenas prácticas españolas. Se encuentran coincidencias en el uso de la placa de programación micro:bit junto al robot Maqueen entre la literatura científica (Hristov et al., 2023) y las buenas prácticas (Goñi Echeverria, 2023).

Además se constata la implementación de robots propios contruidos con material de bajo coste que disponen de código abierto de programación, aunque únicamente se aborda en una buena práctica española (Cufí et al., 2023), contrastando con la amalgama de prácticas existentes en la literatura científica mundial (Akkoyun et al., 2023; Álvarez et al., 2023; Galino y Tanaka, 2021; García-Langlely et al., 2022; Manikutty et al., 2019; Rubenstein et al., 2015; Susilo et al., 2016; Tay et al., 2017; Vega y Cañas, 2018; Vega-Moreno et al., 2016; Wimer et al., 2023).

Por lo tanto, se concluye que, por un lado, existe una consistencia teórica y práctica en cuanto a la implementación en las buenas prácticas del kit LEGO Mindstorms pero, por otro lado, se observa un uso deficiente en estas de robots construidos con material de bajo coste y de código abierto.

Se extrae como aspecto a mejorar en las buenas prácticas la realización de propuestas que empleen robots construidos con material de bajo coste y fácil adquisición. En este sentido Vega-Moreno et al. (2016) desarrollan el proyecto EDUROVs mediante el cual no dependen de ninguna marca comercial, facilitando los kits de construcción de robots a los centros participantes. Dicho proyecto logró un grado de éxito de casi el 100%, implementándose en la materia de tecnología del centro, lo que permitió mejorar el interés del alumnado por el aprendizaje en el 92% de los casos, incluso en aquel con altos índices de suspenso.

d. Competencias y habilidades desarrolladas:

Primeramente, respecto a las buenas prácticas españolas se destacan una serie de habilidades competenciales, tales como el trabajo en equipo y la resolución de problemas en contextos reales en la totalidad de ellas. También sobresale la generación de competencias de programación informática (pensamiento computacional) en todas ellas, así como de diseño y construcción de artefactos robóticos en ocho de las nueve prácticas (Aris y Orcos, 2019; Cufí et al., 2023; Goñi Echeverria, 2023; Ocaña Rebollo, 2012; Ocaña Rebollo et al., 2015; Orlando, 2020; Orlando et al., 2024; Rodríguez-Rodríguez et al., 2017).

En este sentido se resaltan otras competencias y habilidades, tales como trabajar en un entorno profesional real, el uso seguro y adecuado de recursos profesionales y cumplir con las normas de seguridad establecidas (Cufí et al., 2023), el desarrollo del método científico mediante la observación de fenómenos y la generación de hipótesis, la interpretación y representación de gráficos (Orlando, 2020; Orlando et al., 2024), el marketing, la proactividad, la investigación, la exposición oral en público y la creación de materiales digitales (Rodríguez-Rodríguez et al., 2017), la innovación y creatividad (Aris y Orcos, 2019; Bermúdez et al., 2019; Cufí et al., 2023; Goñi Echeverria, 2023; Ocaña Rebollo et al., 2015), la autonomía e iniciativa (Ocaña Rebollo et al., 2015; Rodríguez-Rodríguez et al., 2017) y el desarrollo de la

competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) junto a la competencia digital (Goñi Echeverria, 2023).

En cuanto a la literatura científica mundial, se acentúan una serie de habilidades y competencias muy similares a las buenas prácticas, tales como la habilidad de resolución de problemas en contextos reales (Bernstein et al., 2022; Galino y Tanaka, 2021; Karaahmetoğlu y Korkmaz, 2019; Pujol López et al., 2020; Sáez-López y Buceta-Otero, 2023; Theodoropoulou et al., 2023), de pensamiento crítico, creatividad, innovación, comunicación, cooperación y colaboración (Bernstein et al., 2022; Pujol López et al., 2020; Theodoropoulou et al., 2023; Üçgül y Altıok, 2022; Valko y Osadchyi, 2021; Zhong et al., 2022), de mejora de actitudes y aptitudes sociales, conductuales y cognitivas junto al aprendizaje interdisciplinar y experimental (Mizanoor Rahman, 2021), habilidades científico-matemáticas y algorítmicas (Karaahmetoğlu y Korkmaz, 2019; Luo et al., 2019), la toma de decisiones, la flexibilidad y la autorregulación (Galino y Tanaka, 2021), habilidades de pensamiento computacional y de programación informática (Bernstein et al., 2022; Valls Pou et al., 2022), la autoconfianza (Zhong et al., 2022), la motivación (Mohr-Schroeder et al., 2014), las habilidades STEM (Dochshanov y Lapina, 2019) y el pensamiento lógico y sistémico (Galino y Tanaka, 2021; Karaahmetoğlu y Korkmaz, 2019; Sáez-López y Buceta-Otero, 2023).

Se extrae como conclusión de dicho análisis una consistencia teórica y práctica en cuanto a la generación y desarrollo de habilidades y competencias del siglo XXI en las buenas prácticas. Esto se constata mediante la puesta en práctica de propuestas que favorecen las habilidades de resolución de problemas en contextos reales, el trabajo en equipo (cooperación y colaboración) y la creatividad e innovación.

Los aspectos a mejorar en las buenas prácticas incluyen la implementación de situaciones de aprendizaje que favorezcan el pensamiento crítico y reflexivo, el cual no se explicita en estas. A todo esto, es imprescindible favorecer el desarrollo de la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación y la colaboración para que el alumnado tenga éxito en su futuro laboral (Eguchi, 2014; National Education Association, 2012; Üçgül y Altıok, 2022).

e. Actividades extraescolares:

En relación con el desarrollo de actividades extracurriculares, tales como campeonatos nacionales e internacionales, concursos, campamentos de verano:

Se observa en las buenas prácticas abordadas en España, la realización de iniciativas como la de Rodríguez-Rodríguez et al. (2017), los cuales implementaron el programa formativo de RE *Ciberlandia* dentro del horario escolar atendiendo al currículo educativo, incorporando además la realización de un campeonato nacional. Dicha iniciativa tuvo el objetivo de promover las carreras STEM en las etapas de EP, ESO y Bachillerato (11-18 años), mediante la presentación de un reto que el alumnado tuvo que resolver, para lo cual se realizaron unos talleres en la Escuela de Ingeniería en el Parque Tecnológico de Fuerteventura (España) y en centros educativos. Por último, se desarrolló una gran final en formato competición entre los centros seleccionados.

Por su parte, Arís y Orcos (2019) realizaron una investigación sobre el desarrollo de la competición de RE *First Lego League* (FLL), abordada por estudiantes de ESO de distintos centros educativos de España durante el curso 2017-2018. Dicha competición tuvo el objetivo de favorecer el interés por las disciplinas y vocaciones STEM, mediante la realización de un torneo nacional en el que el alumnado diseñó, construyó, probó y programó diferentes robots para solucionar un problema real relacionado con la ciencia o la tecnología.

Bermúdez et al. (2019) implementaron una plataforma robótica con el objetivo de desarrollar una competición (*Drone Challenge*) en la que el alumnado programó el sistema de navegación de un dron (vehículo aéreo no tripulado). Este torneo tuvo el fin de favorecer las competencias STEM relacionadas con la programación informática y la robótica en el alumnado de ESO y Bachillerato. Para ello, primeramente, se llevó a cabo una propuesta didáctica en los centros educativos y posteriormente aquellos centros seleccionados participaron en la fase final.

A continuación, se va a especificar la implementación de dicho tipo de iniciativas (campeonatos, campamentos, etc.) en la literatura científica mundial:

Se observa de manera recurrente el desarrollo de campamentos de RE de diferente duración (cinco días, diez días, en verano) y etapas educativas (EP y ESO),

configurados con diferentes objetivos didácticos, tales como investigar la mejora en el interés junto a las actitudes y percepciones hacia las disciplinas STEM (Mohr-Schroeder et al., 2014; Üçgöl y Altıok, 2022; Üçgöl y Cagiltay, 2014), así como investigar y mejorar el interés, motivación y rendimiento de las chicas (Chapman et al., 2020; Wang y Frye, 2019), mediante la construcción y programación de robots. Además, sobresale la puesta en práctica de competiciones de RE junto a la educación STEM integrada, tales como la BRD FIRST Tech Challenge en Rumanía con el objetivo de desarrollar la creación y programación de robots (Florioiu et al., 2019), así como diferentes concursos de robótica con la finalidad de favorecer la participación y experiencia de las chicas en estos, además de mejorar sus actitudes hacia carreras STEM, reduciendo las creencias tradicionales de género (Sullivan y Bers, 2019; Weinberg et al., 2007).

Por último, también se encuentra la realización de actividades extraescolares con alumnado de EP y ESO en formato de clubes de RE en los que se realizaron talleres de educación STEM (Galino y Tanaka, 2021), junto a cursos de RE en los que se extrajo una mejora en la creatividad y proceso científicos, así como en la percepción hacia los robots, el ser humano y la sociedad (Cavas et al., 2012).

De todo ello, se extrae la importancia que ha adquirido actualmente la realización de campeonatos, torneos, clubes y campamentos extraescolares, con el objetivo de favorecer el interés y la motivación por las disciplinas STEM, como se observa en las buenas prácticas españolas (Arís y Orcos, 2019; Bermúdez et al., 2019; Rodríguez-Rodríguez et al., 2017).

En este sentido, destaca la gran repercusión que tiene el torneo de RE *First Lego League* (FLL), constatado en las buenas prácticas españolas abordadas por Arís y Orcos (2019), Ocaña Rebollo et al. (2015), Ocaña Rebollo (2012) y Rodríguez-Rodríguez et al. (2017), en las cuales se fomenta la participación del alumnado en dicha competición tanto a nivel nacional como internacional. En relación con ello, se observa una gran afluencia de prácticas sobre dicho torneo abordadas en la literatura científica (González y González, 2023; Graffin et al., 2022; Kaloti-Hallak et al., 2015; Kaloti-Hallak et al., 2019; Orcos y Arís, 2019; Pujol López et al., 2020; Schina et al., 2019).

Por lo tanto, se extrae que existe una consistencia teórica y práctica en cuanto al desarrollo de actividades extraescolares de RE que favorezcan las competencias STEM en las buenas prácticas. Debido a ello, es importante fomentar la implicación del alumnado en dichas iniciativas extracurriculares como el torneo FLL, del que extraen Arís y Orcos (2019) de su investigación que, por un lado, los docentes comunicaron de su experiencia la generación de competencias en las disciplinas STEM relativas a la resolución de problemas y de motivación y, por otro lado, los estudiantes lo consideraron útil para su futuro laboral, mejorando su cooperación, motivación e innovación.

f. Igualdad de género:

Otro aspecto que cobra vital importancia en diversos estudios es la coeducación, la cual tiene por objetivo reducir la brecha de género existente respecto a la continuación de las chicas en estudios relacionados con las disciplinas STEM:

Respecto a las buenas prácticas españolas destaca la abordada por Rodríguez-Rodríguez et al. (2017), la cual tuvo el objetivo de fomentar las vocaciones científico-tecnológicas en el alumnado de EP, ESO y Bachillerato y en especial de niñas y mujeres. Para ello, se establecieron requisitos como la paridad de género en los equipos de trabajo, aumentando la puntuación durante el programa, además de reflexionar sobre la infrarrepresentación de las mujeres en los ámbitos STEM.

Goñi Echeverría (2023) ha llevado a cabo una buena práctica en España en 3º de ESO implementando la RE, con el objetivo de reducir la brecha de género que existe especialmente en las mujeres por seguir estudios superiores relacionados con las disciplinas STEM. Debido a esto, la asociación de estudiantes de la UPNA i²tec abordan una charla para sensibilizar al alumnado sobre la importancia de la igualdad de género, eliminando prejuicios y estereotipos e incorporando referentes femeninos relevantes en la enseñanza de la RE.

En cuanto a la literatura científica mundial se observan diversas prácticas que tienen por objetivo favorecer la coeducación a través de la educación STEM y la RE (Ardito et al., 2020; Chapman et al., 2020; Chiang et al., 2024; Hennessy Elliott, 2020; Keller y John, 2020; Sullivan y Bers, 2019; Van Wassenaer et al., 2023; Wang y Frye, 2019; Weinberg et al., 2007; Wong et al., 2019).

De este análisis, se extrae como aspecto a mejorar en las buenas prácticas españolas, la implementación y evaluación de la coeducación en mayor consideración, con el objetivo de favorecer la igualdad de género a través de la educación STEM junto a la RE. Esto contrasta de manera notable con la literatura científica de la que se recogen prácticas como la de Sullivan y Bers (2019) quienes tuvieron por objetivo determinar las diferencias en las experiencias de los alumnos y las alumnas, para mejorar la percepción de la experiencia en las chicas, además de su confianza y rendimiento, aumentándose así su participación en competiciones de RE. Los resultados de esta investigación mostraron que el número de chicos estudiantes y mentores que participaron fue mayor que el de las chicas, constatándose que ellas tuvieron menos confianza en su capacidad técnica debido a su inferior experiencia técnica y en construcción, por lo que se debe favorecer la confianza y aumentar los conocimientos técnicos de las estudiantes.

g. Inclusión educativa y atención a la diversidad:

Respecto al fomento de la inclusión educativa se observa en las buenas prácticas españolas un bagaje deficiente, ya que no se incluye ANEAE, ni se especifican estrategias inclusivas como el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) (Center for Applied Special Technology [CAST], 2011). En este aspecto, únicamente Goñi Echeverria (2023) aborda una buena práctica favoreciendo la inclusión educativa, atendiendo a los diferentes géneros, capacidades, etc. Para ello, ha utilizado las metodologías activas del aprendizaje basado en retos y del aprendizaje cooperativo, analizando su contribución a la atención a la diversidad, valorando el trabajo en equipo y la motivación generada, las dificultades observadas, la coeducación y el interés por seguir estudios STEM.

En cambio, esto contrasta con la literatura científica mundial en la que se observa variedad de prácticas que favorecen la inclusión educativa del ANEAE (Bennett et al., 2020; DeFreitas et al., 2023; Knight et al., 2019; Lampthey et al., 2021; Schifferle y Kollegger, 2021; Sen et al., 2021; Wright et al., 2021).

Por lo tanto, un aspecto a mejorar en las buenas prácticas es la consideración de estrategias inclusivas como el DUA y la implementación de propuestas que atiendan a la diversidad con ANEAE. Aunque se ha de especificar que tampoco se han encontrado prácticas que implementen el DUA en la literatura científica por lo

que es un aspecto que se debe abordar en todo el mundo. Esto adquiere vital importancia debido a que prácticas como la de Knight et al. (2019) constataron que el alumnado con TEA y conducta desafiante a través de estos enfoques educativos fueron capaces de adquirir conceptos de codificación del movimiento del robot, así como generalizarlo a otros códigos (sonidos y efectos de luz del robot) y autogenerar nuevos códigos.

5.2. Análisis de la consistencia teórica y práctica en EP

Seguidamente se va a realizar un análisis comparativo entre las buenas prácticas españolas y los estudios científicos a nivel mundial atendiendo a la etapa de EP:

a. Metodologías didácticas implementadas:

Primeramente, en cuanto a las metodologías más recurrentes implementadas en las buenas prácticas abordadas en España, destaca el aprendizaje cooperativo y colaborativo en todas ellas. También resalta la implementación de la metodología de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) en cinco de ellas (Casado Fernández y Checa Romero, 2020; Ferrada-Ferrada, 2021; Ferrada-Ferrada et al., 2023; Ferrada-Ferrada et al., 2021; Greca Dufranc et al., 2020).

Atendiendo a la literatura científica mundial, sobresale el uso del aprendizaje cooperativo y colaborativo junto al aprendizaje basado en proyectos (ABP) (ver apartado 2.2.1. 'a.'). Se encuentran coincidencias en el uso conjunto de las metodologías del proceso de diseño de ingeniería, ECBI y del aprendizaje cooperativo entre las buenas prácticas (Greca Dufranc et al., 2020) y la literatura científica (Merino-Fernández et al., 2023), ambas con el objetivo de enseñar de manera integrada las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas mediante la RE.

También se emplea de manera notoria la metodología del aprendizaje basado en problemas y retos, tanto en las buenas prácticas (Ferrada-Ferrada, 2021; Ferrada-Ferrada y Díaz-Levicoy, 2023) como en la literatura científica (Chao et al., 2023; Coufal, 2022; García-Tudela y Marín-Marín, 2023; Scaradozzi et al., 2020; Siouli et al., 2019), obteniéndose como resultados la mejora de la actitud hacia el aprendizaje y el trabajo colaborativo (Siouli et al., 2019).

Por lo tanto, se puede concluir que existe una congruencia teórica y práctica en las buenas prácticas, destacando el aprendizaje cooperativo y colaborativo en todas ellas. Esto se relaciona con los estudios abordados por Sisman et al. (2022) y Nemiro (2020) los cuales llevaron a cabo una propuesta de RE obteniéndose grandes beneficios en el trabajo colaborativo, en las capacidades de autorregulación, en ayuda mutua, intercambio de información y resolución de problemas.

Por último, se extrae la necesidad de abordar mayor variedad de metodologías activas en las prácticas españolas, resaltándose el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el cual favorece competencias clave en el alumnado para resolver problemas contextualizados en su vida cotidiana (Coufal, 2022).

b. Recursos robóticos utilizados:

Respecto a las buenas prácticas implementadas en España destaca sobre todo el uso del robot mBot en cuatro de las ocho totales (Ferrada-Ferrada, 2021; Ferrada et al., 2023; Ferrada-Ferrada y Díaz-Levicoy, 2023; Ferrada et al., 2021) y en menor medida, se encuentra el uso del robot Bee-bot (Hurtado Soler y Santamaría Pérís, 2019), la placa de programación micro:bit (Greca Dufranc et al., 2020), el kit VEX Robotics IQ (Casado Fernández y Checa Romero, 2020) y la placa de programación Arduino Uno (Blancas Muñoz, 2021).

En contraste con la literatura científica mundial, se extrae que se implementa mayor variedad de recursos robóticos en esta (véase apartado 2.2.1. 'c.'), destacándose el uso de Lego Mindstorms EV3 y NXT, el cual no es usado en las buenas prácticas españolas. Por otro lado, se observa el uso del robot mBot en la mitad de las buenas prácticas españolas y únicamente en una práctica internacional (Chou, 2018). Por último, se encuentran como coincidencias puntuales el uso del robot Bee-bot y de las placas electrónicas Arduino y micro:bit.

Se ha de resaltar que tanto el robot mBot como Lego Mindstorms son construibles y programables, permitiendo trabajar la ingeniería y la tecnología. Por lo tanto, se recomienda el uso del kit Lego Mindstorms en las prácticas españolas en EP, ya que estudios como el de Cannon-Ruffo (2020) y Chaudhary et al. (2016) constataron beneficios considerables como la mejora del rendimiento en las

materias STEM, en las habilidades de ingeniería, en colaboración, en pensamiento computacional y en resolución de problemas. Atendiendo a lo explicitado anteriormente en la etapa de ESO también se constata como mejora imprescindible en todos los escenarios el uso de material de bajo coste como robots propios construibles, encontrándose únicamente en la literatura científica la práctica abordada por Hu et al. (2023) en Taiwan. También se recomienda el uso de placas de programación como Arduino (Tsalmpouris et al., 2021) y micro:bit (Piljek et al., 2023), de bajo coste y fácil adquisición.

c. Áreas y contenidos STEM trabajados:

En cuanto a la implementación de la educación STEM integrada en las buenas prácticas españolas, destaca la integración curricular que se realiza de las cuatro disciplinas STEM de manera interrelacionada en cinco de ellas (Ferrada-Ferrada, 2021; Ferrada et al., 2021; Ferrada et al., 2023; Ferrada-Ferrada y Díaz-Levicoy, 2023; Greca Dufranc et al., 2020) con el objetivo de favorecer la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas junto al conocimiento del medio natural, social y cultural. Únicamente se observa, por un lado, una buena práctica que integra las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas junto a la tecnología, trabajando el pensamiento computacional y los ecosistemas (Hurtado Soler y Santamaría Pérís, 2019) y por otro lado, dos buenas prácticas que integran la ingeniería y la tecnología, mediante la programación, el uso, diseño y construcción de robots educativos (Blancas Muñoz, 2021; Casado Fernández y Checa Romero, 2020), trabajándose el contenido del pensamiento computacional relativo a las áreas de matemáticas y ciencias de la naturaleza (Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo).

En cambio, en la literatura científica mundial se observa mayor disparidad en cuanto a esta implementación, ya que, destaca el número de prácticas y estudios de revisión sistemática que exponen el abordaje de las disciplinas de tecnología e ingeniería a través del diseño, construcción, uso y programación de las plataformas robóticas (Chou, 2018; de Vink et al., 2023; Sapounidis et al., 2023; Tselegkaridis y Sapounidis, 2022) trabajándose transversalmente en gran medida contenidos matemáticos como la orientación, los ángulos y las distancias (Cervera et al., 2020; Chaudhary et al., 2016; Diago et al., 2022; Julià y Antolí, 2016; Nemiro et al., 2015; Tselegkaridis y Sapounidis, 2022), dándole muy poca importancia a la disciplina

científica. Por lo tanto, se observa en la literatura científica mundial un número muy reducido de propuestas integradas que abordan el área de conocimiento del medio natural, social y cultural junto a las matemáticas y la tecnología (Diago et al., 2022) o junto a la tecnología e ingeniería (Ruiz-Vicente et al., 2020; Tarrés-Puertas et al., 2023), no encontrándose prácticas que expliciten la integración de las 4 disciplinas STEM.

Se llega a la conclusión de que las buenas prácticas españolas disponen de un marco teórico consolidado que las permite implementar la educación STEM integrada, por lo que se constata una consistencia teórica y práctica con la literatura científica mundial, ya que siempre se interrelacionan dos o más disciplinas STEM, configurándose incluso como un marco de referencia para las prácticas abordadas fuera de España.

Se extraen como aspectos a mejorar en algunas de las buenas prácticas la implementación de contenidos de matemáticas y/o del conocimiento del medio natural, social y cultural por medio de la construcción y programación de robots.

Estudios como el de Stergiopoulou et al. (2017) demostraron que la implementación de la educación STEM integrada junto a la RE beneficiaron la motivación, compromiso y actitud positiva hacia las disciplinas STEM, así como la comprensión y explicación sobre la ciencia.

d. Inclusión educativa y atención a la diversidad:

Otro aspecto por considerar de manera imprescindible en las buenas prácticas españolas es la deficiente implementación que se realiza de la inclusión educativa, haciendo alusión únicamente la práctica de Ferrada-Ferrada et al. (2023) comprendida dentro de la tesis doctoral de Ferrada-Ferrada (2021). Estos autores han estudiado el impacto que tiene la RE junto a la educación STEM integrada en la mejora de la actitud hacia las ciencias y las matemáticas en un contexto diverso y vulnerable de un centro de EP en España. Esto contrasta con la literatura científica mundial de la que se extrae multitud de prácticas en las que se hace alusión a la puesta en práctica de propuestas inclusivas en RE y STEM con ANEAE (Di Tore et al., 2022; González-González et al., 2021; Hughes et al., 2022; Lamptey et al., 2021; Lindsay y Hounsell, 2017; Taylor y Glavey, 2024), así como a la

implementación del DUA para atender a la diversidad (Merino-Fernández et al., 2023; Thoma et al., 2023).

Por lo tanto, se confirma la necesidad de mejorar en las buenas prácticas españolas la implementación de la RE y la educación STEM con el objetivo de favorecer la inclusión educativa. En este aspecto, González-González et al. (2021) estudiaron la repercusión de un programa de RE en un aula hospitalaria, obteniéndose como resultados, que la RE favoreció el pensamiento computacional. Dorsey et al. (2013) llevaron a cabo varios proyectos de RE con alumnado con discapacidad visual, extrayéndose de su implementación que el uso del kit Lego Mindstorms favoreció que el alumnado necesitase menos ayuda de otro estudiante, ya que las piezas fueron fáciles de manejar, identificar y colocar en el lugar adecuado para construir el robot.

6. Conclusiones

Los objetivos de este trabajo han sido recopilar y analizar las características de las buenas prácticas españolas junto a otros estudios mundiales que han abordado la educación STEM integrada junto a la RE, con la finalidad de discutir la consistencia teórica y práctica entre ambos escenarios y establecer así posibles mejoras en las buenas prácticas de España.

A continuación, se van a exponer los principales hallazgos de esta investigación con el fin de establecer un marco de referencia tanto teórico como práctico para docentes e investigadores que lleven a cabo buenas prácticas que aborden la educación STEM integrada junto a la RE en EP y en ESO.

Respecto a las buenas prácticas abordadas en ESO en España se extrae el uso consistente de las metodologías del ABP junto con el aprendizaje cooperativo y colaborativo, aunque se aconseja el uso variado de diversas metodologías activas e inclusivas, lo cual favorece la atención a la diversidad (Acuerdo 29/2017, de 15 de junio, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba el II Plan de Atención a la Diversidad en la Educación de Castilla y León 2017-2022). Destacan por su relación con la educación STEM integrada la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (Akkoyun et al., 2023; Demo et al., 2012) y el proceso de diseño de ingeniería (Elbir y Cakiroglu, 2018; Farr y Light, 2019; Sen et al., 2021). En cuanto

a la implementación de la educación STEM integrada, resalta la integración coherente de las cuatro disciplinas STEM, estableciéndose como mejoras el empleo de modelos integrados como el transdisciplinar (Chang y Chen, 2023). Sobresale el uso congruente de recursos robóticos como el kit Lego Mindstorms, indicándose como mejora el uso de robots educativos propios construidos con material de bajo coste (Vega-Moreno et al., 2016). A todo esto, adquiere vital importancia el desarrollo coherente de las competencias de resolución de problemas sociales, de trabajo en equipo, creatividad e innovación, debiéndose mejorar la generación de habilidades de pensamiento crítico. Atendiendo a la realización de actividades extraescolares, se debe aumentar la implicación del alumnado en campeonatos de RE como la FLL para favorecer su cooperación, motivación y resolución de problemas (Arís y Orcos, 2019). Otro aspecto que se debe mejorar de manera imprescindible es la realización de prácticas que fomenten la igualdad de género, ya que estudios como los de Sullivan y Bers (2019) indican que las chicas tuvieron menos confianza en su capacidad técnica lo que repercute en que haya una infrarrepresentación de estas en competiciones de RE. Por último, también se extrae que la inclusión educativa es un aspecto por acrecentar de manera principal, ya que diversos estudios han constatado los grandes beneficios que repercute la RE en el ANEAE, sobre todo en el alumnado con TEA (Bennett et al., 2020; Knight et al., 2019; Lamptey et al., 2021; Wright et al., 2021).

En cuanto a las buenas prácticas implementadas en EP en España destaca el uso acorde del aprendizaje cooperativo y colaborativo junto con la ECBI, constituyéndose como mejora la implementación de diversas metodologías activas e inclusivas (Acuerdo 29/2017, de 15 de junio) como el ABP, el cual favorece la resolución de problemas (Coufal, 2022). Respecto a los recursos robóticos se emplea de manera recurrente el robot construible y programable mBot, debiéndose aumentar la diversidad de artefactos robóticos empleados, como Lego Mindstorms y de robots construidos con material de bajo coste (Hu et al., 2023), así como el uso de placas de programación como Arduino y micro:bit. Resalta la implementación robusta que se realiza de la educación STEM integrada, interrelacionándose las 4 disciplinas en la mayoría de las buenas prácticas, aunque se debe perfeccionar el empleo de la tecnología e ingeniería para trabajar

contenidos de matemáticas y/o conocimiento del medio natural, social y cultural. Por último, se ha de atender a la mejora de la inclusión educativa, empleando estrategias como el DUA (Merino-Fernández et al., 2023; Thoma et al., 2023), el cual permite adaptar las prácticas a las capacidades y características de todo el alumnado desde el principio sin necesidad de realizar adaptaciones curriculares (CAST, 2011).

Respecto a las limitaciones de la investigación, se incluye el uso de tres bases de datos científicas (WoS, Scopus y Dialnet) junto a la web 'Google Scholar', ya que existen diversidad de bases de datos científicas (ScienceDirect, Springer, ERIC, Taylor&Francis, Wiley y IEEE Xplore, etc.) dónde se podría encontrar más información relevante sobre esta línea de investigación.

Finalmente, se extraen como futuras líneas de investigación la recopilación de buenas prácticas que implementen la educación STEAM integrada a través de la RE y el pensamiento computacional en Europa o en el mundo, considerando la interrelación de cualquier disciplina del currículo de EP y ESO, como la educación física, lengua castellana y literatura, lengua extranjera, educación musical u otros contenidos transversales del currículo como la prevención del acoso escolar, la igualdad de género o la inclusión educativa, entre otros, lo que podría dar lugar a un conjunto de reflexiones más amplias sobre la temática abordada.

7. Referencias bibliográficas

Acuerdo 29/2017, de 15 de junio, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba el II Plan de Atención a la Diversidad en la Educación de Castilla y León 2017-2022. *Boletín Oficial de Castilla y León*. Valladolid, 19 de junio de 2017, núm. 115, pp. 23109-23176.

Akkoyun, N., Yalcin, S. A., Cakir, Z., y Yalcin, P. (2023). The effect of stem and stem-based robotic activities on the development of students' perceptions of mental risk-taking and its predictors and their inquiry skills in science learning. *Asian Journal of Contemporary Education*, 7(1), 1–14. <https://doi.org/10.55493/5052.v7i1.4752>

Álvarez, I., García-Langley, A., Brancazio, D., Bennett, A., y Triantafyllou, M. (5-8 de junio de 2023). *Adaptation of Marine Soft Robotics for K-12 Educational*

- Programs* [Papel de conferencia]. OCEANS 2023, Limerick, Ireland. <https://doi.org/10.1109/OCEANSLimerick52467.2023.10244316>
- Amo, D., Fox, P., Fonseca, D., y Poyatos, C. (2021). Systematic Review on Which Analytics and Learning Methodologies Are Applied in Primary and Secondary Education in the Learning of Robotics Sensors. *Sensors*, 21(1), 153. <https://doi.org/10.3390/s21010153>
- Anđić, B., Maričić, M., Mumcu, F., Prodromou, T., Leoste, J., Saimon, M., y Lavicza, Z. (2024). Direct and indirect instruction in educational robotics: a comparative study of task performance per cognitive level and student perception. *Smart Learning Environments*, 11(12). <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00298-6>
- Ardito, G., Czerkawski, B., y Scollins, L. (2020). Learning Computational Thinking Together: Effects of Gender Differences in Collaborative Middle School Robotics Program. *TechTrends*, 64, 373-387. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00461-8>
- Aris, N., y Orcos, L. (2019). Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills. *Education Sciences*, 9(73). <https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
- Bano, S., Atif, K., y Atif Mehdi, S. (2023). Systematic review: Potential effectiveness of educational robotics for 21st century skills development in young learners. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12233-2>
- Bellas, F., Naya, M., Varela, G., Llamas, L., Prieto, A., Becerra, J. C., Bautista, M., Faiña, A., y Duro, R. (2018). The Robobo Project: Bringing Educational Robotics Closer to Real-World Applications. En W. Iepuschitz, M. Merdan, G. Koppensteiner, R. Balogh, y D. Obdržálek (Eds.), *Robotics in Education: Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 630, pp. 226-237). Springer.
- Bennett, C. A., Gallup, J., Chambers, D., y Ray, B. (2020). Designing Inclusive STEM Learning Experiences for Adolescents with Autism Spectrum Disorder: Leveraging Robotics to Support Discourse. En D. Chambers (Ed.), *Assistive*

Technology to Support Inclusive Education (International Perspectives on Inclusive Education) (Vol. 14, pp. 125-140). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S1479-363620200000014011>

Bermúdez, A., Casado, R., Fernández, G., Guijarro, M., y Olivas, P. (2019). Drone challenge: A platform for promoting programming and robotics skills in K-12 education. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 16(1). <https://doi.org/10.1177/1729881418820425>

Bernstein, B., Mutch-Jones, K., Cassidy, M., y Hamner, E. (2022). Teaching with robotics: creating and implementing integrated units in middle school subjects. *Journal of Research on Technology in Education*, 5(2), 161-176. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1816864>

Bezerra Junior, J. E., Queiroz, P. G. G., y de Lima, R. W. (2018). A study of the publications of educational robotics: A Systematic Review of Literature. *IEEE Latin America Transactions*, 16(4), 1193-1199. <https://doi.org/10.1109/TLA.2018.8362156>

Blancas Muñoz, M. C. (2021). *Knowing what you know: A pedagogical model based on learners' metacognitive abilities* [Tesis de doctorado, Universitat Pompeu Fabra]. TDX (Tesis Doctorals en Xarxa). <http://hdl.handle.net/10803/670750>

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA.

Camargo, C., Patino, K., Benavides, C., y Sofrony, J. (18-20 de noviembre de 2015). *Iflab: Development Laboratory Platform* [Papel de conferencia]. 8th International Conference of Education, Research and Innovation, Seville, Spain.

Cannon-Ruffo, C. M. (2020). *The Efficacy of Educational Robotics in an Integrated Stem Elementary Curriculum* [Tesis de doctorado, Northern Illinois University]. ProQuest.

Casado Fernández, R., y Checa Romero, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Píxel-BIT*:

- Caspi, A., Gorsky, P., Nitzani-Hendel, R., y Shildhouse, B. (2023). STEM-oriented primary school children: participation in informal STEM programmes and career aspirations. *International Journal of Science Education*, 45(11), 923–945. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2177977>
- Cavaş, B., Kesercioğlu, T., Holbrook, J., Rannikmae, M., Ozdogru, E., y Gokler, F. (2012). The effects of robotics club on the students' performance on science process & scientific creativity skills and perceptions on robots, human and society. *3rd International Workshop, Teaching with Robotics*, 40–50.
- Center for Applied Special Technology. (2011). Universal Design for Learning guidelines version 2.0. http://www.educadua.es/doc/dua/CAST-Pautas-Traduccio%CC%81n-Versio%CC%81n-2018_Rev2023.pdf
- Cervera, N., Diago, P. D., Orcos, L., y Yáñez, D.F. (2020). The Acquisition of Computational Thinking through Mentoring: An Exploratory Study. *Education Sciences*, 10(8), 202. <https://doi.org/10.3390/educsci10080202>
- Chang, C.-C., y Chen, Y.-K. (2020). Cognition, Attitude, and Interest in Cross-Disciplinary i-STEM Robotics Curriculum Developed by Thematic Integration Approaches of Webbed and Threaded Models: a Concurrent Embedded Mixed Methods Study. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 622–634. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09841-9>
- Chang, C.-C., y Chen, Y.-K. (2022). Educational values and challenges of i-STEM project-based learning: A mixed-methods study with data-transformation design. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.976724>
- Chang, C.-C., y Chen, Y.-K. (2023). A Transdisciplinary STEM Course Integrated through Project-based Learning on Robotics: Perspective from Teacher and Student Feedback. *Asia Pacific Journal of Education*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/02188791.2023.2209698>

- Chao, J.-Y., Liu, C.-H., y Kao, H.-C. (2023). Science, Technology, Engineering, and Mathematics Curriculum Design for Teaching Mathematical Concept of Perspective at Indigenous Elementary School Using Robots. *Sensors and Materials*, 35(5), 1547-1556. <https://doi.org/10.18494/SAM4051>
- Chapman, A., Rodríguez, F. D., Pena, C., Hinojosa, E., Morales, L., Del Bosque, V., Tijerina, Y., y Tarawneh, C. (2020). "Nothing is impossible": characteristics of Hispanic females participating in an informal STEM setting. *Cultural Studies of Science Education*, 15, 723-737. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09947-6>
- Chaudhary, V., Agrawal, V., y Sureka, A. (2016). An Experimental Study on the Learning Outcome of Teaching Elementary Level Children using Lego Mindstorms EV3 Robotics Education Kit. *ArXiv*, 1610.09610. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1610.09610>
- Chiang, F.-K., Tang, Z., Zhu, D., y Bao, X. (2024). Gender disparity in STEM education: a survey research on girl participants in World Robot Olympiad. *International Journal of Technology and Design Education*, 34, 629–646. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09830-0>
- Coufal, P. (2022). Project-Based STEM Learning Using Educational Robotics as the Development of Student Problem-Solving Competence. *Mathematics*, 10(23), 4618. <https://doi.org/10.3390/math10234618>
- Cufí, X., El-Fakdi, A., y Medina, A. (05-08 de junio de 2023). *A Low Cost Educational ROV Platform for Promoting Engineering among young students: ROV R2B2, new challenges* [Papel de conferencia]. IEEE, OCEANS 2023, Limerick, Ireland. <https://doi.org/10.1109/OCEANSLimerick52467.2023.10244355>
- de Vink, I. C., Tolboom, J. L. J., y van Beekum, O. (2023). Exploring the effects of near-peer teaching in robotics education: The role of STEM attitudes. *Informatics in Education*, 22(2), 329-350. <https://doi.org/10.15388/infedu.2023.10>
- Decreto 38/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación primaria en la Comunidad de Castilla y León.

Boletín Oficial de Castilla y León. Valladolid, 30 de septiembre de 2022, núm. 190, pp. 48316-48849.

Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Valladolid, 30 de septiembre de 2022, núm. 190, pp. 48850-49542.

DeFreitas, P., Baksh, F., Zorec, M., Todd, J., y Vanlewin, O. (2023). An Evaluation of a Hybrid STEM-Robotics Programme for Students with Special Needs in Guyana. En C. Stephanidis, M. Antona, S. Ntoa, y G. Salvendy (Eds.), *HCI International 2023 Posters. HCII 2023. Communications in Computer and Information Science* (Vol. 1833, pp. 262-269). Springer, Cham. https://doi-org.ubu-es.idm.oclc.org/10.1007/978-3-031-35992-7_36

Demo, G. B., Moro, M., Pina, A., y Arlegui, J. (2012). In and out of the School Activities Implementing IBSE and Constructionist Learning Methodologies by Means of Robotics. En B. Barker, G. Nugent, N. Grandgenett, y V. Adamchuk (Eds.), *Robots in K-12 Education: A New Technology for Learning* (pp. 66-92). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-0182-6.ch004>

Di Tore, S., Todino, M. D., y Campitiello, L. (2022). Lab-H: A Laboratory to Develop 3D Printable Inclusive Open Educational Resources. En G. Casalino, M. Cimitile, P. Ducange, N. Padilla Zea, R. Pecori, P. Picerno, y P. Raviolo (Eds.), *Higher Education Learning Methodologies and Technologies Online. HELMeTO 2021. Communications in Computer and Information Science* (Vol. 1542, pp. 233-247). Springer, Cham. https://doi-org.ubu-es.idm.oclc.org/10.1007/978-3-030-96060-5_17

Diago, P. D., González-Calero, J. A., y Yáñez, D. F. (2022). Exploring the development of mental rotation and computational skills in elementary students through educational robotics. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 32, 100388. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100388>

Díaz-Lauzurica, B., y Moreno-Salinas, D. (2019). Computational Thinking and Robotics: A Teaching Experience in Compulsory Secondary Education with

- Students with High Degree of Apathy and Demotivation. *Sustainability*, 11(18), 5109. <https://doi.org/10.3390/su11185109>
- Dochshanov, A. M., y Lapina, M. (2019). Robotics in STEM education: A multiperspective strategy case study. *CEUR Workshop Proceedings*, 2494.
- Dorsey, R., Park, C., y Howard, A. M. (2013). Developing the Capabilities of Blind and Visually Impaired Youth to Build and Program Robots. *Journal on Technology and Persons with Disabilities*, 1, 57-69. <http://hdl.handle.net/10211.3/121965>
- Eguchi, A. (2014). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 8(1), 5-11. http://dx.doi.org/10.14313/JAMRIS_1-2014/1
- Elbir, B., y Cakiroglu, D. B. (2018). Stem Education: Robotics Integration in Science Laboratory. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 7(6), 904-910. <https://www.ijsr.net/archive/v7i6/ART20183371.pdf>
- Esposito, J. M. (2017). The state of robotics education: Proposed goals for positively transforming robotics education at postsecondary institutions. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 24(3), 157–164. <https://doi.org/10.1109/MRA.2016.2636375>
- Farr, V., y Light, G. (2019). Integrated STEM Helps Drone Education Fly. *IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, 398-401. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2019.8881958>
- Ferrada-Ferrada, C. (2021). *Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en robótica, con metodologías activas en 3º ciclo de Educación Primaria* [Tesis de doctorado, Universidad de Granada]. DIGIBUG: Repositorio Institucional de la Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/76036>
- Ferrada-Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, F. J., Díaz-Levicoy, D., y Silva-Díaz, F. (2020). La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 22. <https://doi.org/10.14201/eks.22036>

- Ferrada-Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Díaz-Levicoy, D., y Silva-Díaz, F. (2023). Evaluación de una propuesta educativa sostenible con un enfoque STEM para mejorar la actitud hacia las ciencias o matemáticas en estudiantes de 5° y 6° de educación primaria de España. *Investigações em Ensino de Ciências*, 28(1), 111-126. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n1p111>
- Ferrada-Ferrada, C., y Díaz-Levicoy, D. A. (2023). Robotics, programming, and an approach to environmental education / Robótica, programación y una aproximación a la educación ambiental. *Transformación*, 19(1), 30-52.
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N., y Parraguez, R. (2019). Propuesta de actividades STEM con Bee-bot en matemática. *Edma 0-6: Educación Matemática En La Infancia*, 8(1), 33-43. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2019.33-43>
- Ferrada-Ferrada, C., Puraivan Huenumán, E., Silva-Díaz, F., y Díaz-Levicoy, D. (2021). Robotics applied to classroom in Primary Education: a case in the Spanish context. *Sociología Y Tecnociencia*, 11(Extra_2), 240-259. https://doi.org/10.24197/st.Extra_2.2021.240-259
- Flores, J. M., y Ryokiti Homa, A. I. (2022). Educación STEM y robótica educativa como propuesta de enseñanza y aprendizaje en primaria. *Unión - Revista Iberoamericana de educación matemática*, 18(66), 1-15.
- Floroiu, D., Patric, P. C., y Duta, L. (2019). Trends in Educational Robotics. En N. A. Aspragathos, P. N. Koustoumpardis, y V. C. Moulitanitis (Eds.), *Advances in Service and Industrial Robotics: Proceedings of the 27th International Conference on Robotics in Alpe-Adria Danube Region (RAAD 2018)* (Vol. 67, pp. 737-744). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00232-9_77
- Foukarakis, G., y Syrris, I. (5-7 de marzo de 2018). *Designing and Implementing a Robotics Course for High School Students* [Papel de conferencia]. 12th International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spain. <https://doi.org/10.21125/inted.2018.2159>

- Galino, J. R., y Tanaka, H. (2021). Initiatives and Development of Secondary School Robotics Education in Camarin High School. *Journal of Robotics, Networking and Artificial Life*, 8(1), 60-65. <https://doi.org/10.2991/jrnal.k.210521.014>
- García-Langley, A., Álvarez, I., Chen, A., Li, A., Wang, H., Brancazio, D., Gutierrez, V., Bennett, A., y Triantafyllou, M. (17-20 de octubre de 2022). *Development of Educational Marine Soft Robotics STEM Platform as New Iteration of SeaPerch K-12 National Outreach Program* [Papel de conferencia]. OCEANS 2022, Hampton Roads, VA, USA. <https://doi.org/10.1109/OCEANS47191.2022.9977015>
- García-Carrillo, C., Greca, I.M., y Fernández-Hawrylak, M. (2021). Teacher Perspectives on Teaching the STEM Approach to Educational Coding and Robotics in Primary Education. *Education Sciences*, 11(2), 64. <https://doi.org/10.3390/educsci11020064>
- García-Tudela, P.A., y Marín-Marín, J.-A. (2023). Use of Arduino in Primary Education: A Systematic Review. *Education Sciences*, 13, 134. <https://doi.org/10.3390/educsci13020134>
- Gdanský, N. I., Kulikova, N. L., y Budnik, A. A. (2020). STEM technology in the study of educational robotics. *Revista Inclusiones: Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, 7(Nº. Extra-7), 206-219. <https://revistainclusiones.org/index.php/inclu/article/view/818>
- Gerber, L. C., Calasanz-Kaiser, A., Hyman, L., Voitiuk, K., Patil, U., y Riedel-Kruse, I. H. (2017). Liquid-handling Lego robots and experiments for STEM education and research. *PLOS Biology*, 15(3), e2001413. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001413>
- González, V., y González, P. (18-21 de octubre de 2023). *¿Funciona? Impact of FIRST robotics programs on minority students* [Papel de conferencia]. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), College Station, Texas, USA.
- González, A., y Redondo, A. (2013). AIToy 1, un robot neo-educativo con emociones. *Informática Educativa Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (18), 51–62.

- González-González, C. S., Violant Holz, V., Infante Moro, A., Cáceres García, L., y Guzmán Franco, M. D. (2021). Robótica educativa en contextos inclusivos: el caso de las aulas hospitalarias. *Educación XX1*, 24(1), 375-403. <https://doi.org/10.5944/educXX1.27047>
- Goñi Echeverría, I. (2023). *Mejora de la motivación en 3º de la ESO mediante actividades de robótica educativa* [Trabajo Fin de Máster, Universidad Pública de Navarra]. Académica-e: Repositorio de la Universidad Pública de Navarra. <https://hdl.handle.net/2454/45909>
- Graffin, M., Sheffield, R., y Koul, R. (2022). 'More than Robots': Reviewing the Impact of the FIRST® LEGO® League Challenge Robotics Competition on School Students' STEM Attitudes, Learning, and Twenty-First Century Skill Development. *Journal for STEM Education Research*, 5, 322–343. <https://doi-org.ubu-es.idm.oclc.org/10.1007/s41979-022-00078-2>
- Greca Dufranc, I. M., García Terceño, E. M., Fridberg, M., Cronquist, B., y Redfors, A. (2020). Robotics and Early-years STEM Education: The botSTEM Framework and Activities. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 01. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/7948>
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K., y Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84. <http://dx.doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>
- Hartigan, C., y Hademenos, G. (2019). Introducing ROAVEE: An Advanced STEM-Based Project in Aquatic Robotics. *The Physics Teacher*, 57(1), 17–20. <https://doi.org/10.1119/1.5084920>
- Hennessy Elliott, C. (2020). "Run it through me:" Positioning, power, and learning on a high school robotics team. *Journal of the Learning Sciences*, 29(4–5), 598–641. <https://doi.org/10.1080/10508406.2020.1770763>
- Hristov, G., Beloev, I., Zahariev, P., y Georgiev, G. (2023). The role of the universities as accelerators for the integration of the STEM learning methods in the primary and secondary schools. *Strategies for Policy in Science and Education*, 31(4s), 74-88. <https://doi.org/10.53656/str2023-4s-6-rol>

- Hu, C. C., Yang, Y. F., Cheng, Y. W. y Chen, N. S. (2023). Integrating educational robot and low-cost self-made toys to enhance STEM learning performance for primary school students. *Behaviour & Information Technology*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2222308>
- Hudson, M.-A., Baek, Y., Ching, Y.-h., y Rice, K. (2020). Using a Multifaceted Robotics-Based Intervention to Increase Student Interest in STEM Subjects and Careers. *Journal for STEM Education Research*, 3, 295–316. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00032-0>
- Hughes, C. E., Dieker, L. A., Glavey, E. M., Hines, R. A., Wilkins, I., Ingraham, K., Bukaty, C. A., Ali, K., Shah, S., Murphy, J., y Taylor, M. S. (2022). RAISE: Robotics & AI to improve STEM and social skills for elementary school students. *Frontiers in Virtual Reality*, 3. <https://doi.org/10.3389/frvir.2022.968312>
- Hurtado Soler, A., y Santamaría Péris, N. (2019). La robótica en la enseñanza de las ciencias en primaria, una experiencia con Bee-Bot. *Creativity and Educational Innovation Review (CEIR)*, (3), 104-119. <https://doi.org/10.7203/CREATIVITY.3.15977>
- Jaipal-Jamani, K. (2023). Preservice teachers' science learning and self-efficacy to teach with robotics-based activities: Investigating a scaffolded and a self-guided approach. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.979709>
- Johal, W., Robu, O., Dame, A., Magnenat, S., y Mondada, F. (14-18 de octubre de 2019). *Augmented Robotics for Learners: A Case Study on Optics* [Presentación en papel]. 2019 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), New Delhi, India. <https://doi.org/10.1109/RO-MAN46459.2019.8956363>
- Julià, C., y Antolí, J.Ò. (2016). Spatial ability learning through educational robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, 26, 185–203. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9307-2>

- Kaloti-Hallak, F., Armoni, M., y Ben-Ari, M. (2015). Students' attitudes and motivation during robotics activities. *ACM International Conference Proceeding Series*, 102–110. <https://doi.org/10.1145/2818314.2818317>
- Kaloti-Hallak, F., Armoni, M., y Ben-Ari, M. (2019). The Effect of Robotics Activities on Learning the Engineering Design Process. *Informatics in Education*, 18(1), 105-129. <https://doi.org/10.15388/infedu.2019.05>
- Karaahmetoğlu, K., y Korkmaz, O. (2019). The effect of project-based arduino educational robot applications on students' computational thinking skills and their perception of basic stem skill levels. *Participatory Educational Research*, 6(2), 1–14. <http://dx.doi.org/10.17275/per.19.8.6.2>
- Karagiorgou, E., y Spahos, V. (2016). Chembot: chemistry with robots. *Science in School, The European journal for science teachers*, 38, 42-45. <https://www.scienceinschool.org/es/article/2017/chembot-chemistry-robots-es/>
- Karalekas, G, Vologiannidis, S, y Kalomiros J. (2023). Teaching Machine Learning in K–12 Using Robotics. *Education Sciences*, 13(1), 67. <https://doi.org/10.3390/educsci13010067>
- Karaman, S., Anders, A. S., Boulet, M. T., Connor, J. A., Gregson, K., Guerra, W., Guldner, O., Mohamoud, M., Plancher, B., Shin, R., y Vivilecchia, J. R. (11 de marzo de 2017). *Project-based, collaborative, algorithmic robotics for high school students: Programming self-driving race cars at MIT* [Papel de conferencia]. 2017 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC), Princeton, NJ, USA. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2017.7910242>
- Keller, L., y John, I. (2020). Motivating Female Students for Computer Science by Means of Robot Workshops. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 10(1), 94–108. <https://doi.org/10.3991/ijep.v10i1.11661>
- Knight, V. F., Wright, J., Wilson, K., y Hooper, A. (2019). Teaching Digital, Block-Based Coding of Robots to High School Students with Autism Spectrum Disorder and Challenging Behavior. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49, 3113–3126. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04033-w>

- Lampthey, D. L., Cagliostro, E., Srikanthan, D., Hong, S., Dief, S., y Lindsay, S. (2021). Assessing the Impact of an Adapted Robotics Programme on Interest in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) among Children with Disabilities. *International Journal of Disability, Development and Education*, 68(1), 62–77. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2019.1650902>
- Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O. S., Hubert, T., y Almughyirah, S. (2016). Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 860–876. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9628-2>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 29 de diciembre de 2020, núm. 340, pp. 122868-122953.
- Lindsay, S., y Hounsell, K. G. (2017). Adapting a robotics program to enhance participation and interest in STEM among children with disabilities: a pilot study. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 12(7), 694–704. <https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1229047>
- Luo, W., Wei, H.R., Ritzhaupt, A.D., Huggins-Manley, A.C., y Gardner-McCune, C. (2019). Using the S-STEM Survey to Evaluate a Middle School Robotics Learning Environment: Validity Evidence in a Different Context. *Journal of Science Education and Technology*, 28, 429–443. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09773-z>
- Manikutty, G., Frey, L. M., Natarajan, A., Chilakapati, U., V. V., y Rao R, B. (9-11 de diciembre de 2019). *I Can Also Make Robots! Inspiring Rural Indian Children to Learn Robotics* [Papel de conferencia]. 2019 IEEE Tenth International Conference on Technology for Education (T4E), Goa, India. <https://doi.org/10.1109/T4E.2019.00022>
- Marrero, I. (2019). Desde LOGO hasta Scratch y más allá. *Números*, 100, 213-217.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A

review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822.
<https://doi.org/10.1002/sce.21522>

Marzoli, I., Rizza, N., Saltarelli, A., y Sampaolesi, E. (2021). Arduino: From Physics to Robotics. En D. Scaradozzi, L. Guasti, M. Di Stasio, B. Miotti, A. Monteriu, y P. Bliksten (Eds.), *Makers at School, Educational Robotics and Innovate Learning Environments* (Vol. 240, pp. 309-314). Springer.

Merino-Fernández, M. A., y Ortiz-Revilla, J. (7 de mayo de 2024). *Análisis de buenas prácticas de educación STEM y robótica en la Educación Primaria* [Comunicación presencial]. 3º Encuentro de Centros Innovadores en Burgos, Burgos, España. <https://dimglobal.ning.com/profiles/blogs/jornadaburgos24>

Merino-Fernández, M. A., Ortiz-Revilla, J., y Greca, I. M. (2023). Diseño universal para el aprendizaje en educación STEAM* integrada: una experiencia en educación primaria. *Revista de Enseñanza de la Física*, 35(2), 223-235.
<https://doi.org/10.55767/2451.6007.v35.n2.43733>

Merkouris, A., y Chorianopoulos, K. (2018). Programming touch and full-body interaction with a remotely controlled robot in a secondary education STEM course. En K. Nikitas, M. Basilis, K. John, P. Grammati, G. Stefanos, y D. Christos (Eds.), *PCI '18: Proceedings of the 22nd Pan-Hellenic Conference on Informatics* (pp. 225-229). Association for Computing Machinery (ACM).
<https://doi.org/10.1145/3291533.3291537>

Mihov, T., Stoitsov, G. y Dimitrov, I. (2022). STEM ROBOTICS IN PRIMARY SCHOOL. *Mathematics and Informatics*, 65(2), 149-159.
<https://doi.org/10.53656/math2022-2-4-ste>

Mizanoor Rahman, S. M. (2021). Assessing and Benchmarking Learning Outcomes of Robotics-Enabled STEM Education. *Education Sciences*, 11(2), 84.
<https://doi.org/10.3390/educsci11020084>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., y Group*, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264-269.
<https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>

- Mohr-Schroeder, M. J., Jackson, C., Miller, M., Walcott, B., Little, D. L., Speler, L., Schooler, W., y Schroeder, D. C. (2014). Developing middle school students' interests in STEM via summer learning experiences: See blue STEM camp. *School Science and Mathematics*, 114(6), 291–301. <https://doi.org/10.1111/ssm.12079>
- National Education Association. (2012). *Preparing 21st century students for a global society: An educator's guide to the "Four Cs."*. National Education Association.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education. Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. The National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.
- Naya-Varela, M., Guerreiro-Santalla, S., Baamonde, T., y Bellas, F. (2023). Robobo SmartCity: An Autonomous Driving Model for Computational Intelligence Learning Through Educational Robotics. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(4), 543-559. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3244604>
- Nemiro, J. E. (2020). Building Collaboration Skills in 4th- to 6th-Grade Students Through Robotics. *Journal of Research in Childhood Education*, 35(3), 351–372. <https://doi.org/10.1080/02568543.2020.1721621>
- Nemiro, J., Larriva, C., y Jawaharlal, M. (2015). Developing Creative Behavior in Elementary School Students with Robotics. *The Journal of Creative Behavior*, 51(1), 70-90. <https://doi.org/10.1002/jocb.87>
- Ocaña Rebollo, G. (2012). Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 5(10), 56-64. <https://doi.org/10.25115/ecp.v5i10.940>
- Ocaña Rebollo, G., Romero Albaladejo, I., Gil Cuadra, F., y Codina Sánchez, A. (2015). Implantación de la nueva asignatura "Robótica" en Enseñanza

- Secundaria y Bachillerato. *Investigación en la escuela*, (87), 65-79.
<https://doi.org/10.12795/ie.2015.i87.05>
- Orcos, L., y 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*, 35 (90), 810-843.
<https://reunir.unir.net/handle/123456789/9837>
- Orlando, S. (2020). *Análisis del aprendizaje de los estudiantes en un entorno educativo con actividades de robótica* [Tesis de doctorado, UNED: Universidad Nacional de Educación a Distancia]. E-spacio: Repositorio de la UNED.
- Orlando, S., Gaudioso, E., y de la Paz, F. (2024). Towards embedding robotics in learning environments with support to teachers: the IDEE experience. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 874-884.
<https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3339882>
- Ortiz-Revilla, J., Adúriz-Bravo, A., y Greca, I. M. (2020). A Framework for Epistemological Discussion on Integrated STEM Education. *Science & Education*, 29, 857-880. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00131-9>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I.M., y Arriasecq, I. (2022). A Theoretical Framework for Integrated STEM Education. *Science & Education*, 31, 383–404.
<https://doi.org/10.1007/s11191-021-00242-x>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Meneses-Villagrà, J. A. (2021). Effects of an integrated STEAM approach on the development of competence in primary education students (Efectos de una propuesta STEAM integrada en el desarrollo competencial del alumnado de Educación Primaria). *Journal for the study of education and development / Infancia y aprendizaje*, 44(4), 838-870. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925473>
- Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R., y Greca, I. M. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 13-33.
<https://doi.org/10.35362/rie8724634>

- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. Basic Books. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/1095592>
- Pérez Buj, G., y Diago Nebot, P. D. (2018). Estudio exploratorio sobre lenguajes simbólicos de programación en tareas de resolución de problemas con Bee-bot/ Exploratory study on symbolic programming languages in problem-solving activities with Bee-bot. *Magister*, 30(1 y 2), 9–20. <https://doi.org/10.17811/msg.30.1.2018.9-20>
- Piljek, P., Kotarski, D., Scuric, A., y Petanjek, T. (2023). Prototyping and Integration of Educational Low-Cost Mobile Robot Platform. *Technicki Glasnik-Technical Journal*, 17(2), 179-184. <https://doi.org/10.31803/tg-20220714131724>
- Ponce, P., López-Orozco, C. F., Reyes, G. E. B., Lopez-Caudana, E., Parra, N. M., y Molina, A. (2022). Use of Robotic Platforms as a Tool to Support STEM and Physical Education in Developed Countries: A Descriptive Analysis. *Sensors*, 22(3), 1037. <https://doi.org/10.3390/s22031037>
- Pujol López, F. A., Arques Corrales, M. Del P., Aznar Gregori, F., Jimeno Morenilla, A. M., Pujol López, M. Del M., Pujol López, M. J., Rizo Aldeguer, R., Saval Calvo, M., Sempere Tortosa, M. L., Tomás Díaz, D., Asensi Arques, M., González Rico, S., y Rodríguez Fajardo, D. (2020). Robótica educativa como herramienta de aprendizaje de tecnología. En R. Roig-Vila (Coord.), J. M. Antolí Martínez, R. Díez Ros, y N. Pellín Buades (Eds.), *Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria* (Vol. 2020, pp. 389-397). <http://hdl.handle.net/10045/110054>
- Pusceddu, G., Cocchella, F., Bogliolo, M., Belgiovine, G., Lastrico, L., Casadio, M., Rea, F., y Sciutti, A. (2023). Training School Teachers to Use Robots as an Educational Tool: The Impact on Robotics Perception. En F. Cavallo, J.-J. Cabibihan, L. Fiorini, A. Sorrentino, H. he, X. Liu, Y. Matsumoto, y S. Sam Ge (Eds.), *Social Robotics* (Vol. 13818, pp. 102-113). Springer.
- Quigley, C. F., y Herro, D. (2016). “Finding the Joy in the Unknown”: Implementation of STEAM Teaching Practices in Middle School Science and Math Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, (25), 410–426. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9602-z>

- Rakhmanina, A., Pinchuk, I., Vyshnyk, O., Tryfonova, O., Koycheva, T., Sydorko, V., y Iliencko, O. (2022). The Usage of Robotics as an Element of STEM Education in the Educational Process. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(5), 645-651.
<https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.5.90>
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 2 de marzo de 2022, núm. 52, pp. 24386-24504.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 30 de marzo de 2022, núm. 76, pp. 41571-41789.
- Reid, A. A. M., Gómez Aguilar, N., y Rioja del Rio, C. (21-22 de marzo de 2019). *Costs and Benefits to Implement STEM Programs in Schools: The Stimey Project* [Acta del congreso en papel]. International Conference on New Perspectives in Science Education, Florencia, Italia.
- Rodríguez Rodríguez, J.C., Martín-Pulido, E., Padrón, V.J., Alemán Alemán, J., García, C.R., y Quesada-Arencibia, A. (2017). Ciberlandia: An Educational Robotics Program to Promote STEM Careers in Primary and Secondary Schools. En M. E. Auer, D. Guralnick y J. Uhomoihi (Eds.), *Interactive Collaborative Learning, Advances in Intelligent Systems and Computing* (vol 544, pp. 440-454). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50337-0_42
- Rubenstein, M., Cimino, B., Nagpal, R., y Werfel, J. (26-30 de mayo de 2015). *AERobot: An affordable one-robot-per-student system for early robotics education* [Papel de conferencia]. 2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Seattle, WA, USA.
<https://doi.org/10.1109/ICRA.2015.7140056>
- Ruiz Vicente, F., Zapatera Llinares, A., y Montés Sánchez, N. (2020). "Sustainable City": A Steam Project Using Robotics to Bring the City of the Future to Primary Education Students. *Sustainability*, 12, 9696.
<https://doi.org/10.3390/su12229696>

- Sáez-López, J. M., y Buceta-Otero, R. (2023). El robot M Bot para el aprendizaje de coordenadas cartesianas en Educación Secundaria. *PÍXEL-BIT. Revista de medios y educación*, (66), 271-301. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.95617>
- Sánchez Sánchez, T., Serrano Sánchez, J. L., y Rojo Acosta, F. (2020). Influence of Educational Robotics on Motivation and Cooperative Learning in Primary Education: a Case Study / Influencia de la robótica educativa en la motivación y el trabajo cooperativo en Educación Primaria: un estudio de caso. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(2), 141–152. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2020.v6i2.6779>
- Sánchez-Serrano, S., Pedraza-Navarro, I., y Donoso-González, M. (2022). ¿Cómo hacer una revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA? Usos y estrategias fundamentales para su aplicación en el ámbito educativo a través de un caso práctico. *Bordón, Revista de Pedagogía*, 74(3), 51-66. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.95090>
- Sanders, M. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sanz-Camarero, R., Ortiz-Revilla, J., y Greca, I.M. (2023). La función de las artes en las propuestas educativas integradas: una revisión sistemática / The role of the arts in integrated educational proposals: a systematic review. *ARTSEDUCA Revista electrónica de educación en las Artes*, 37, 117-128. <http://dx.doi.org/10.58262/ArtsEduca.3710>
- Sapounidis, T., Tselegkaridis, S., y Stamovlasis, D. (2023). Educational robotics and STEM in primary education: a review and a meta-analysis. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2160394>
- Scaradozzi, D., Cesaretti, L., Screpanti, L., y Mangina, E. (2020). Identification of the Students Learning Process During Education Robotics Activities. *Frontiers in Robotics and AI*, 7, 21. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00021>

- Schifferle, T. M., y Kollegger, N. (2021). Enabling agile rapid product development in K12 classrooms by enhancing an educational exoskeleton. *Proceedings of 5th FabLearn Europe / MakeEd Conference 2021 – An International Conference on Computing, Design and Making in Education*. Association for Computing Machinery (ACM). <https://doi.org/10.1145/3466725.3466768>
- Schina, D., Usart, M., y Esteve-Gonzalez, V. (2020). Participants' Perceptions About Their Learning with FIRST LEGO® League Competition – a Gender Study. En M. Merdan, W. Lepuschitz, G. Koppensteiner, R. Balogh, y D. Obdržálek (Eds.), *RiE 2019: Robotics in Education, Advances in Intelligent Systems and Computing 1023* (pp. 313-324). Springer, Cham. https://doi-org.ubues.idm.oclc.org/10.1007/978-3-030-26945-6_28
- Sen, C., Sonay Ay, Z., y Ahmet Kiray, S. (2021). Computational thinking skills of gifted and talented students in integrated STEM activities based on the engineering design process: The case of robotics and 3D robot modeling. *Thinking Skills and Creativity*, 42, 100931. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100931>
- Silva-Díaz, F. R., Fernández-Ferrer, G., Vázquez-Vílchez, M., Ferrada, C., Narváez, R., y Carrillo-Rosúa, J. (2022). Tecnologías emergentes en la educación STEM. Análisis bibliométrico de publicaciones en Scopus y WoS (2010-2020). *Bordón. Revista De Pedagogía*, 74(4), 25–44. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94198>
- Siouli, S., Dratsiou, I., Antoniou, P. E. y Bamidis, P. D. (2019). Learning with Educational Robotics through Co-Creative Methodologies. *Interaction Design and Architecture(s) Journal – IxD&A*, (42), 29-46. <https://doi.org/10.55612/s-5002-042-002>
- Sisman, B., Kucuk, S. y Ozcan, N. (2022). Collaborative behavioural patterns of elementary school students working on a robotics project. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(4), 1018-1032. <http://dx.doi.org/10.1111/jcal.12659>
- Stergiopoulou, M., Karatrantou, A. y Panagiotakopoulos, C. (2017). Educational Robotics and STEM Education in Primary Education: A Pilot Study Using the

- H&S Electronic Systems Platform. En D. Alimisis, M. Moro, y E. Menegatti (Eds.), *Educational Robotics in the Makers Era* (pp. 88-103). Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 560. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55553-9_7
- Sullivan, A., y Bers, M. U. (2019). VEX Robotics Competitions: Gender Differences in Student Attitudes and Experiences. *Journal of Information Technology Education: Research*, 18, 97-112. <https://doi.org/10.28945/4193>
- Sun, D., Zhan, Y., Wan, Z. H., Yang, Y., y Looi, C. K. (2023). Identifying the roles of technology: a systematic review of STEM education in primary and secondary schools from 2015 to 2023. *Research in Science & Technological Education*, 1–25. <https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2251902>
- Susilo, E., Liu, J., Alvarado Rayo, Y., Melissa Peck, A., Montenegro, J., Gonyea, M., y Valdastrì, P. (2016). STORMLab for STEM Education: An Affordable Modular Robotic Kit for Integrated Science, Technology, Engineering, and Math Education. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 23(2), 47-55. <https://doi.org/10.1109/MRA.2016.2546703>
- Tarrés-Puertas, M. I., Costa, V., Pedreira Álvarez, M., Lemkow-Tovias, G., Rossell, J. M., y Dorado, A. D. (2023). Child–Robot Interactions Using Educational Robots: An Ethical and Inclusive Perspective. *Sensors*, 23 (3), 1675. <https://doi.org/10.3390/s23031675>
- Tay, T. T., Lim, Z. Z., y Chua, Y. L. (25-26 de octubre de 2017). *Utilizing autonomous mobile robot to increase interest in STEM* [Papel de conferencia]. 2017 3rd International Conference on Science in Information Technology (ICSITech), Bandung, Indonesia. <https://doi.org/10.1109/ICSITech.2017.8257103>
- Taylor, M. S., y Glavey, E. M. (2024). Harnessing Robotics and Coding to Foster Social-Emotional Learning in Students With Autism. *Journal of Special Education Technology*, 39(2), 306-313. <https://doi.org/10.1177/01626434231199992>
- Theodoropoulou, I., Lavidas, K., y Komis, V. (2023). Results and prospects from the utilization of Educational Robotics in Greek Schools. *Technology*,

Knowledge and Learning, 28, 225–240. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09555-w>

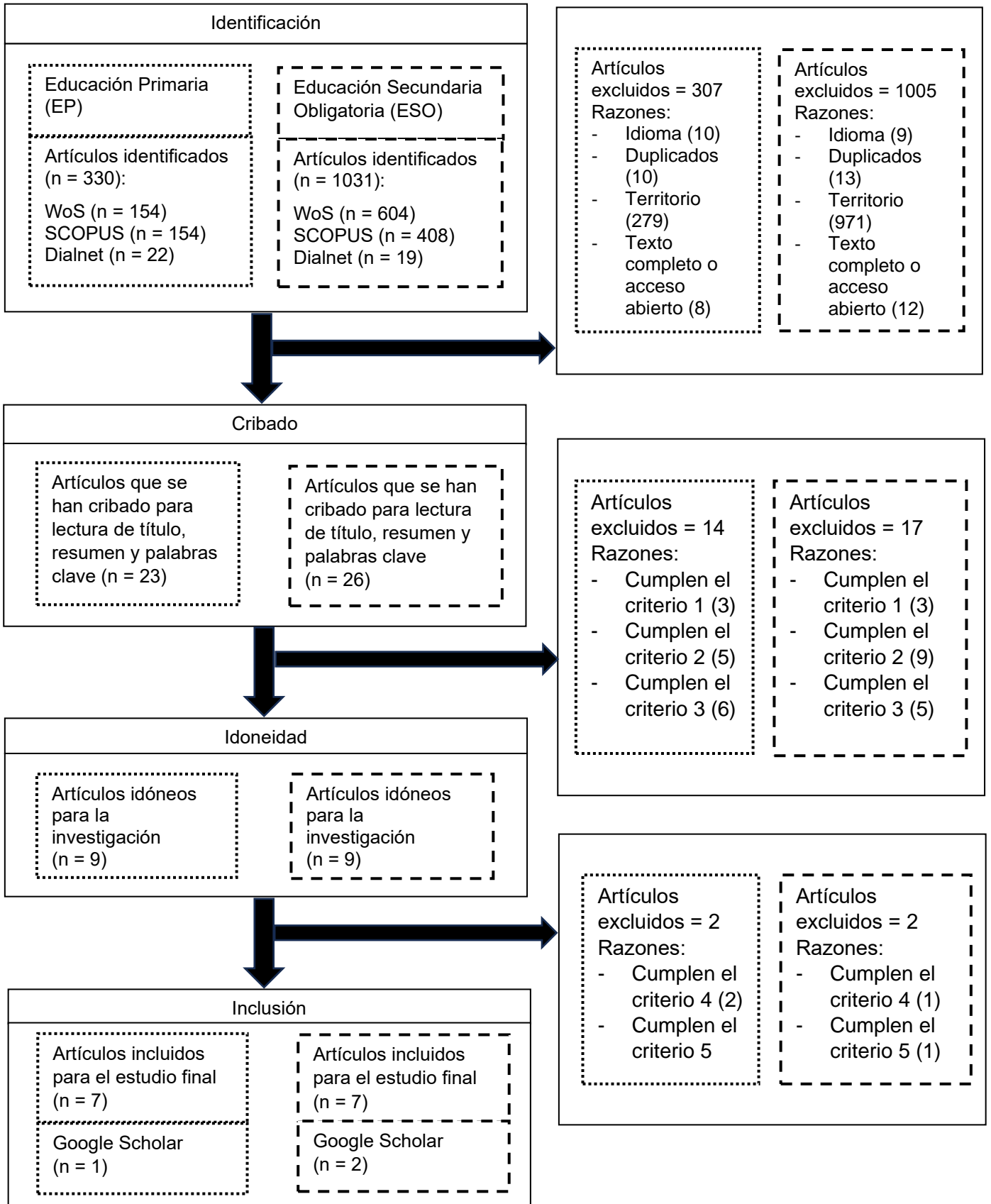
- Thoma, R. Farassopoulos, N. y Lousta, C. (2023). Teaching STEAM through universal design for learning in early years of primary education: Plugged-in and unplugged activities with emphasis on connectivism learning theory. *Teaching and Teacher Education*, 132, 104210. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104210>
- Toma, R. B., y Greca, I. M. (2018). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Tsalmpouris, G., Tsinarakis, G., Gertsakis, N., Chatzichristofis, S. A., y Doitsidis, L. (2021). HYDRA: Introducing a Low-Cost Framework for STEM Education Using Open Tools. *Electronics*, 10, 3056. <https://doi.org/10.3390/electronics10243056>
- Tselegkaridis, S., y Sapounidis, T. (2022). Exploring the Features of Educational Robotics and STEM Research in Primary Education: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 12(5), 305. <https://doi.org/10.3390/educsci12050305>
- Tzagkaraki, E., Papadakis, S., y Kalogiannakis, M. (2021). Exploring the Use of Educational Robotics in Primary School and Its Possible Place in the Curricula. En M. Malvezzi, D. Alimisis, y M. Moro (Eds.), *Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills - EDUROBOTICS 2021* (Vol. 982, pp. 216-229). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_19
- Üçgül, M., y Altıok, S. (2022). You are an astronereer: the effects of robotics camps on secondary school students' perceptions and attitudes towards STEM. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(3), 1679-1699. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09673-7>
- Üçgül, M., y Cagiltay, K. (2014). Design and development issues for educational robotics training camps. *International Journal of Technology and Design Education*, 24, 203-222. <https://doi.org/10.1007/s10798-013-9253-9>

- Valko, N. V., y Osadchyi, V. V. (2021). Teaching robotics to future teachers as part of education activities. *Journal of Physics: Conference Series*, 1946, 012016. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1946/1/012016>
- Valls Pou, A., Canaleta, X., y Fonseca, D. (2022). Computational thinking and Educational Robotics Integrated into Project-Based Learning. *Sensors*, 22(10), 3746. <https://doi.org/10.3390/s22103746>
- Van Wassenae, N., Tolboom, J. y van Beekum, O. (2023). The Effect of Robotics Education on Gender Differences in STEM Attitudes among Dutch 7th and 8th Grade Students. *Education Sciences*, 13(2), 139. <https://doi.org/10.3390/educsci13020139>
- Vasconcelos, V., Bigotte, E., Marques, L., y Almeida, R. (2022). *Make a Lab – A Project Focused on the Gender Gap in STEM Fields* [Presentación en papel]. Proceedings of the 2022 31st Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering, EAEEIE 2022, Coimbra, Portugal.
- Vega, J., y Cañas, J. M. (2018). PiBot: An Open Low-Cost Robotic Platform with Camera for STEM Education. *Electronics*, 7(12), 430. <https://doi.org/10.3390/electronics7120430>
- Vega, J., y Cañas, J. M. (2019). PyBoKids: An Innovative Python-Based Educational Framework Using Real and Simulated Arduino Robots. *Electronics* 8(8), 899. <https://doi.org/10.3390/electronics8080899>
- Vega-Moreno, D., Cufí Solé, 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. *IJERI: International journal of Educational Research and Innovation*, (6), 162-175.
- Wang, W. -h. (5 de marzo de 2016). *A mini experiment of offering STEM education to several age groups through the use of robots* [Papel de conferencia]. 2016 *IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, Princeton, NJ, USA. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2016.7457516>

- Wang, C., y Frye, M. (16 de marzo de 2019). *miniGEMS 2018 Summer Camp Evaluation: Empowering Middle School Girls in STEAM* [Papel de conferencia]. IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC), Princeton, NJ, USA, <http://dx.doi.org/10.1109/ISECon.2019.8881981>
- Weinberg, J. B., Pettibone, J. C., Thomas, S. L., Stephen, M. L., y Stein, C. (2007). The impact of robot projects on girls' attitudes toward science and engineering. In Robotics science and systems (RSS) workshop on research in robots for education. <https://www.siue.edu/engineering/pdf/WeinbergRSSWorkshop2007.pdf>
- Wimer, B., Dannemiller, J., Mahmud, S., y Kim, J. H. (2023). Low-Cost Entry-Level Educational Drone with Associated K-12 Education Strategy. En H. Zaynidinov, M. Singh, U. S. Tiwary, y D. Singh (Eds.), *Intelligent Human Computer Interaction (IHCI 2022)* (vol. 13741, pp. 323-335). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-27199-1_32
- Wong, A. S. W., Jeffery, R., Turner, P., Sleaf, S., y Chalup, S. K. (2019). RoboCup Junior in the Hunter Region: Driving the Future of Robotic STEM Education. En D. Holz, K. Genter, M. Saad, y O. von Stryk (Eds.), *RoboCup 2018: Robot World Cup XXII* (vol. 11374, pp. 362-373). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27544-0_30
- Wright, J. C., Knight, V. F., Barton, E. E., y Edwards-Bowyer, M. (2021). Video Prompting to Teach Robotics and Coding to Middle School Students with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Special Education Technology*, 36(4), 187-201. <https://doi.org/10.1177/0162643419890249>
- Zhong, B., Liu, X., y Huang, Y. (2023). Effects of Pair Learning on Girls' Learning Performance in Robotics Education. *Journal of Educational Computing Research*, 61(1), 151-177. <https://doi.org/10.1177/07356331221092660>
- Zhong, B., Liu, X., Xia, L., y Sun, W. (2022). A proposed taxonomy of teaching models in STEM education: Robotics as an example. *SAGE Open*, 12(2). <https://doi.org/10.1177/21582440221099525>

Anexos

1. Diagrama de flujo de la Revisión Sistemática



2. Ejemplos de buenas prácticas abordadas en España en Educación Secundaria Obligatoria (ESO)

A continuación, se van a mostrar una serie de buenas prácticas que abordan la educación STEM integrada junto a la RE en España en la etapa de ESO.

1. Título de la actividad / práctica	1ª - A Low Cost Educational ROV Platform for Promoting Engineering among young students: ROV R2B2, new challenges.
2. Autor/es (año/s de la publicación o de su implementación)	Cufí et al. (2023)
3. Edad de los estudiantes	12-16 años
4. Curso/s escolar/es /tipo de educación <i>(etapa y nivel educativo, entorno de educación formal, no formal, etc.)</i>	Etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO)
5. Destinatarios <i>(tamaño del grupo, género, alumnado con necesidades específicas de</i>	Han participado en dicho proyecto 846 estudiantes de ESO, a lo largo de 56 ediciones del taller ROV R2B2, construyéndose 219 vehículos submarinos.

<p><i>apoyo educativo, etc.)</i></p>	
<p>6. Duración del proyecto/práctica <i>(¿cuándo se realizó?, periodicidad, tiempo de duración, número de sesiones, etc.)</i></p>	<p>Este proyecto comenzó en noviembre del 2008, hace más de 15 años, llevándose a cabo mediante un taller o varios de ellos de manera anual, a excepción del año 2020, debido a la pandemia mundial por el COV19. Actualmente se sigue desarrollando, destacando Cufí et al. (2023) que durante este año 2024 van a implementar dos nuevos retos a partir de abril, tratando por un lado la teleoperación remota y por otro, el diseño y simulaciones espaciales de la NASA.</p>
<p>7. Lugar/centro <i>(país/es, centro/s y/o espacio/s en el/los que se aborda)</i></p>	<p>Esta práctica se ha llevado a cabo en el Centro de Investigación en Robótica Submarina de la Universidad de Girona (España).</p>
<p>8. Áreas curriculares y temas STEM abordados <i>(asignaturas integradas y contenidos trabajados)</i></p>	<p>El proyecto ROV R2B2 aborda contenidos curriculares de las áreas didácticas de Tecnología y Ciencias (física) de la etapa de ESO. De manera concreta se desarrollan: Las leyes de Newton, el principio de Arquímedes, el control de motores de corriente continua, proceso de diseño de ingeniería de la estructura y chasis del vehículo, así como de la localización de los motores, manejo del joystick, estudio de distintos tipos de sensores, diseño y construcción de diferentes actuadores usando tecnologías acordes, programación informática, uso de placas microcontroladoras de código abierto, etc. Además de manera transversal a lo largo de todo el taller también se trabajan el trabajo en equipo, el uso seguro y adecuado de recursos profesionales, trabajar en un entorno profesional real, la creatividad, cumplir las normas de seguridad establecidas, así como aprender a emplear recursos de diversa índole, siguiendo la cultura “maker” (“hazlo tú mismo”).</p>
<p>9. Origen de la actividad</p>	<p>Este proyecto surgió principalmente de las ideas de otro proyecto muy importante denominado SeaPearch, llevado a cabo en Estados Unidos y apoyado por RoboNation. Esto tiene por objetivo construir un vehículo robótico de exploración submarina (ROV) usando materiales de bajo coste, para promover y motivar en el alumnado de ESO el interés por las carreras de ingeniería. También se busca</p>

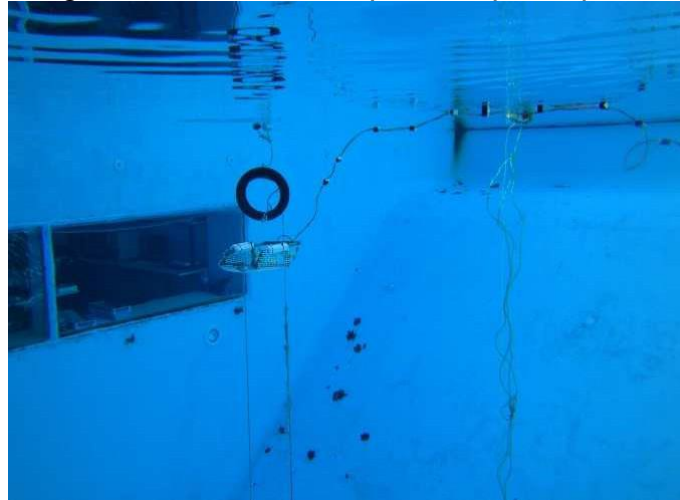
<p><i>(¿cómo surge?, ¿cuál es su finalidad?)</i></p>	<p>promover nuevas formas de aprendizaje mediante la realización de proyectos transversales, la creatividad, el trabajo en equipo, la filosofía “hazlo tú mismo”, etc. En este sentido, Cufí et al. (2023) están desarrollando actualmente dos retos. El primero tiene por finalidad acercar la ingeniería y educación a todo el mundo, considerando en especial al alumnado que tenga dificultades de accesibilidad al laboratorio, con el fin de formar una comunidad digital de participantes. El segundo reto busca vincular las ciencias aeroespaciales a través de robots submarinos educativos que permitan cumplir misiones espaciales de la NASA.</p>
<p>10. Objetivos educativos <i>(¿cuáles son los propósitos de aprendizaje?)</i></p>	<p>Construir y programar un Vehículo Submarino Autónomo a pequeña escala, que sea funcional y sencillo, usando para ello materiales de bajo coste, con el objetivo de reforzar su vínculo emocional con la actividad. Explicar y debatir sobre distintos proyectos de investigación y vehículos submarinos a nivel global, que ponen de manifiesto la interrelación de diversas disciplinas y contenidos STEM, tales como la biología marina, la geología y la arqueología. Descubrir las similitudes y diferencias entre los comportamientos que tienen sus diseños y los vehículos submarinos reales.</p>
<p>11. Metodología/s implementada/s en la propuesta <i>(¿cómo voy a abordar la actividad?)</i></p>	<p>Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) Aprendizaje Cooperativo <i>Learning by Doing</i> (Aprender haciendo) Proceso de Diseño de Ingeniería (actividad del segundo reto)</p>
<p>12. Breve descripción de la actividad <i>(secuencia de tareas ordenadas)</i></p>	<p>El alumnado fabrica y programa un vehículo submarino programable no tripulado (ROV) usando un sistema de control inalámbrico a través de una aplicación informática que simula el comportamiento de los usados en misiones reales de exploración e investigación. Para ello, el alumnado trabaja con plataformas electrónicas de código abierto de bajo coste y fácil manejo, con el objetivo de que programen estos vehículos submarinos autónomos para cumplir una serie de misiones que se prueban en una piscina. En este sentido el alumnado trabaja el proceso de diseño en ingeniería de manera cooperativa, proponiendo y diseñando diferentes modelos de chasis del robot y de sus características, con el objetivo educativo de optimizar el vehículo y cumplir las misiones/retos.</p>

	<p>Por otro lado, también cabe destacar dos nuevos retos que se abordarán a partir de abril de 2024, los cuales consiste en:</p> <p>El primer reto consiste en acercar la ingeniería y educación a todo el mundo a través de una plataforma de teleoperación remota. Para ello, Cufí et al. (2023) están en contacto con niños/as hospitalizados con el objetivo de realizar actividades didácticas de manejo de robots submarinos a distancia. Esto tiene el objetivo de promover la educación STEM, ya que los estudiantes exploran entornos submarinos aprendiendo sobre la vida marina y recogiendo datos de investigación científica. Para conseguir este propósito educativo, se debe proporcionar los equipos tecnológicos necesarios, así como una conexión a internet de alta velocidad y una plataforma online segura para manejar el ROV.</p> <p>La plataforma online de control remoto de los vehículos permite manejar la dirección del vehículo, ajustar el ángulo de la cámara y controlar los sensores o cualquier otra herramienta del ROV. Adicionalmente, incluye funciones interactivas, tales como minijuegos o retos que deben superar, así como el empleo de recursos educativos que los enseñen el medio ambiente submarino y la tecnología que se usa para su exploración, trabajando la investigación científica a través de la recogida de datos.</p> <p>El segundo reto consiste en el uso de vehículos submarinos de bajo coste con la meta de diseñar y probar misiones espaciales de la NASA, a través de actividades extravehiculares. Se trabajan contenidos STEM relacionados con la ingeniería civil, eléctrica, mecánica y aeroespacial aprendiendo sobre el Laboratorio de Flotabilidad Neutral (NBL) de Houston (Texas, Estados Unidos) y diferentes maquetas.</p> <p>El objetivo didáctico de dicho reto consiste en aplicar el proceso de diseño de ingeniería (PDI) para diseñar, construir y probar una unidad submarina teledirigida para completar una misión estipulada, modificando su estructura, sensores, incluir herramientas, etc. A todo esto, se pueden realizar misiones como la misión del carro CETA en la que los estudiantes modifican el almacén del ROV, lo desplazan e incluyen un sistema de frenado de este.</p>
<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación <i>(¿qué mejoras/dificultades ha habido en el aprendizaje? y/o</i></p>	<p>De modo general se especifica únicamente que los resultados recogidos hasta la fecha de la realización de estos talleres STEM de robótica educativa (ROV R2B2) abordados en el territorio español, demuestran una valoración muy positiva de la experiencia vivida por los estudiantes y docentes implicados, manifestándose una gran satisfacción por el aprendizaje, cubriéndose los objetivos didácticos previstos.</p> <p>A continuación, se van a detallar una serie de resultados relacionados con el segundo reto mencionado de incorporar simulaciones de misiones de la NASA, atendiendo a encuestas realizadas después de</p>

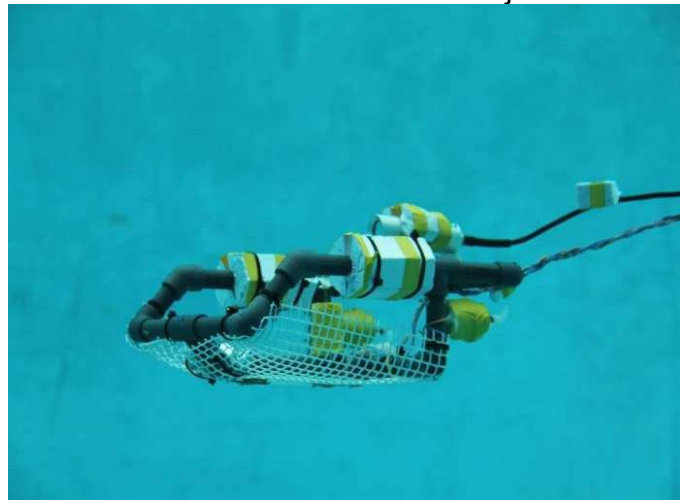
<p><i>¿qué y cómo se ha evaluado?)</i></p>	<p>abordar la actividad Space Exploration SeaPerch International Challenge, llevada a cabo en la región de SeaPerch de Houston-Galveston (Estados Unidos). En este sentido, se recogió que la mayoría del alumnado participante (70%) manifestó un gran interés por continuar vocaciones STEM en un futuro, conociendo dichas carreras más del 80% de estos. También se constató una mejoría significativa en el interés de estos por la ingeniería y otras carreras STEM después de aplicar el programa educativo.</p>
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s <i>(¿qué recursos didácticos se necesitan?)</i></p>	<p>Creación de un vehículo submarino programable, a través de tubos y juntas de PVC de 20 mm de diámetro, que albergue dos motores de corriente continua horizontales y uno vertical. Dichos motores están conectados a unas tarjetas de control de potencia, junto a una placa programable de bajo coste. Consola de control de los 3 motores, que puede ser de cualquier material, pero que incorpore un panel frontal con joystick y dos botones. Aunque dependiendo del nivel tecnológico del alumnado, también se puede usar un dispositivo móvil, así como una app diseñada por estos como consola de control. Uso de ordenadores portátiles para programar los vehículos.</p>
<p>15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional) <i>(¿qué promueve la actividad en el alumnado?, pautas para el docente)</i></p>	<p>Se aconseja abordarlo también en la educación formal en los institutos de educación secundaria obligatoria, integrando áreas de tecnología y ciencias del currículo de la ESO. Aunque dicha actividad se abordó en una piscina, se puede realizar en otros entornos más sencillo con una cantidad mínima de agua. También permite la flexibilidad de usar otros materiales para contruir y programar el robot, así como otros enfoques/metodologías pedagógicas como la enseñanza de las ciencias basada en la indagación y el proceso de diseño en ingeniería, etc.</p>
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional) <i>(inclusión de material que</i></p>	

permita visualizar la actividad)

Imagen del ROV R2B2 tripulando por la piscina de pruebas de la Universidad de Girona:



Vista del vehículo submarino de bajo coste:



Cuadro de mando del ROV:
Control Robot

Desconectar Buscar dispositivos

Bluetooth: Desconnectat

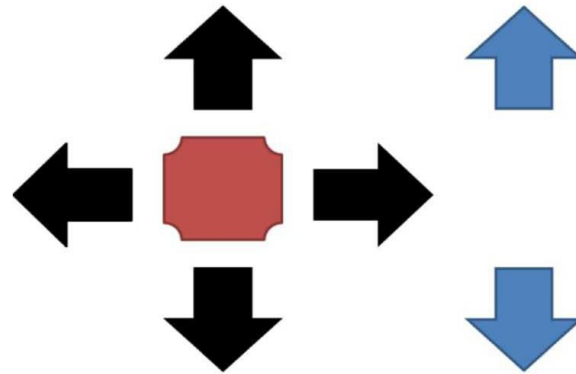
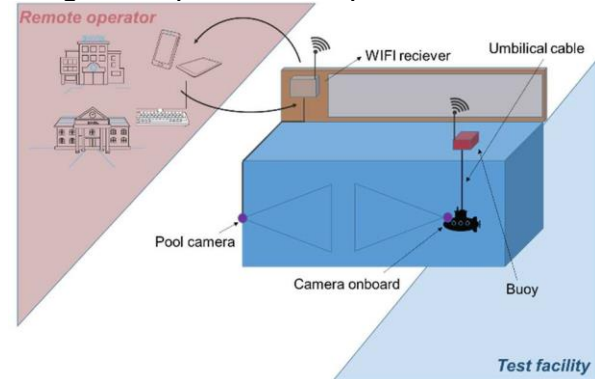


Imagen del primer reto que consiste en una plataforma de teleoperación remota:



1. Título de la actividad / práctica	2ª - Toward Embedding Robotics in Learning Environments With Support to Teachers: The IDEE Experience.
2. Autor/es (año/s de la publicación o de su implementación)	Orlando et al. (2024)
3. Edad de los estudiantes	13-14 años
4. Curso/s escolar/es / tipo de educación	Cursos de 1º y 2º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO)
5. Destinatarios	Dicha práctica STEM con robótica educativa ha sido abordada por 15 estudiantes de ESO del Colegio Italiano de Madrid. Por otro lado, cabe mencionar que se ha formado un grupo control de 13 discentes, los cuales han trabajado los mismos conceptos, pero a través de una metodología tradicional.
6. Duración del proyecto/práctica	El ejemplo de propuesta didáctica que aquí se enmarca tuvo una duración de 2 horas, trabajando el contenido del plano inclinado mediante un entorno educativo didáctico integrado (IDEE).
7. Lugar/centro	La práctica se ha llevado a cabo en el Colegio Italiano de Madrid, en España.
8. Áreas curriculares y temas STEM abordados	Sobre todo, se trabaja el área de Física a través de la robótica educativa. Concretamente se trabajan los siguientes contenidos de Física (Ciencias): Movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado, plano inclinado y caída libre. También se trabajan otros contenidos STEM interdisciplinariamente como la Tecnología: El alumnado tiene que usar el lenguaje de programación por bloques para programar una acción en el robot, a través de la plataforma digital 'Blockly' Uso de una interfaz digital del alumnado, denominada ' <i>Integrated Didactic Educational Environment</i> ' (IDEE), traducido como entorno educativo didáctico integrado, que consiste en una web que contiene

	<p>diferentes experiencias y actividades que usan la robótica para enseñar física en ESO, ofreciendo información sobre el progreso de aprendizaje del alumnado.</p> <p>Además, se trabajan interdisciplinariamente algunos contenidos del área de matemáticas, como la interpretación de gráficos de funciones matemáticas, así como el sistema de referencia, con el objetivo de transformar magnitudes físicas en datos numéricos para trabajar con ellos.</p>
9. Origen de la actividad	<p>Dicha práctica nace de la necesidad de abordar experiencias educativas en un aula de ESO que apoyen a los docentes en el diseño de actividades integradas de enseñanza-aprendizaje que proporcionen información sobre la evolución en los aprendizajes del alumnado in situ. Esto es debido a que la mayoría de las experiencias se enmarcan en actividades extraescolares, lo que repercute en una carencia por parte de los docentes en el uso de kits de Robótica Educativa (RE). Para ello se crea un modelo didáctico propio denominado entorno educativo didáctico integrado (IDEE), que permite desarrollar los aprendizajes en física a través de la robótica educativa, así como monitorizar su progreso.</p>
10. Objetivos educativos	<p>Mejorar la información proporcionada a los docentes sobre los resultados de aprendizaje con el objetivo de que estos se centren en atender las necesidades específicas de cada estudiante, atendiendo a las destrezas que intervienen en cada una de las experiencias didácticas.</p> <p>Aprender contenidos del área de física, así como de programación informática y matemáticas a través del uso de un entorno educativo didáctico integrado digital, mediante el uso de la Robótica Educativa (RE).</p>
11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	<p>Se implementa un modelo didáctico integrado junto al aprendizaje colaborativo.</p>
12. Breve descripción de la actividad	<p>El modelo didáctico integrado IDEE explicitado contiene cuatro experiencias, las cuales contienen a su vez cuatro actividades cada una, las cuales pasaré a detallar:</p> <p>En la primera actividad el alumnado aprende cómo funciona un robot prediseñado para cada experiencia.</p> <p>En la segunda usan un lenguaje de programación por bloques para programar una acción en el robot, como, por ejemplo, dejar caer una bola por un plano inclinado, recogiendo y enviando esos datos a la plataforma IDEE.</p> <p>La tercera actividad consiste en una prueba definida para hacer reflexionar al alumnado sobre los conceptos de física.</p>

	Y la última actividad, consiste en resolver un problema final sin usar robots con el objetivo de analizar teóricamente el fenómeno.
13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación	<p>A continuación, voy a describir los resultados más significativos de dicha experiencia educativa. Para ello se comparan los efectos de la implementación de una plataforma digital de entorno educativo didáctico integrado (IDEE) que emplea la educación STEM y la RE con el uso de una metodología tradicional.</p> <p>Por un lado, se investigó el porcentaje de errores cometidos en el post-test en los dos grupos, extrayéndose que el alumnado que ha trabajado con la plataforma IDEE demuestra tener una mejor comprensión de los conceptos STEM abordados que el grupo control.</p> <p>Por otro lado, se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los dos grupos sobre el número de errores. En este sentido, se observa que el uso de la IDEE permite al alumnado aumentar su confianza para desarrollar relaciones entre el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) con la caída libre o el plano inclinado, así como en la comprensión de los propios conceptos de MRUA y caída libre.</p> <p>Por último, de manera general se investiga el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos en la experiencia, de lo que se extrae que el alumnado tenía muy pocos conocimientos previos en robótica e informática, pero considera que la experiencia no fue muy difícil. Se destaca sobre todo el interés y satisfacción muy elevadas que expresa el alumnado tras la intervención con IDEE.</p>
14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s	<p>Cinco Kits de robótica educativa Lego Mindstorms EV3.</p> <p>Plataforma digital del alumnado denominada '<i>Integrated Didactic Educational Environment</i>' (IDEE) o entorno educativo didáctico integrado.</p>
15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o	<p>En dicha propuesta se han abordado de manera interdisciplinar varios contenidos STEM (tecnología, programación informática, matemáticas y sobre todo física) pero se ha abordado en el área de física, por lo que se aconseja llevar a cabo propuestas más extensas y duraderas que también integren otras áreas y contenidos del currículo como la tecnología, las matemáticas y de ciencias como la biología o química.</p>


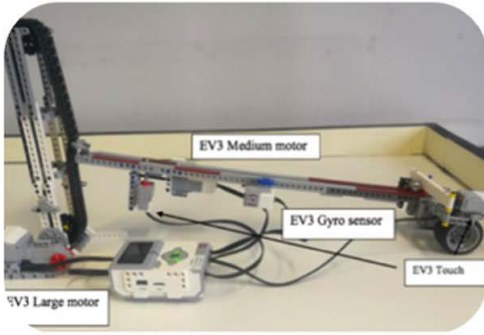


<p>contexto curricular (opcional)</p>	<p>En este sentido también se debe fomentar la disciplina de ingeniería de tal modo que el alumnado construya y pruebe sus propios prototipos robóticos, indagando diversas soluciones.</p>
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)</p>	<p>Imagen de los modelos de robots prediseñados propuestos en la IDEE, los cuales trabajan respectivamente de izquierda a derecha los contenidos de movimiento acelerado y uniforme, plano inclinado y caída libre.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Acelerated and uniform motion</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Inclined plane</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Free fall</p> </div> </div>

Imagen de la interfaz implementada a través del modelo didáctico IDEE:

Welcome to Physics World!
[Home](#) [Logout](#) [Back](#)

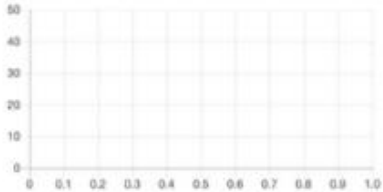
GALILEO GALILEI



- Wrong answer
- Correct answer
- No answer
- Error in the units

Problem definition


We analyze the relationship between the space traveled by a ball and the time it takes to fall by reproducing the same experiment that Galileo Galilei did. Program the robot to have an inclination of 15 degrees. Calculate the fall time of the ball with the spaces shown in the table. Think about what would happen by repeating the experiment with a 10 degrees inclination.



Update the graph

Incognita	Fall time
Space1	0.335 s
Space2	
Space3	0.563 s
Space4	0.665m

Submit the answer



Update the graph

Incognita	Fall time
Space1	0.335 s (0.280 s)
Space2	0.445 s
Space3	0.563 s
Space4	0.665m (0.665 s)


Submit button **Feedback button**

Ev3
 Variables
 Category
 Loops
 Math
 Logic
 answer
 composted

```

drive D = time 0.04
forward speed 100
repeat until button pressed 1
do
  reset timer
repeat until button pressed 6
do
  result timer
        
```

Robot connection indicator



Coding and math blocks

1. Título de la actividad / práctica	3ª - Implantación de la nueva asignatura “Robótica” en Enseñanza Secundaria y Bachillerato
2. Autor/es (año/s de la publicación o de su implementación)	Ocaña Rebollo et al. (2015)
3. Edad de los estudiantes	15-18 años aproximadamente
4. Curso/s escolar/es / tipo de educación	4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y 2º de Bachillerato
5. Destinatarios	<p>Estudiantes matriculados en la asignatura optativa de libre configuración de ‘Robótica’ en 4º de la ESO y de ‘Robótica Avanzada’ en 2º de Bachillerato. Se indica que normalmente dichas asignaturas optativas comprenden de 10 a 20 estudiantes por aula.</p> <p>Es importante destacar que se van a organizar equipos cooperativos durante el desarrollo de toda la experiencia, conformándose grupos de dos o tres personas.</p> <p>Otro aspecto que destacar respecto al alumnado es la heterogeneidad presente en el Instituto de Secundaria, en el que destaca la gran variedad existente de nacionalidades distintas, así como de géneros y religiones.</p>
6. Duración del proyecto/práctica	Primero se ha de indicar que la asignatura de ‘Robótica’ en 4º de ESO se implanto en el curso 2008/2009 y la de ‘Robótica Avanzada’ en 2º de Bachillerato en el curso 2010/2011. Los resultados recogidos en este estudio se enmarcan desde el curso 2008/2009 hasta el curso 2012/2013, es decir, durante 5 años o cursos escolares.
7. Lugar/centro	La implantación de dichas asignaturas de Robótica ha sido llevada a cabo en el Instituto de Educación Secundaria (IES) Turaniana de Roquetas de Mar, en la provincia de Almería, en España.

<p>8. Áreas curriculares y temas STEM abordados</p>	<p>Se trabajan diferentes conceptos de las disciplinas STEM, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ciencia (física): cálculo de fuerzas o trayectorias, etc. - Tecnología: se trabajan conceptos como las relaciones de transmisión, estructuras tecnológicas, etc. - Ingeniería: resolución de problemas de diseño - Matemáticas: operaciones trigonométricas, gráficas y funciones. <p>También aprenden conceptos sobre la programación informática, como por ejemplo bucles, condiciones variables, ejecución en paralelo, funciones, operaciones aritméticas y lógicas, etc.</p>
<p>9. Origen de la actividad</p>	<p>Dicha asignatura nace con el objetivo de implantar la educación STEM integrada como un complemento a las asignaturas oficiales del currículo, interrelacionando de esta manera áreas de educación secundaria y bachillerato como las matemáticas, la física, la tecnología o informática, lo cual se conforma como una novedad en el sistema educativo español.</p> <p>Esto les ayudará a aprender contenidos que se estudiarán en etapas posteriores, así como a aplicar estos contenidos teóricos en contextos reales de manera práctica.</p>
<p>10. Objetivos educativos</p>	<p>Aunque no se indican en esta práctica los objetivos de manera explícita formulados en infinitivo, extraigo de su lectura algunos de ellos tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Favorecer la educación interdisciplinar e integrada, adquiriendo conocimientos de distintas áreas y disciplinas STEM por medio de la realización de proyectos de diseño, construcción y programación de robots. - Potenciar y favorecer habilidades y capacidades como la creatividad, la resolución de problemas, la autonomía e iniciativa, trabajo en equipo, motivación, colaboración, etc. - Trabajar en equipo, haciéndose responsables de un robot en exclusividad durante todo el curso, además de dialogar para tomar decisiones grupales. - Atender a la diversidad, atendiendo a los diferentes intereses, niveles académicos y ritmos de aprendizaje del alumnado. Para ello, se ha diseñado un itinerario de ampliación de conocimientos que los estudiantes desarrollan de manera libre y autónoma, realizando, por ejemplo, actividades graduadas en dificultad en cuanto a construcción y /o programación, preparación de competiciones de robótica, diseños mecánicos libres o guiados, etc.

11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendizaje cooperativo - Construccinismo (aprender haciendo) - Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)
12. Breve descripción de la actividad	<p>El alumnado lleva a cabo diferentes proyectos de construcción y programación de un robot, mediante la implementación de la educación STEM integrada.</p> <p>Por ejemplo, uno de los proyectos abordados en la asignatura de Robótica de 4º de ESO denominada proyecto Robot Minero, consiste en lo siguiente:</p> <p>Primeramente, el docente explicará la situación problema a resolver, acompañándose de imágenes y vídeos, con el objetivo de secuenciar el aprendizaje a través de retos graduados en dificultad. En cuanto al primer reto consiste en conseguir que el robot minero avance por un túnel recto, deteniéndose al final de este para girar la cabeza en ángulo recto a la derecha, después a la izquierda y ponerla de nuevo recta.</p> <p>Seguidamente se siguen las fases típicas de un proyecto de construcción basado en la ingeniería. En este sentido, el alumnado analiza las posibles alternativas de diseño y programación del robot, eligiendo la solución más adecuada e implementándola posteriormente. Seguidamente comprueba los resultados obtenidos y los expone a sus compañeros/as oralmente haciendo funcionar el robot a la par que explicando el algoritmo de programación con el ordenador.</p> <p>Para llevar a cabo dicho proyecto-construcción, el alumnado ha trabajado en equipo, con el objetivo de aplicar los conocimientos de robótica adquiridos, investigando sobre los distintos algoritmos posibles, analizando el que consideran mejor, terminando por implementarlo con diferentes técnicas, tales como el cálculo matemático sobre los grados de giro de los motores para que el robot moviera la cabeza, etc.</p> <p>Después se va incrementando el nivel de dificultad de los retos o problemas expuestos al alumnado, de tal modo que ahora tendrán que conseguir que el robot al llegar al final del túnel averigüe en qué lado está el pasillo más corto para que este gire hacia el lado correcto.</p> <p>Por último, tendrán que ser capaces de distinguir al final de cada túnel cuándo se ha terminado el laberinto debido a que no se encuentran más túneles a ambos lados haciendo que el robot finalice su recorrido.</p>

<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación</p>	<p>Por un lado, respecto a la percepción del alumnado hacia la Ciencia y la Tecnología, la implantación de dichas asignaturas de robótica STEM han favorecido una serie de aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes empiezan a ver de manera voluntaria documentales de tecnología. - Alumnado que en 4º de la ESO no tenía intención de seguir los estudios de bachillerato, ha cambiado su opinión, matriculándose incluso en el bachillerato científico-tecnológico. - Todo el alumnado que ha cursado la asignatura de Robótica en 4º de la ESO, la ha proseguido en 2º de Bachillerato. - El alumnado ha aumentado su interés por seguir estudios de ingeniería en un futuro. <p>Por otro lado, respecto al carácter académico se constata un crecimiento exponencial a lo largo de todos los cursos, aumentando de 10 discentes matriculados en el curso 2008/2009 a más de 25 en 2012/2013 en la asignatura de Robótica de 4º de ESO. Del mismo modo la asignatura de Robótica Avanzada de 2º de Bachillerato aumenta el doble de 2010/2011 a 2012/2013, aunque con una ratio muy baja de 10 estudiantes en este último curso.</p> <p>También cabe destacar la mejoría de los resultados obtenidos en la selectividad, relativas a las calificaciones obtenidas para la asignatura de Tecnología Industrial, en la que el alumnado del IES Turaniana desde el año 2010 en adelante se encuentra entre el 9% más elevado de toda la provincia de Almería.</p> <p>Además, ha aumentado progresivamente el número de estudiantes de Tecnología que al terminar los estudios de Secundaria continúan un grado de Ingeniería o un Ciclo Formativo Técnico de Grado Superior. En este sentido, al término del curso 2009/2010, han aumentado exponencialmente estos casos, pasando de 3 discentes en este curso, a 11 estudiantes en el curso 2012/2013.</p> <p>Por último, la implantación de estas asignaturas ha fomentado la participación del alumnado de este centro educativo a participar en la competición de Robótica Educativa FIRST LEGO League (FLL), obteniéndose grandes resultados como quedar tres veces campeones en la FLL de Almería, clasificarse</p>


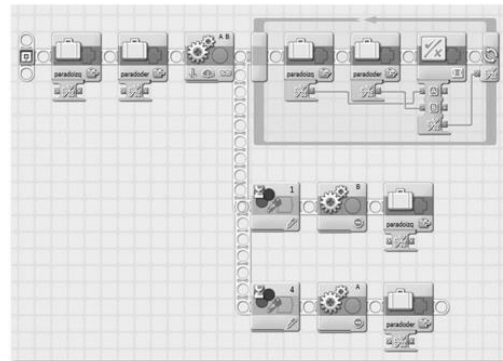
	tres veces para el campeonato de España consiguiendo un 5º puesto y el subcampeonato de España en 2013, ganar 11 trofeos y clasificarse para el Campeonato del Mundo en dos ediciones.
14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s	Kit de Robótica Educativa LEGO Mindstorms
15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)	<p>Ocaña Rebollo et al. (2015) proponen integrar la Robótica Educativa con otros bloques de contenidos y áreas del currículo oficial de la ESO y Bachillerato como la electrónica, las energías renovables, la neumática, la hidráulica, la informática, etc.</p> <p>Adicionalmente, se observa que dicha asignatura también resulta motivadora para aquellos estudiantes que no cursaban estudios de Ciencia y Tecnología, por lo que también se puede implementar en otras áreas de la ESO e incluso en el tercer ciclo de Educación Primaria. En este sentido, incluso se pueden integrar propuestas STEAM que incluyan las artes y las humanidades.</p> <p>Por último, también es importante que estas asignaturas implementen estrategias de atención a la diversidad en las que se tengan en cuenta los intereses del alumnado, sus capacidades, dificultades y ritmos de aprendizaje.</p>
16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)	<p>Imagen de un robot seguidor de línea a través de un sensor de luz:</p> 

Imagen del Robot Minero explicado anteriormente:



Imagen de un ejemplo de bloque de programación:



Se ha de indicar que dicho estudio se complementa con el abordado también por uno de estos mismos autores (Ocaña Rebollo, 2012), el cual también expone los resultados de esta misma experiencia educativa, pero atendiendo únicamente a la asignatura relativa a 4º curso de la ESO.

1. Título de la actividad / práctica	4ª - Ciberlandia: An Educational Robotics Program to Promote STEM Careers in Primary and Secondary Schools
2. Autor/es (año/s de la publicación o de su implementación)	Rodríguez-Rodríguez et al. (2017)
3. Edad de los estudiantes	11-18 años
4. Curso/s escolar/es / tipo de educación	La experiencia está enmarcada en las etapas de educación primaria (EP) y educación secundaria obligatoria (ESO). Por un lado, se abordan una serie de talleres educativos en un contexto de aprendizaje forma y, por otro lado, se realiza también una competición de robótica entre los centros seleccionados en horario extraescolar. Aunque se ha de especificar que, por la edad de los estudiantes, atendiendo al sistema educativo español, la etapa más representativa de la experiencia es la ESO, ya que esta comprende las edades de 12-16 años, pudiendo también haber representación de alumnado de Bachillerato, el cual comprende las edades de 16 a 18 años, aunque esto último no se hace explícito en el artículo.
5. Destinatarios	Esta iniciativa educativa extraescolar se ha llevado a cabo durante 4 ediciones, con un total de 2480 estudiantes tanto de Educación Primaria como Secundaria, participando 168 docentes de 53 centros educativos, ubicados tanto en entornos urbanos como rurales de las Islas Canarias. Cada centro educativo participa con un grupo de entre 21 y 30 estudiantes, y los talleres son desarrollados por 2 monitores.
6. Duración del proyecto/práctica	Ha durado 4 años, concretamente desde el curso académico 2012 a 2016. Por ejemplo, la edición de Ciberlandia 2016, consistió en la realización de 42 talleres de 5 horas cada uno, que se llevó a cabo en la Escuela de Ingeniería y en el Parque Tecnológico de Fuerteventura.
7. Lugar/centro	Dicha iniciativa se ha desarrollado en el territorio de las Islas Canarias, en España, concretamente en las islas de Gran Canaria y Fuerteventura.

<p>8. Áreas curriculares y temas STEM abordados</p>	<p>Las actividades didácticas propuestas en dicha experiencia son multidisciplinares, ya que consisten en la resolución de problemas a través de la combinación de diversas habilidades, tales como la investigación, la programación informática, la construcción de artefactos, el marketing, la exposición oral en público, la creación de materiales digitales y la inclusión de la bibliografía usada.</p> <p>En este sentido, voy a describir los contenidos STEM tratados en una de las ediciones, concretamente la del último año (2016) que consistía en un proyecto de heliostatos robóticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La ciencia se trabaja a través del tema de la luz del sol y la iluminación artificial. - La tecnología se trabaja a través del uso y programación de heliostatos robóticos los cuales reflejan la luz del sol. - La ingeniería se trabaja a través del diseño y construcción de los heliostatos robóticos.
<p>9. Origen de la actividad</p>	<p>Esta experiencia nace en el año 2012, a través de un informe realizado por el Instituto Universitario de Ciencias y Tecnologías Cibernéticas vinculado a la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y en colaboración con otras organizaciones tanto del sector público como privado. A partir de los resultados de este informe en el que se analiza el estado de las artes en las Islas Canarias, se decide abordar esta iniciativa educativa denominada ‘Ciberlandia: Educación, Robótica y TIC’, la cual pretende fomentar las vocaciones científicas y tecnológicas entre los estudiantes de 11 a 18 años, prestando especial atención a niñas y mujeres.</p>
<p>10. Objetivos educativos</p>	<p>Los objetivos que se enmarca la iniciativa educativa ‘Ciberlandia’ son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Facilitar y poner en valor recursos educativos de ámbito STEM con el objetivo de fomentar la experimentación en estudiantes entre 11 y 18 años. También buscan promover vocaciones STEM a través del contacto directo con herramientas tecnológicas y científicas que permitan abordar métodos y prácticas de investigación. - Acercar la ciencia al alumnado través de la puesta en marcha de actividades creativas en las que planifiquen, ejecuten y evalúen proyectos que se puedan aplicar en el mundo real. Dichos proyectos tienen la misión de favorecer la participación activa de los estudiantes, proporcionar contenidos significativos que sean observables, resolver problemas reales, combinar conocimientos académicos con habilidades profesionales y definir un principio, un medio y un final.

	<ul style="list-style-type: none"> - Favorecer la retroalimentación y autoevaluación de los estudiantes, a través de conceptos relacionados con la innovación, la curiosidad y el interés científico a nivel individual, además de la creatividad y la innovación a nivel profesional. - Fomentar la participación del público en general, investigadores y centros de investigación en la difusión de resultados científicos entre estudiantes jóvenes con el objetivo de desarrollar ideas y proyectos emprendedores. - Generar en el profesorado un interés por implementar metodologías activas e innovadoras. - Generar una colaboración entre empresas, empresarios, investigadores, docentes y familias, con el objetivo de fomentar el espíritu emprendedor en etapas tempranas.
11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	<p>Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)</p> <p>Construccionismo (“hazlo tú mismo”)</p> <p>Aprendizaje colaborativo/cooperativo</p> <p>Aprendizaje basado en problemas o retos</p>
12. Breve descripción de la actividad	<p>A, continuación, voy a describir los pasos secuenciados que comprenden el proyecto de ‘Ciberlandia’:</p> <p>Primeramente, de manera general antes de comenzar la experiencia se elige un tema en el que se va a basar la nueva edición de Ciberlandia. En este sentido, los temas trabajados a lo largo de las cuatro ediciones que ha durado han consistido en: apoyo robótico en situaciones de emergencia, jardines inteligentes, el baloncesto, hormigas robóticas con feromonas químicas virtuales y heliostatos robóticos. Por ejemplo, este último tema de heliostatos robóticos consistió en abordar un proyecto en la ciudad noruega de Rjukan, instalando diversos heliostatos para solucionar la escasez de sol en este lugar, con el objetivo de iluminar la plaza del pueblo.</p> <p>Después de la elección del tema en cuestión, se lleva a cabo su adaptación al plan de estudios, con el objetivo de tratar el contenido educativo. En este sentido, se responden preguntas como: ¿qué puede hacer la tecnología en este contexto? Para ello, es necesario diseñar y construir artefactos robóticos relacionados con el tema, así como diseñar experimentos, considerando la escenografía y el uso de materiales específicos. Además, deben trabajarse contenidos educativos acordes a las competencias</p>

	<p>del currículo en el que se encuentran los participantes, ya que los talleres se llevan a cabo dentro del horario escolar.</p> <p>Posteriormente se lleva a cabo una fase de formación telemática en la que se trabaja de manera más teórica los contenidos educativos desarrollados durante la fase anterior.</p> <p>Seguidamente se llevan a cabo talleres, en los que el alumnado aborda actividades prácticas y creativas, como, por ejemplo, la construcción de artilugios robóticos, así como su programación informática. Estas actividades se llevan a cabo a través de grupos cooperativos de 2 o 3 estudiantes, los cuales deben aplicar sus aprendizajes para resolver un problema o reto planteado.</p> <p>La siguiente etapa consiste en la comunicación de las actividades abordadas entre los diferentes centros educativos, puntuándose positivamente a aquellos equipos que cumplen la paridad de género, de cara a la etapa final de la iniciativa. En este sentido se lleva a cabo un periodo de reflexión que ahonda en los estereotipos existentes en la sociedad en cuanto a la actual infrarrepresentación de las mujeres en los ámbitos STEM.</p> <p>La siguiente etapa consiste en la evaluación de los resultados, seleccionando a aquellos centros que participaran en la fase final. Seguidamente se abordan una serie de talleres previos a “la gran final”, en los que se profundizan contenidos ya trabajados y se presentan otros nuevos más complejos, tales como el uso de la memoria, de las puertas lógicas, el paralelismo o la comunicación Bluetooth/WiFi.</p> <p>Por último, se desarrolla una ‘Gran Final’ en un lugar emblemático, en el que acuden estudiantes de diferentes centros educativos seleccionados y a los que se les propone la resolución de un reto tecnológico relacionado con los contenidos STEM trabajados en los talleres, así como en la temática general de la edición, midiéndose con equipos de otros centros. Para acabar, los estudiantes participantes en la gran final exponen los resultados de su proyecto al resto de compañeros, docentes, representantes de organizaciones, colaboradores y medios de comunicación.</p>
<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación</p>	<p>Por un lado, atendiendo a las estadísticas de participación se observa un aumento gradual y significativo a lo largo de las diferentes ediciones, en cuanto a número de escuelas participantes, estudiantes y docentes que participan, así como de talleres abordados.</p> <p>Respecto a los resultados extraídos de la experiencia educativa, destacan los siguientes:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Favorecer las vocaciones STEM. - Generar la participación y proactividad del alumnado, diseñando y creando sus propios proyectos. - Poner a disposición de la comunidad educativa iniciativas que fomenten el uso de la robótica educativa. - Distribuir una serie de contenidos educativos, tales como vídeos, diseño de robots, manuales de instrucciones y recursos de programación. - Fomentar en el profesorado el desarrollo de proyectos educativos de esta índole. - Buscar y difundir medios de comunicación que promuevan la iniciativa educativa. - Desarrollar herramientas que permitan la investigación a partir de los materiales de ‘Ciberlandia’, tales como nuevas librerías e interfaces de programación de aplicaciones, etc. - Debido a los resultados de dicha experiencia, han surgido tras ello, diversas empresas que imparten cursos de formación en robótica educativa y/o tecnología, destacándose que diversos promotores de estas empresas son antiguos docentes que participaron en ‘Ciberlandia’. <ul style="list-style-type: none"> o Adicionalmente, diversos centros educativos han incluido la RE como actividad extraescolar, incluso un centro lo ha incluido en su plan de estudios. o Algunos centros educativos han comenzado a participar en proyectos europeos de RE. o Han comenzado a celebrarse en las Islas Canarias competiciones de RE como la First Lego League y la World Robot Olympiad (WRO). o Los docentes que participaron en ‘Ciberlandia’ han comenzado a llevar a cabo proyectos en los que se incluyen plataformas electrónicas de programación como Arduino o Raspberry. o Tras las iniciativas, ha aumentado el número de estudiantes matriculados en la facultad de ingeniería informática.
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<p>Se proporcionan hasta 10 kits de Lego Education Mindstorms EV3 por cada grupo conformado entre 21 y 30 discentes de cada uno de los diferentes centros educativos que participan en la iniciativa. De esta manera se conforman equipos de 2 o 3 estudiantes a los cuales se les facilita un kit de RE.</p> <p>Adicionalmente, se han empleado y creado recursos educativos, tales como manuales teóricos sobre contenidos introductorios básicos, manuales de construcción de los modelos robóticos, cuaderno de actividades, prueba de evaluación, tutoriales en vídeo, manual con los retos planteados en las ‘Grandes Finales’, archivo de diseño 3D de los robots y presentaciones llevadas a cabo en el aula.</p>

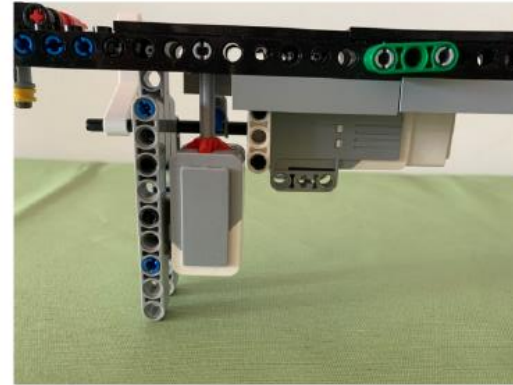
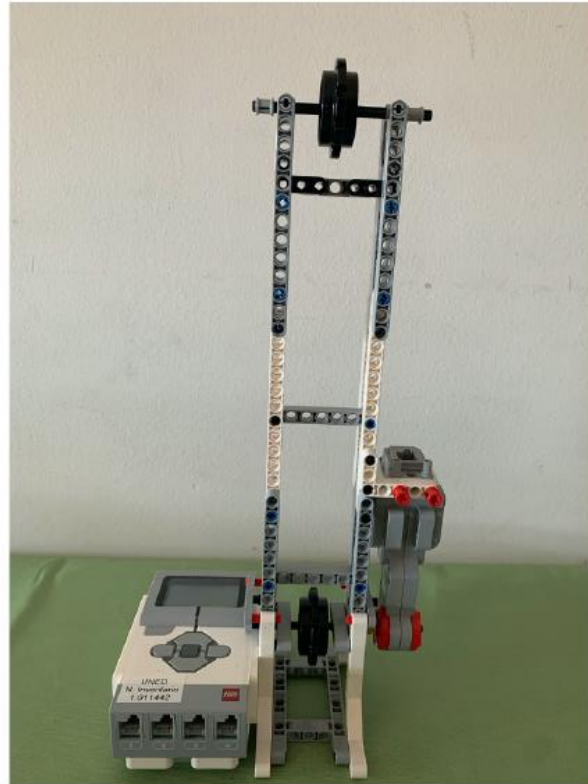
<p>15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	<p>Se aconseja llevar a cabo también dichas iniciativas como propuestas integradas en el aula tanto de educación primaria como secundaria, interrelacionando dos o más áreas del currículo, para lo que es indispensable la codocencia y colaboración entre distintos docentes que imparten áreas STEM en este caso, formándose previamente sobre contenidos de RE y programación como los que promueve dicha experiencia de 'Ciberlandia'.</p>
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)</p>	<p>Imagen para ejemplificar la realización de la iniciativa correspondiente al año 2016, en el que el tema principal fueron los heliostatos robóticos con el objetivo de llevar el sol a una ciudad noruega:</p>  <p>Imágenes sobre las ediciones de 'Ciberlandia' relativas a las 'Grandes Finales' de 2013, 2014 y 2015:</p> 

1. Título de la actividad / práctica	5ª - Análisis del aprendizaje de los estudiantes en un entorno educativo con actividades de robótica.
2. Autor/es (año)	Orlando (2020)
3. Edad de los estudiantes	Edades comprendidas entre 13-14 años (escuela Liceo Italiano de Madrid) y 16-17 años (instituto GSD-Las Suertes de Madrid).
4. Curso/s escolar/es / tipo de educación (formal, no formal)	Se abordó en alumnado de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato.
5. Destinatarios (tamaño del grupo)	Se abordan tres intervenciones en el territorio español: Primer grupo de 15 estudiantes de la escuela Liceo Italiano E. Fermi de Madrid. Posteriormente se realizó una intervención con el alumnado del Instituto Cabrini de Madrid. Y por último con un grupo de 30 estudiantes del instituto GSD-Las Suertes de Madrid.
6. Duración	La actividad realizada en los tres institutos de Madrid duró dos horas cada una. La implementación se abordó primero en abril del 2018, después en mayo de 2018 y, por último, en febrero de 2019.
7. Lugar / centro (país en el que se implementa)	Se abordó en las aulas de tres Institutos de Educación Secundaria (IES) de España.
8. Áreas curriculares y temas abordados STEM	Informática, robótica, ingeniería, matemáticas y ciencias (física). Se trabajan principalmente los contenidos de ciencias (física): Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU); Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA); Caída libre; y Plano inclinado. El alumnado sigue los pasos del método científico, observando fenómenos, infiriendo hipótesis y recopilando datos. Introducen los datos extraídos del robot en tablas, para representarlos gráficamente. También, programan el robot mediante un <i>toolbox</i> por bloques.

	De matemáticas se trabaja transversalmente: la representación gráfica de los datos con el fin de que el alumnado cree relaciones entre las herramientas matemáticas usadas y el fenómeno estudiado. Por último, refutan por medio de una ley matemática la verificación de las hipótesis, para extraer sus conclusiones.
9. Origen de la actividad	Surge debido a los resultados de la prueba preliminar que se realizó en los centros donde se abordó la propuesta didáctica, extrayéndose que el alumnado presenta dificultades en el aprendizaje de la física en ESO (movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, así como su relación con la velocidad y el espacio).
10. Objetivos educativos	<p>Usar herramientas de Robótica Educativa (RE) como método de experimentación en las actividades propuestas, siguiendo un modelo tutorial inteligente que permita que el alumnado siga su propio ritmo de aprendizaje y use sus propios conocimientos.</p> <p>Favorecer que el alumnado construya bloques de programación mediante componentes lógicos, sin necesidad de conocimientos de programación, con el fin de que estos puedan comunicarse de manera eficiente con el robot.</p> <p>Favorecer que el alumnado pueda aprender contenidos curriculares, de manera distinta a la clase magistral, mediante la experiencia científica (práctica de laboratorio), analizando datos e interpretándolos (a través de gráficos y test) y resolviendo un problema, del que se teorizará una ley física.</p> <p>Desarrollar en el alumnado la capacidad de describir el concepto físico de MRU a través de ecuaciones matemáticas.</p>
11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	Educación STEM mediante la Robótica Educativa (RE) y un Entorno Educativo Didáctico Integrado (IDEE). Para ello se han usado las metodologías: Enfoque constructorista y Aprendizaje colaborativo.
12. Breve descripción de la actividad	<p>Cada intervención educativa se estructura mediante cuatro pasos:</p> <p>Primero se introduce el robot, para que el alumnado conozca las características del robot que implementará en la práctica de laboratorio.</p> <p>Posteriormente programarán el robot para recopilar información.</p> <p>Seguidamente, el alumnado contestará a las preguntas de un test con el fin de reflexionar sobre las medidas físicas que intervienen en los fenómenos físicos, conociendo como se interrelacionan entre ellas.</p>

	<p>Por último, los alumnos resolverán un problema de manera autónoma, sin la ayuda del robot. El alumnado abordará los conceptos de MRU y MRUA, mediante el robot LEGO Mindstorms EV3. Para el estudio del MRU se ha añadido un brazo al robot para que el alumnado trace una serie de puntos en un papel durante cada segundo, observando que la distancia entre puntos es siempre la misma. En cuanto al MRUA usarán un sensor ultrasónico para que el robot pueda medir de manera autónoma las distancias.</p> <p>También abordarán actividades para trabajar el plano inclinado, mediante una bola que se desliza sobre este, con el fin de investigar la variación de la velocidad en función del tiempo.</p> <p>Por último, el alumnado trabajará la caída libre, midiendo caídas de objetos con masas diferentes. Y abordarán un problema final, en el que observarán que mediante una fórmula matemática la masa no influye en el resultado.</p>
<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación</p>	<p>La primera experiencia realizada en la escuela Liceo Italiano E. Fermi de Madrid, fue satisfactoria, dando muestras de que la RE es eficiente.</p> <p>La segunda intervención abordada en el IES Cabrini de Madrid fue también positiva, ya que se permitió el uso de diferentes sensores del robot, así como estudiar el concepto de MRU de una manera más completa. También permitió conocer las dificultades del alumnado en las actividades abordadas.</p> <p>Por último, la experiencia educativa en el IES GSD-Las Suertes de Madrid, también demostró el gran interés y motivación generados por el alumnado, que participaron activamente en analizar también la precisión del sensor de distancia.</p> <p>Mediante la información almacenada en la base de datos a través de la IDEE, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determina el grado de adquisición del alumnado sobre los contenidos abordados en las actividades. Se tienen en cuenta los diferentes ritmos de aprendizaje, adecuando los problemas de acuerdo a su nivel de aprendizaje. Proveer al alumnado de retroalimentación inmediata, informándole de sus aciertos y errores.
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<p>Kit de robótica educativa: LEGO Education Mindstorms EV3.</p>
<p>15. Consejos para educadores / base</p>	

<p>teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)</p>	<p>Imágenes de los robots implementados en las prácticas didácticas.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>MOVIMIENTO UNIFORME ACCELERADO</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>MOVIMIENTO UNIFORME</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>CAÍDA LIBRE</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>PLANO INCLINADO</p> </div>



Imágenes del robot LOGO EV3 durante la experiencia educativa.
Enlace a la tesis publicada: [Análisis del aprendizaje de los estudiantes en un entorno educativo con actividades de robótica \(uned.es\)](https://www.uned.es)

1. Título de la actividad / práctica	6ª - Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa.
2. Autor/es (año)	Ocaña Rebollo (2012).
3. Edad de los estudiantes	15-16 años
4. Curso/s escolar/es / tipo de educación (formal, no formal)	4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO)
5. Destinatarios (tamaño del grupo, etc.)	Todo el alumnado matriculado en la asignatura "Robótica" como Optativa de Libre Configuración en 4º de la ESO.
6. Duración	Todo el curso escolar
7. Lugar/ centro (país/es en el/los que se implementa)	Aulas del Instituto de Educación Secundaria (IES) Turaniana, Roquetas de Mar, Almería, España.
8. Áreas curriculares y temas abordados STEM	Robótica como asignatura independiente. Esta integra contenidos de asignaturas como: Informática, tecnología, matemáticas y física y química.
9. Origen de la actividad /práctica	Esta actividad surge debido a las estadísticas que indican que no se supera el 30% de alumnos matriculados de diversos centros de bachillerato en Ciencias y Tecnología. El objetivo principal de implementar dicha asignatura de Robótica en la ESO es fomentar el interés por las ciencias y la tecnología, así como aumentar el número de alumnos que se apunten a estudios postobligatorios y en concreto en estudios de Ingeniería.

	La robótica tiene un marcado carácter interdisciplinar que permite favorecer la educación STEM, interrelacionando conocimientos de diversas disciplinas: Tecnología e Informática (mediante la programación de ordenadores, circuitos electrónicos y mecanismos), así como las Ciencias (Física y Química) y Matemáticas, midiendo y calculando magnitudes, y resolviendo problemas de estas disciplinas.
10. Objetivos educativos	Permitir a todos los alumnos/as integrar sus aprendizajes. Relacionar los aprendizajes con distintos tipos de contenidos y usarlos eficientemente cuando les resulten necesarios en distintos contextos y situaciones.
11. Metodología/s implementada/s	Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y metodología del construccionismo.
12. Breve descripción de la actividad / propuesta	Los alumnos aprenderán primero conceptos básicos de Robótica, después control de motores, navegación de vehículos, pantalla, botones y altavoz, manejo de sensores y, por último, crearán más de 40 robots de aplicación. Algunos ejemplos son: Crearán un robot jugador de golf, con el fin de programar más de un sensor (ultrasonidos y luz) (Figura 1). Perro Guardián: este robot se debe programar para que vigile un pasillo, de tal forma que comprueba si las puertas están cerradas o abiertas (Figura 2). Robot Minero: consiste en un vehículo con tracción a las 4 ruedas y cabeza móvil para detectar la dirección de marcha. Se programa para encontrar el túnel más corto de una mina (Figura 3). Escorpión: robot artrópodo que detecta objetos en su camino, los cuales golpea y cambia de dirección (Figura 4).

<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación</p>	<p>Los resultados se pueden catalogar en tres categorías: motivación, académicos y divulgación. En cuanto a la motivación, los alumnos y alumnas han aumentado su satisfacción por aprender Ciencia y Tecnología, ya que lo encuentran útil y práctico para resolver problemas concretos de manera práctica. Debido a estos buenos resultados, también se incorporó un curso de Robótica en Bachillerato, con el fin de seguir favoreciendo el entusiasmo por la Tecnología y la Ingeniería. Posteriormente a la implementación de dicha asignatura, se ha incrementado sustancialmente el número de alumnos de este instituto matriculados en la asignatura de “Tecnología Industrial” en el Bachillerato científico-tecnológico, pasando de haber una ratio de 2-5 a 15-20. Del mismo modo, los alumnos de este instituto han obtenido las notas más altas de la provincia en selectividad en la asignatura de Tecnología Industrial. También ha aumentado el número de matriculados en estudios de Ingeniería, pasando de 0-2 a 5-10 alumnos por año. Se han llevado a cabo diversas acciones divulgativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se ha realizado un curso de 30 horas para profesores de Secundaria en los tres centros del profesorado de la provincia de Almería. - Se grabaron 5 documentales por Canal Sur TV, en los que los alumnos/as de Robótica (4º de la ESO y Bachillerato) explicaron lo que aprendieron en la cadena de televisión. - Posteriormente, el IES Turaniana se adscribió a una competición de robótica para todo el alumnado del mundo (FIRST LEGO League-FLL-), consiguiendo unos grandes resultados: fue el único IES con tres equipos inscritos, consiguiendo uno de ellos ser campeón de la provincia y participar en el Campeonato de España, obteniendo muy buena posición (Figura 5). - Y, por último, la Fundación Príncipe de Asturias, les ha invitado a colaborar en un Proyecto de Investigación a nivel de todo el país, siendo elegidos únicamente seis institutos para ello. <p>La propuesta aquí desarrollada corresponde a una asignatura independiente con entidad propia que dura todo un curso escolar y que tiene su propia evaluación, atendiendo a sus objetivos y contenidos incluidos en su currículo propio.</p>
--	---

<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<p>Robots LEGO Mindstorms NXT Software LEGO NXT-G</p>
<p>15. Consejos para educadores / base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	<p>Como se observa, esta asignatura promueve la motivación del alumnado por las ciencias y tecnología, por lo que es muy favorable implementarla con la educación STEM integrada si se interrelaciona con distintas asignaturas de la ESO y/o Bachillerato, como matemáticas o física y química, etc.</p>
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)</p>	<div data-bbox="645 676 1030 963" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="645 970 1093 1002">Figura 1. Robot jugador de golf.</p> <div data-bbox="645 1008 1041 1295" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="645 1302 1093 1334">Figura 2. Robot perro guardián.</p>



Figura 3. Robot minero.

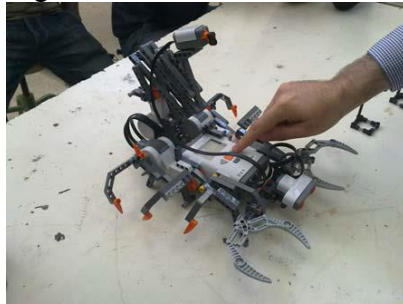


Figura 4. Escorpión robot.



Figura 5. Equipo del IES Turaniana en el Campeonato de España de la FLL.

Enlace al artículo: <https://doi.org/10.25115/ecp.v5i10.940>

1. Título de la actividad / práctica	7ª - Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills.
2. Autor/es (año)	Aris y Orcos (2019)
3. Edad de los estudiantes	13-16 años
4. Curso/s escolar/es / tipo de educación (formal, no formal)	Alumnado correspondiente a los cursos 2º, 3º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Educación no formal: torneo internacional de robótica educativa (FIRST LEGO League -FLL-).
5. Destinatarios (tamaño del grupo)	158 estudiantes de ESO y 61 docentes de Institutos de Educación Secundaria (IES) de España
6. Duración	Un año (curso escolar 2017-2018).
7. Lugar/centro (país/es en el/los que se implementa)	Se han tenido en cuenta varios centros educativos (IES) de España, que han participado en el torneo (FLL).
8. Áreas curriculares y temas abordados STEM	Competencias STEM: Ciencia. Tecnología. Ingeniería. Matemáticas.

9. Origen de la actividad	<p>Dicha propuesta nace con el objetivo de investigar sobre las opiniones de los docentes y el alumnado sobre la implementación de la Robótica Educativa (RE) como favorecedora de situaciones de enseñanza-aprendizaje, durante el desarrollo del campeonato FLL.</p>
10. Objetivos educativos	<p>Favorecer el interés por las materias STEM, construyendo un aprendizaje multidisciplinar. Potenciar habilidades interpersonales de trabajo en equipo. Fomentar la innovación y la creatividad, con el fin de generar interés por las carreras y oficios relacionados con las ciencias y la tecnología.</p>
11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	<p>Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y Aprendizaje Cooperativo.</p>
12. Breve descripción de la actividad	<p>FIRST LEGO League (FLL) es un torneo en el que se plantean retos que implican: diseñar, construir, probar y programar diferentes robots, para solucionar un problema real relacionado con la ciencia o la tecnología.</p>
13. Resultados de aprendizaje y/o evaluación	<p>Se implementaron dos cuestionarios para dirimir las habilidades STEM, observando las opiniones de docentes y alumnos que participaron en la FLL. Para ello, se ha investigado el nivel de implicación, la valoración de la experiencia de participación, en cuanto a dificultades, expectativas cubiertas y opinión sobre el uso de la Robótica Educativa (RE) como recurso didáctico.</p> <p>Se extrae de ello, que los docentes consideran la actividad muy favorecedora de competencias STEM de forma integrada, en la búsqueda de soluciones a un problema, en la motivación, en la creatividad, en la adquisición de conocimientos informáticos y en su autonomía.</p> <p>En cuanto al alumnado también se extrae la gran opinión positiva que tienen hacia el uso de la RE como integradora de contenidos, considerándola útil para el futuro laboral, mejorando su motivación, creatividad, resolución de problemas, adquisición de conocimientos informáticos, mejora del trabajo en equipo y tolerancia.</p>

14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s	Kit de robótica educativa: LEGO Mindstorms EV3
15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)	
16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)	Enlace al artículo: https://doi.org/10.3390/educsci9020073

1. Título de la actividad / práctica	8ª - Drone challenge: A platform for promoting programming and robotics skills in K-12 education
2. Autor/es (año)	Bermúdez et al. (2019)
3. Edad de los estudiantes	12-18
4. Curso/s escolar/es / tipo de educación (formal, no formal)	Alumnado que cursa Educación Secundaria Obligatoria (ESO), Bachillerato y Ciclo Formativo. Estos participan en un campeonato de educación no formal, que implementa la robótica educativa y programación, llamado: Drone Challenge.
5. Destinatarios (tamaño del grupo)	En la fase inicial de la primera edición del concurso participaron 20 equipos de diversos centros de la comunidad de Castilla-La Mancha y en la segunda aumentaron a 62 equipos. Cada equipo está formado por tres o cuatro alumnos, supervisados por un docente, conformando un total de 80 participantes en la primera edición y de 260 en la segunda. En la fase final, participaron 7 equipos (30 personas) en la primera edición y 14 equipos (59 alumnos y alumnas) en la segunda edición.
6. Duración	Primeramente, se abordó una fase inicial que duró entre 8 y 10 semanas y posteriormente se realizó una fase final los días 30 de junio de 2017 y 23 de abril de 2018.
7. Lugar/ centro (país/es en el/los que se implementa)	Esta actividad se aborda mediante un concurso (Drone Challenge) de programación de drones (vehículo aéreo no tripulado), organizado por la Facultad de Ingeniería Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha (España).
8. Áreas curriculares y temas abordados STEM	Se trabaja: Informática y programación (tecnología e ingeniería): mediante la simulación de drones y su desarrollo de navegación. Matemáticas y ciencias (física): sistema de coordenadas, cálculo de velocidades, tiempos.

9. Origen de la actividad	<p>Esta actividad surge con el objetivo de fomentar las competencias relacionadas con la programación y la robótica educativas en el alumnado de ESO y Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Castilla- La Mancha (España).</p> <p>En la fase inicial, el alumnado implementa esta propuesta en los centros educativos, con el fin de evaluarlos y elegir quienes participarán en la fase final del concurso.</p> <p>Para ello, diseñan una plataforma robótica con el fin de desarrollar y probar los sistemas de navegación de los drones, por medio de retos, evaluando la plataforma y el concurso, mediante una serie de encuestas.</p>
10. Objetivos educativos	<p>Aprender programación de sistemas de navegación automática de drones.</p> <p>Trabajar en equipo para abordar la competición. Cada equipo debe dotar de inteligencia a su dron, para que sea capaz de despegar, atravesar cuadros flotantes en un orden determinado, y hacer que aterrice en el punto de partida.</p> <p>Fomentar la creatividad del alumnado, ya que la solución al desafío no es única, sino que cada equipo puede determinar su estrategia para la tripulación del dron.</p>
11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	<p>Educación STEM a través de la Robótica Educativa (RE) y el trabajo cooperativo.</p>
12. Breve descripción de la actividad	<p>Dron Challenge consiste en un concurso en el que el alumnado programa un sistema de navegación automático de un dron (cuadricóptero), haciendo que sobrevuele una zona, atravesando una serie de ventanas y aterrice en el mismo lugar del que partió, todo ello en el menor tiempo posible.</p>
13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación	<p>Posteriormente a la realización del concurso, el alumnado y el profesorado fue encuestado, obteniéndose unos buenos resultados por parte de ambos. El alumnado demuestra un gran interés por matricularse en carreras relacionadas con la ciencia y la tecnología (STEM). También ha indicado el alumnado que el reto ha sido estimulante, que se han divertido durante la realización de la fase final y a la gran mayoría les gustaría participar en futuras ediciones.</p> <p>También conviene destacar que más de la mitad de los encuestados consideran que el nivel era adecuado para estudiantes de secundaria, pero sin haber un gran consenso. Del mismo modo, se consideró el entorno de desarrollo: Matlab/Simulink adecuado, pero destacando la opinión elevada tanto de docentes como de alumnado que inciden en que no les resultó fácil familiarizarse con el programa.</p>

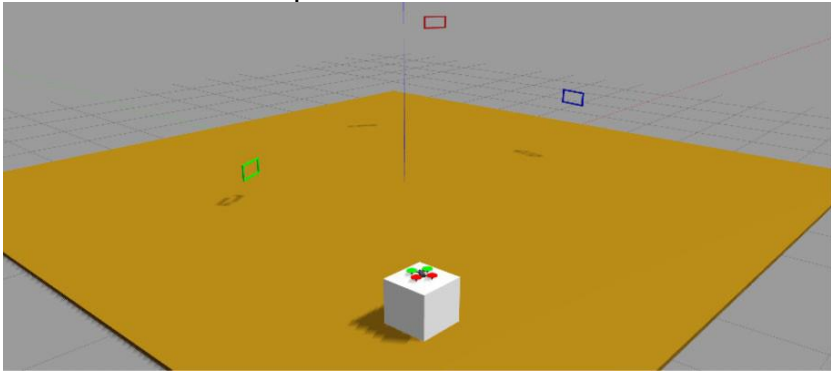
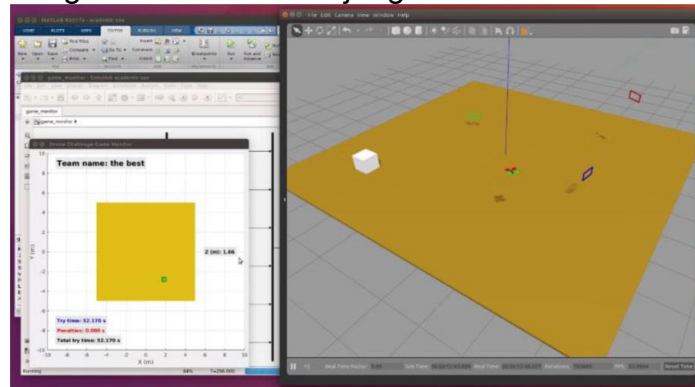
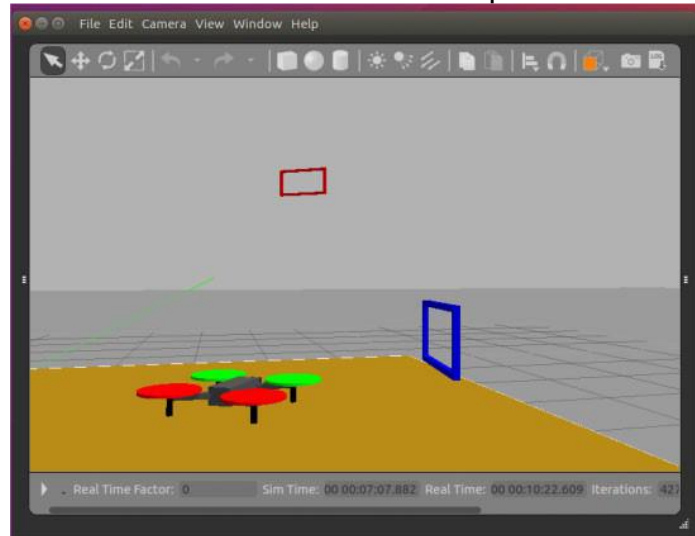
	<p>En la fase final del concurso, el alumnado prueba sus sistemas de navegación en siete escenarios distintos, durante una hora. Por último, en la última hora de esta prueba el alumnado prueba su propuesta en tres escenarios aleatorios, los cuales serán evaluados por los jueces del concurso.</p>
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<p>Se usa el simulador de robótica de drones: Gazebo/ROS. Herramienta de simulación de modelos, para establecer la posición y orientación del dron: Simulink/Matlab. Aplicación: Game Monitor, para conocer y mejorar las propuestas implementadas por el alumnado, comprobando si el dron se sale del escenario, así como si se alcanza el tiempo máximo permitido.</p>
<p>15. Consejos para educadores / base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	<p>Dicha propuesta no curricular, tiene gran potencialidad para abordarla en el aula, usando incluso Drones físicamente con el objetivo de trabajar no solamente la RE y programación, sino interrelacionarlo con asignaturas STEM como matemáticas, calculando distancias, velocidades, etc.</p>
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)</p>	<p>Escenario de la competición:</p>  <p>The image shows a 3D simulation environment. In the foreground, there is a white cube with a small drone on top. The ground is a yellow rectangular platform. In the background, there are several small colored squares (red, blue, green) scattered across the platform, representing targets or obstacles. The background is a grey grid.</p>

Imagen del monitor del juego con el dron sobrevolando el escenario:



Simulador del dron a través de la plataforma Gazebo:



Enlace al artículo: <https://doi.org/10.1177/1729881418820425>

1. Título de la actividad / práctica	9ª - Mejora de la motivación en 3º de la ESO mediante actividades de robótica.
2. Autor/es (año)	Goñi Echeverria (2023)
3. Edad de los estudiantes	14-15 años
4. Curso/s escolar/es / tipo de educación (formal, no formal)	Alumnado de 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).
5. Destinatarios (tamaño del grupo)	12 alumnos y alumnas de 3º de ESO de la asignatura de Robótica, la cual es de elección optativa, y se imparte durante 3 sesiones (horas) semanales. Los alumnos trabajarán cooperativamente en 3 grupos de 4 personas cada uno.
6. Duración	Se aborda durante el curso 2022/2023. Comprenderá del 2 al 12 de mayo de 2023, comprendiendo 2 semanas de curso académico, durante 6 sesiones de aprendizaje, de 55 minutos cada una.
7. Lugar/centro (país/es en el/los que se implementa)	Este proyecto se va a realizar en el Instituto de Educación Secundaria (IES) Sarriguren, situado en España. Concretamente, las actividades se desarrollan en el aula de informática del IES, llamada Mac-área.
8. Áreas curriculares y temas abordados STEM	Esta propuesta se centra en fomentar íntegramente dos de las competencias clave de la actual ley educativa española (Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación [LOMLOE]): la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) y la competencia digital (CD). También se fomentan otras competencias clave de manera transversal: la comunicación lingüística (CCL), la competencia personal, social y aprender a aprender (CPSAA) y la competencia emprendedora

	<p>(CE). Otras habilidades que se fomentan son: la imaginación, la creatividad, la resolución de problemas y el Pensamiento Computacional (PC).</p> <p>El alumnado se enfrentará a problemas y retos reales, que deberá resolver de manera práctica a través de conocimientos tanto matemáticos como científicos, mediante la programación y el diseño de robots. De manera desglosada se trabajan los siguientes contenidos de las áreas STEM:</p> <p><u>Matemáticas</u>: se diseñan algoritmos y secuencias de comandos de programación, con el fin de solucionar problemas reales. Además, se implementan contenidos de geometría, para diseñar el robot y programar sus movimientos.</p> <p><u>Ciencias</u>: a través de la Robótica Educativa (RE), se pueden diseñar experimentos a través de métodos científicos, recogiendo datos, analizando resultados, formulando hipótesis y extrayendo conclusiones.</p> <p><u>Ingeniería y tecnología</u>: mediante el diseño y construcción de robots, atendiendo a su estructura, sistemas de control y uso de recursos.</p>
<p>9. Origen de la actividad</p>	<p>Esta propuesta de intervención surge debido a la necesidad de responder las expectativas del alumnado de 3º de ESO, el cual manifiesta su descontento y desmotivación por la asignatura de Robótica. En concreto un alumno manifestó que le gustaría aprender a manejar los robots. En este sentido, se busca el objetivo de favorecer el aprendizaje del alumnado, de una manera más práctica y basada en la programación y el uso de robots.</p> <p>Para ello, se ha planteado la colaboración de la asociación i²tec de la UPNA, con el fin de acercar la realidad de las empresas y de la universidad a los IES, favoreciendo las carreras relacionadas con STEM, intentando reducir la brecha de género en estas disciplinas.</p> <p>Esto tiene el objetivo de desarrollar habilidades técnicas y de programación, que serán útiles a lo largo de su vida, demostrándose grandes beneficios en la motivación e interés del alumnado por estas disciplinas STEM. Del mismo modo, se promueven habilidades interpersonales, de trabajo en equipo, de creatividad y de autonomía.</p>
<p>10. Objetivos educativos</p>	<p>Mejorar la motivación del alumnado de 3º de ESO mediante la Robótica Educativa (RE).</p> <p>Favorecer las competencias STEM y digital a través de la RE y la programación. Fomentar las carreras STEM.</p> <p>Trabajar colaborativamente en la resolución de problemas técnicos.</p> <p>Favorecer la inclusión educativa, integrando a alumnos de distintos géneros, capacidades, niveles socioeconómicos, etc.</p>

11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	Aprendizaje Basado en Retos (ABR). Trabajo Cooperativo. Enfoque Construcccionista.
12. Breve descripción de la actividad	Primeramente se introducirán los robots Maqueen, explicando sus características y uso, así cómo se relacionan con las placas de programación Micro:bit. Seguidamente se explicita una introducción a la programación de estos robots a través de Micro:bit, controlando las velocidades, trayectoria y dirección de estos, implementando el uso de los sensores. Posteriormente se planteará un reto consistente en la idea de movilidad urbana sostenible. Para ello, el alumnado tendrá que programar un coche eléctrico (robot Maqueen), que se guie de manera autónoma por la ciudad. Los pasajeros introducirán un destino al montarse en el vehículo y este deberá llevarlos hasta allí. Se deberá de tener en cuenta las circunstancias del recorrido, programando para ello unos sensores y trazando una línea negra que deberá seguir sin desviarse. Además, se atenderá a una serie de obstáculos: un puente y diversas paradas ante peatones, semáforos en rojo, señal de stop, etc. Para abordarlo, se tendrán que emplear los sensores de infrarrojo de suelo y el sensor de ultrasonidos del robot. A través de los sensores infrarrojos, se dirigirá al robot para que no se desvíe del circuito urbano y mediante el sensor de ultrasonidos se realizarán las diversas paradas. Los alumnos elaborarán su propio circuito, verificando que han programado correctamente el robot Maqueen para que siga el circuito y atienda a los obstáculos.
13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación	Para dirimir el grado de aprendizaje se han implementado tres rúbricas de evaluación que evalúan: el trabajo en equipo, la actitud y el comportamiento individual, y la programación con el robot Maqueen. En cuanto al trabajo en equipo, uno de los grupos (grupo 'A') no ha obtenido buenas puntuaciones (3,15 sobre 10), ya que no ha habido colaboración, debido a la ausencia de dos alumnos a las clases y a la poca motivación en general. Pero, por otro lado, los otros dos grupos han obtenido unos resultados académicos muy elevados en este aspecto, destacando uno de ellos (grupo 'C') con una nota de 9,38, debido a la gran colaboración, distribución equitativa de tareas e interacción grupal. Respecto a la actitud y el comportamiento individual, ha habido buenos resultados de manera general, habiendo únicamente dos alumnos con calificaciones deficientes, uno por no respetar estos ítems y otro por no acudir a ninguna clase presencial. El resto de alumnado ha tenido un buen comportamiento, destacando tres alumnos con la máxima calificación. Por último, en cuanto a la valoración de la programación del robot Maqueen, sucede lo mismo que con la evaluación del trabajo grupal, el grupo 'A' ha sido el único con una calificación deficiente (3,14 sobre

	<p>10) y los otros dos grupos han alcanzado buenas calificaciones, obteniendo de nuevo el grupo 'C' la mejor nota (8,75), con la máxima puntuación en la programación del software, la presentación de la solución y el tiempo usado para resolverlo, debiendo mejorar en trabajo autónomo.</p> <p>Por otro lado, se implementó una encuesta tanto antes como después de llevar a cabo la propuesta, extrayéndose que a través de estas actividades ha aumentado la concienciación por la importancia de la robótica y de las competencias STEM y digital, ya que algunos estudiantes han manifestado su deseo de continuar estudiando carreras científico-tecnológicas o relacionadas con la robótica.</p> <p>También ha mejorado la motivación de manera general, aunque cierto alumnado muestra sus reticencias hacia esta propuesta. Del mismo modo sucede con el grado de dificultad percibido, ya que existe heterogeneidad en sus respuestas, percibiéndolas tanto fáciles como difíciles. Se encuentran dificultades para gestionar sobre todo el trabajo autónomo y el trabajo cooperativo.</p> <p>Por último, cabe destacar el gran efecto positivo generalizado que se ha percibido mediante la encuesta final, aunque se debe seguir trabajando para cambiar la percepción de cierto alumnado.</p> <p>Se van a evaluar principalmente las competencias clave: STEM y digital, mediante las soluciones abordadas en el reto planteado. Se determinarán si estas soluciones son eficaces, a través del uso de hardware y software específicos. Otros aspectos evaluados son: la originalidad de la propuesta, así como la actitud y el trabajo cooperativo. Se evaluará también la capacidad para solventar problemas técnicos derivados del reto, mediante el número de consultas realizadas a los docentes, con el fin de valorar el grado de autonomía del alumnado, valiéndose del trabajo grupal y de los recursos disponibles.</p>
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos tecnológicos: placa Micro:bit, robot Maqueen, ordenadores o portátiles con acceso a internet para poder acceder al programa Makecode de Micro:bit y pizarra digital. - Otros materiales: circuito impreso en papel, puente fabricado en cartón o cartulina y una barrera que hará de obstáculo.
<p>15. Consejos para educadores / base teórica (si es aplicable) o contexto curricular</p>	<p>Se aconseja implementar dicha propuesta de manera integrada a través de la Educación STEM, uniendo algunas disciplinas como las ciencias (física, química) y las matemáticas.</p>

(opcional)

16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)

Imagen del robot Maqueen.

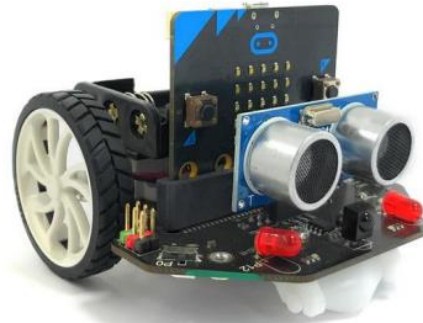
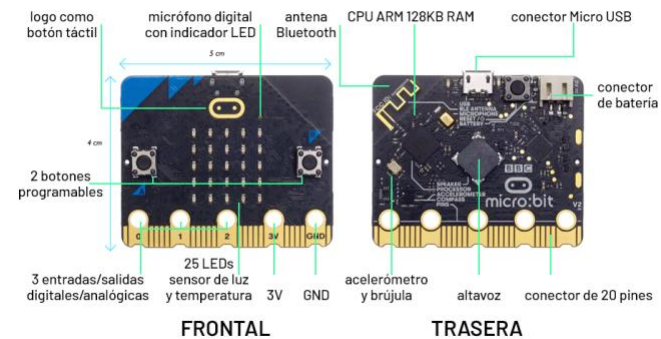


Imagen de la placa Micro:bit y sus funcionalidades.



Ejemplo de programación por bloques del equipo 'C', realizado con el programa MakeCode para Micro:bit.

```
para siempre
  fijar Obstáculo a Leer ultrasónicos en ca
  fijar Derecha a Leer señalina derecho
  fijar Izquierda a Leer señalina izquierdo
  si Obstáculo >= 3 entonces
    si Derecha = 1 y Izquierda = 1 entonces
      Motor ambos sentido avanzar velocidad 20
      pausa (ms) 300
    si Derecha = 0 y Izquierda = 0 entonces
      Motor derecho sentido avanzar velocidad 20
      Motor izquierdo sentido avanzar velocidad 0
      pausa (ms) 300
    si Derecha = 1 y Izquierda = 0 entonces
      Motor derecho sentido avanzar velocidad 20
      Motor izquierdo sentido avanzar velocidad 0
      pausa (ms) 300
    si Derecha = 0 y Izquierda = 1 entonces
      Motor derecho sentido avanzar velocidad 0
      Motor izquierdo sentido avanzar velocidad 20
      pausa (ms) 300
  si no
    Parar motor ambos
```

Enlace al Trabajo Fin de Máster (TFM) publicado:
https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/45909/goni.58872-tecnolog%C3%ADa_MUPES_2223.pdf?sequence=1&isAllowed=y

3. Ejemplos de buenas prácticas abordadas en España en Educación Primaria (EP)

A continuación, se van a mostrar una serie de buenas prácticas que abordan la educación STEM integrada junto a la RE en España en la etapa de EP.

1. Título de la actividad / práctica	1ª – Robótica aplicada al aula en Educación Primaria: un caso en el contexto español / Robotics applied to classroom in Primary Education: a case in the Spanish context.
2. Autor/es (año/s de la publicación o de su implementación)	Ferrada-Ferrada et al. (2021)
3. Edad de los estudiantes	10-12 años
4. Curso/s escolar/es /tipo de educación <i>(etapa y nivel educativo, entorno de educación formal, no formal, etc.)</i>	Dicha práctica es llevada a cabo con alumnado de 5º y 6º de Educación Primaria en un centro educativo concertado en sesiones de horario extraescolar.
5. Destinatarios <i>(tamaño del grupo, género, alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo, etc.)</i>	Participan en dicha práctica educativa 16 alumnos y alumnas voluntarios.

<p>6. Duración del proyecto/práctica (¿cuándo se realizó?, periodicidad, tiempo de duración, número de sesiones, etc.)</p>	<p>Dicha práctica se lleva a cabo durante 15 sesiones de talleres en horario extraescolar del centro.</p>
<p>7. Lugar/centro (país/es, centro/s y/o espacio/s en el/los que se aborda)</p>	<p>Esta investigación se ha llevado a cabo en el territorio español, concretamente en un centro educativo concertado de la ciudad de Granada.</p>
<p>8. Áreas curriculares y temas STEM abordados (asignaturas integradas y contenidos trabajados)</p>	<p>En dicha práctica se abordan contenidos de las cuatro disciplinas STEM: ciencia, tecnología, matemáticas e ingeniería, las cuales pasaré a describir: Respecto a las matemáticas, se realizan actividades de medición de distancias en el plano, de resolución de problemas, de programación de ángulos de giro y recorrido, uso de transportadores de ángulos con el objetivo de verificarlos y clasificarlos, así como de aplicaciones de identificación y medición de ángulos usando el sistema sexagesimal, etc. En cuanto a las ciencias, se estudian las variaciones entre velocidad y distancia en los recorridos ejecutados, definiendo la velocidad máxima aplicada en cada circuito realizado, relacionándolo con los conceptos de fuerza, movimiento y masa de los robots. Otros conceptos trabajados corresponden con el establecimiento de la velocidad promedio del robot, los tiempos en recorrer el circuito, etc. La tecnología es trabajada a través del uso aplicativo de diferentes plataformas digitales y dispositivos tecnológicos, tales como: la aplicación móvil llamada “Velocímetro” con el objetivo de estudiar las variaciones entre velocidad y distancia; la App Creative mBlock con el objetivo de programar pequeños recorridos, funcionamiento de las luces, control de movimientos y velocidades, etc; la App Makeblock por medio del lenguaje de programación Scratch con el fin de programar movimientos hacia atrás, adelante, ángulos de giro, etc.</p>

	<p>Por último, la ingeniería está presente por medio de actividades de construcción y montaje del robot, así como en la resolución de problemas en la arquitectura del circuito, en la carga aplicada a los chasis de los robots, etc.</p>
<p>9. Origen de la actividad (¿cómo surge?, ¿cuál es su finalidad?)</p>	<p>La finalidad de esta práctica educativa consiste en generar motivación a los estudiantes, por medio de un ambiente de indagación guiada que tiene por objetivo fomentar la experimentación, así como la autonomía para que el propio alumnado sea capaz de resolver sus propias dudas e inquietudes, por medio del uso de herramientas tecnológicas como el robot mBot, ordenadores, sensores, tablets y móviles.</p> <p>En este sentido, se pretende desarrollar un enfoque integrado de las disciplinas STEM, con el objetivo de aprender a usar de manera creativa la tecnología, así como fomentar las vocaciones científico-tecnológicas.</p> <p>Además, dicha práctica tiene por objetivo evaluar la satisfacción del alumnado respecto a la organización y logística del proyecto, la aplicación de las áreas STEM en el proyecto, las actividades trabajadas, los materiales e instrumentos utilizados, así como una valoración general.</p>
<p>10. Objetivos educativos (¿cuáles son los propósitos de aprendizaje?)</p>	<p>A continuación, se van a detallar una serie de objetivos específicos atendiendo a cada una de las actividades implementadas:</p> <p>Actividad 1 – mBot, programación y Apps: Aproximar al alumnado a los principios básicos de la robótica y la programación por medio de metodologías innovadoras y el pensamiento computacional. Fomentar habilidades como la creatividad, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y habilidades motoras.</p> <p>Actividad 2 – Sensores de movimiento (sigue línea): Adquirir competencias en el manejo, programación y utilización de sensores del robot. Identificar patrones, variaciones que influyen en los desplazamientos del robot.</p> <p>Actividad 3 – Programación en bloques: Iniciar el trabajo en programación de comandos a través de plataformas multimedia, practicando el pensamiento lógico, la resolución de problemas, la competencia digital, el razonamiento, la reflexión y la comunicación.</p>

<p>11. Metodología/s implementada/s en la propuesta (¿cómo voy a abordar la actividad?)</p>	<p>Esta práctica implementa la educación STEM a través de la Robótica Educativa y el pensamiento computacional (programación). En este sentido se implementan metodologías innovadoras como: El aprendizaje cooperativo. Y el aprendizaje por indagación.</p>
<p>12. Breve descripción de la actividad (secuencia de tareas ordenadas)</p>	<p>A continuación, voy a describir las tres actividades llevadas a cabo en dicha práctica: 1ª Actividad: El alumnado primeramente usa las aplicaciones instaladas en los móviles (App Creative mBlock) para programar pequeños recorridos, movimientos, luces, velocidades. Después llevan a cabo una indagación guiada, completando diferentes etapas de programación por bloques con Scratch en la App Story mBlock. Seguidamente usan la App Makeblock con el fin de programar órdenes en lenguaje Scratch, como la realización de giros de 90°, la modificación de velocidades, etc. Por último, el alumnado de manera autónoma trabaja las variables de tiempo, colores, encendido de las luces, etc. La 2ª actividad consiste en que el alumnado construya su propio recorrido del robot con cinta aislante, teniendo en cuenta los ángulos de giro, la longitud del recorrido, la superficie, interactuando con 9 velocidades de programación, etc. Por último, el alumnado utiliza la aplicación “Velocímetro” para estudiar las diferencias entre velocidad y distancia en los recorridos realizados por el robot, etc. La 3ª actividad trabaja la programación de bloques de comandos por medio de la aplicación Makeblock en lenguaje Scratch, con el fin de programar movimientos hacia adelante, derecha, giros de 45°, encendido y apagado de las luces LED, velocidad y tiempo de desplazamiento, sonido, etc. Por último, se usa la App Medidor de ángulo para identificar ángulos de inclinación por medio del sistema sexagesimal, así como obtener gráficas de las mediciones, etc.</p>
<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación (¿qué mejoras/dificultades ha habido en el aprendizaje? y/o ¿qué y cómo se ha evaluado?)</p>	<p>En este apartado se van a explicitar los resultados obtenidos correspondientes a las 5 dimensiones recogidas en la encuesta de satisfacción: Organización logística del proyecto, valorándose el lugar donde se aborda (salón), el horario, la organización de los equipos de trabajo y la atención del docente. Dicha dimensión fue muy bien valorada, ya que obtiene una media de 8,5 puntos sobre 10. Evaluación de la aplicación de las áreas STEM en el proyecto, extrayéndose que los aspectos tecnológicos son los más valorados con la máxima puntuación (10), seguidos de los de ciencias (9) y, por último, los de matemáticas e ingeniería (8).</p>

	<p>Respecto a la dimensión de actividades trabajadas (construcción, programación y aplicaciones del robot y unidades de energía renovable trabajadas) durante la propuesta se obtiene la mejor media de todas con una valoración de 9,5 puntos.</p> <p>Los materiales e instrumentos utilizados también son valorados satisfactoriamente, destacándose el uso de componentes del robot (9), seguido de los dispositivos móviles, sensores y materiales renovables, todos ellos con una valoración de 8.</p> <p>Por último, la valoración general del proyecto fue muy alta, extrayéndose un valor de 9 respecto a la implicación del responsable del proyecto y de 8,8 del proyecto en sí.</p> <p>En conclusión, Ferrada et al. (2021) extraen dos conclusiones derivadas de la evaluación del programa: La implementación de la robótica educativa favorece la actitud y la predisposición del alumnado por enfrentarse a desafíos cada vez más complejos, generando mejoras en las habilidades de pensamiento lógico-matemático, resolución de problemas y trabajo colaborativo.</p> <p>A través de la implementación de la tecnología educativa en contextos desfavorecidos, se tiene por objetivo aumentar los períodos de permanencia en el sistema escolar, así como mejorar las actitudes hacia las disciplinas STEM.</p>
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s <i>(¿qué recursos didácticos se necesitan?)</i></p>	<p>Robot mBot de Makeblock, ordenadores, sensores, tablets y móviles.</p>
<p>15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	

(¿qué promueve la actividad en el alumnado?, pautas para el docente)

16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)
(inclusión de material que permita visualizar la actividad)

Figura 1. Ejemplo de práctica usando el sensor de movimiento (sigue línea), con el robot mBot

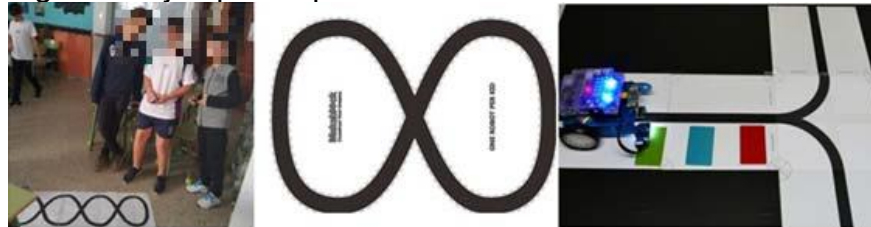


Figura 2. Ejemplo de plano de trabajo utilizado por el alumnado para la ejecución de los desplazamientos.



Figura 3. Ejemplo de programación de ángulos de giro y recorridos usando Scratch.



Enlace al artículo:

https://doi.org/10.24197/st.Extra_2.2021.240-259

1.	Título de la actividad / práctica	2ª - Evaluación de una propuesta educativa sostenible con un enfoque STEM para mejorar la actitud hacia las ciencias o matemáticas en estudiantes de 5º y 6º de Educación Primaria de España.
2.	Autor/es (año/s de la publicación o de su implementación)	Ferrada-Ferrada et al. (2023)
3.	Edad de los estudiantes	9-12 años
4.	Curso/s escolar/es / tipo de educación	Tercer ciclo de Educación Primaria (cursos 5º y 6º)
5.	Destinatarios	Los participantes de esta práctica/proyecto son 15 estudiantes (6 chicas y 9 chicos) pertenecientes a 4 grupos-aula del tercer ciclo de EP. Concretamente 11 alumnos/as cursan 5º de EP y 4 alumnos/as 6º de EP.
6.	Duración del proyecto/práctica	Esta práctica está comprendida dentro del Proyecto CISOGRA (Ciudad Sostenible Granatensis-Robotics), desarrollándose durante 12 semanas en horario extraescolar por la tarde, abordándose una sesión de trabajo por semana. Dicho proyecto comprende una duración de 90 minutos por sesión, dividiéndose en 30 minutos para refuerzo en las áreas de ciencias y matemáticas y 90 minutos para la realización de una ciudad sostenible.
7.	Lugar/centro	Dicho proyecto es implementado el territorio español, concretamente en un centro educativo concertado de la ciudad de Granada.
8.	Áreas curriculares y temas STEM abordados	Se integran dos áreas STEM curriculares de EP: Ciencias de la Naturaleza , tratando los contenidos del currículo: Materia y Energía, La tecnología, los objetos y las máquinas. Matemáticas: Procesos, métodos y actitudes matemáticas, Medidas, Estadística y Probabilidad. Transversalmente se integran dos disciplinas STEM de manera interrelacionada:

	<p>Tecnología: programación computacional y uso de robots educativos (mBot) mediante el programa informático de programación por bloques Scratch.</p> <p>Ingeniería: diseño y construcción de un modelo de ciudad sostenible.</p>
9. Origen de la actividad	Este proyecto surge con motivo de generar un cambio en la actitud y rendimiento del alumnado hacia las disciplinas científicas, tecnológicas y matemáticas a través de una propuesta STEM integrada, en un contexto de vulnerabilidad, con el objetivo de favorecer la inclusión educativa.
10. Objetivos educativos	El objetivo principal de dicho proyecto es diseñar, implementar y evaluar una práctica educativa inclusiva destinada a 5º y 6º de EP, a través del enfoque STEM integrado, junto a la Robótica Educativa, programación y educación para la sostenibilidad, con el fin primordial de mejorar las actitudes hacia las ciencias y las matemáticas, así como mejorar los resultados académicos en las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas.
11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	Se aborda un enfoque STEM integrado a través de la Robótica Educativa, implementando la metodología de indagación científica y el aprendizaje cooperativo.
12. Breve descripción de la actividad	El proyecto CISOGRA tiene por objetivo la construcción de un modelo de ciudad sostenible, en la cual se programan los recorridos del robot a través de ella.
13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación	<p>A través de dicho proyecto se tiene por objetivo investigar las actitudes hacia las ciencias y las matemáticas del alumnado, así como determinar su evolución en las calificaciones académicas en las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas. Para ello, se llevó a cabo primero un pre-test y después un post-test, tanto en el grupo control como en el grupo experimental.</p> <p>En cuanto a la actitud del alumnado hacia las ciencias agrupadas en sus tres dimensiones (1- sentimiento afectivo sobre la ciencia, 2- tendencia conductual en el aprendizaje de la ciencia y 3- juicio cognitivo de la ciencia) y de manera global se observa tras la intervención un aumento paulatino en el grupo experimental y la línea de base (conjunto de datos), no así en el grupo control en el cual descienden sus valores en todos los aspectos menos en la dimensión 3.</p> <p>Respecto a las actitudes hacia las matemáticas agrupadas en sus 4 dimensiones (1 - percepción de la competencia matemática, 2 - gusto por las matemáticas, 3 - percepción de la utilidad y 4 - autoconcepto</p>

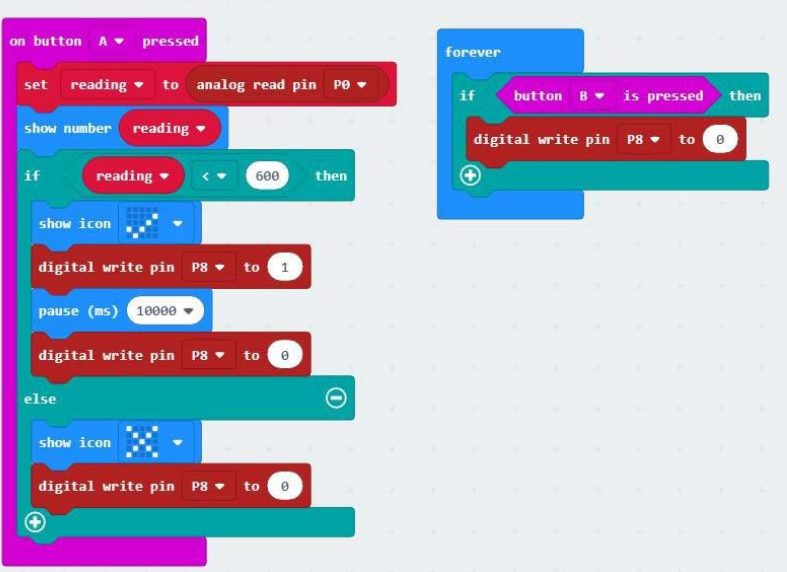
	<p>matemático) y de manera global, se observa tras la intervención un mayor equilibrio entre el grupo control y experimental, ya que ambos aumentan y descienden sus valores en las mismas dimensiones. Esto es que en la dimensión 1 ambos descienden sus valores, pero en la 2, 3 y 4 los aumentan, tras la intervención. Se ha de destacar que en la evaluación global de las 4 dimensiones se reducen estos valores en los dos grupos y en la línea de base (conjunto de datos), así como que el grupo experimental mejora sus valores a los del grupo control tras la intervención en todas las dimensiones y globalmente. Por último, atendiendo a las calificaciones obtenidas tanto en el área de Ciencias de la Naturaleza como de Matemáticas, se observa una reducción de las puntuaciones tanto en el grupo control como experimental, tras la intervención. Aunque el grupo experimental ha obtenido mejores puntuaciones que el grupo control en ambas calificaciones, siendo estadísticamente significativas en el rendimiento en matemáticas.</p> <p>Por lo tanto, podemos concluir que dicha práctica STEM con RE ha generado un impacto positivo en las actitudes científicas y matemáticas.</p>
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<p>Robot mBot y software de programación por bloques llamado Scratch.</p>
<p>15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)</p>	<p>Enlace al artículo de investigación: http://dx.doi.org/https://doi.org/%2010.22600/1518-8795.ienci2023v28n1p111</p>

1.	Título de la actividad / práctica	3ª - Robotics and Early-years STEM Education: The botSTEM Framework and Activities.
2.	Autor/es (año/s de la publicación)	Greca Dufranc et al. (2020)
3.	Edad de los estudiantes	Niños y niñas entre 4 y 8 años
4.	Curso/s escolar/es / tipo de educación	El proyecto ha sido desarrollado en las siguientes etapas y cursos educativos: 2º y 3º de Educación Infantil (EI) 1º y 2º de Educación Primaria (EP)
5.	Destinatarios	Esta práctica está dirigida a más de 1500 estudiantes y docentes, 600 investigadores e investigadoras, 20 responsables políticos y 3000 familias. En este sentido, explicitaré un ejemplo de práctica llevada a cabo con niños y niñas de 7-8 años (2º de Educación Primaria).
6.	Duración del proyecto/práctica	El proyecto botSTEM se lleva a cabo entre 2018 y 2020.
7.	Lugar/centro	Dichas prácticas han sido implementadas, evaluadas y perfeccionadas en centros de Educación Infantil y Educación Primaria tanto de España como de Suecia
8.	Áreas curriculares y temas STEM abordados	A continuación, explicitaré un ejemplo de las asignaturas y contenidos STEM abordados en una de las actividades llevadas a cabo en el proyecto botSTEM: Robótica: programar un sistema de riego para el jardín Ciencias: uso del método científico para trabajar el contenido de las plantas. Tecnología: implementación de la placa de programación BBC micro:bit Ingeniería: uso del proceso de diseño de ingeniería para crear un sistema de riego. Matemáticas: trabajo de diferentes unidades de medida, tablas y gráficos.

<p>9. Origen de la actividad</p>	<p>El proyecto botSTEM surge debido a que, en los últimos años, se observa un aumento en la implementación de programas educativos bajo el enfoque STEM integrado, sobre todo en Educación Secundaria y actividades extraescolares. Aunque todavía se debe investigar más sobre cómo desarrollarlo en las etapas de Educación Infantil (EI) y Primaria (EP), ya que dichas etapas son cruciales en el fomento de vocaciones científico-tecnológicas y en la reducción de prejuicios existentes sobre la Ciencia y la Tecnología.</p> <p>En este sentido se configura el proyecto botSTEM con el objetivo de desarrollar nuevas herramientas que motiven la didáctica de las asignaturas STEM a través del uso de metodologías innovadoras como la indagación científica, la robótica educativa y el aprendizaje de la programación informática, dirigido tanto a EI como a EP.</p>
<p>10. Objetivos educativos</p>	<p>En este sentido, dicho proyecto botSTEM tiene como objetivos generales:</p> <p>Mejorar la adquisición de competencias científico-tecnológicas, así como los resultados académicos a largo plazo del alumnado en las disciplinas STEM, tales como las Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas, mediante el uso de metodologías y recursos innovadores.</p> <p>Desarrollar herramientas motivantes para el alumnado, tales como juegos didácticos, uso de robots de código abierto, programación informática, etc.</p> <p>Mejorar la calidad y la integración de la formación de los docentes a lo largo de la vida por medio de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA).</p> <p>Optimizar la imagen pública y la percepción que se tiene sobre la Ciencia y la Tecnología, a través de la educación STEM integrada, con el objetivo de superar los prejuicios que tienen los niños y niñas durante sus primeras etapas escolares, así como reducir la brecha de género.</p> <p>Respecto al ejemplo de actividad desarrollada en Greca Dufranc et al. (2020) se explicitan los siguientes objetivos específicos:</p> <p>Diseñar y construir un jardín domótico con el objetivo de cultivar plantas de una manera más eficaz y eficiente.</p> <p>Aprender qué es un sistema domótico, cómo funciona y cómo se puede programar.</p> <p>Aplicar el método científico con el objetivo de que desarrollen sus conocimientos sobre las plantas, así como crear un sistema capaz de cuidar nuestro jardín.</p> <p>Aplicar conocimientos matemáticos sobre instrumentos y unidades de medida, a través del uso e interpretación de tablas y gráficos.</p>

11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	<p>Educación STEM integrada junto a la Robótica Educativa y la programación, implementado diversas metodologías activas: Metodología de indagación científica Metodología de diseño de ingeniería Trabajo colaborativo</p>
12. Breve descripción de la actividad	<p>Seguidamente explicaré el ejemplo de actividad desarrollada en Greca Dufranc et al. (2020), denominada 'Domotic Garden' (jardín domótico):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Primeramente, se trabajará el concepto de jardín inteligente mediante una noticia o vídeo en el que se compartan conocimientos sobre el funcionamiento de este, así como de sus ventajas e inconvenientes, a través de preguntas en gran grupo tales como: ¿qué opináis sobre los jardines inteligentes?, etc. Seguidamente, se debatirá en gran grupo dos variables que deben controlarse en un jardín: la temperatura (T^a) y la humedad, con el objetivo de relacionarlas con el proceso de evaporación. En este sentido se debaten sus ideas y experiencias previas, así como la manera de medirlas. - El segundo paso consiste en que el alumnado de manera cooperativa investigue en qué consiste la placa de programación micro:bit, realizando diversas actividades para familiarizarse con ella, con el objetivo de que programen de manera autónoma un aparato de T^a y otro de humedad. - Posteriormente, se organizan dos grupos más grandes con el objetivo de que uno se encargue del aparato de T^a y otro del de humedad, facilitándoles para ello dos plantas, como el cactus y la albahaca. En este sentido, el alumnado debe identificar que necesitan las plantas para vivir, usando para ello el método científico, planteándoles preguntas como: ¿cuánta agua necesita el cactus para vivir?, etc. Seguidamente de manera guiada por el docente deben crear un experimento con el objetivo de comprobar qué condiciones de T^a y humedad necesitan estas plantas para sobrevivir. Para ello, medirán y registrarán durante una semana su T^a y humedad, haciendo dibujos o fotografías, con el objetivo de crear un póster científico, en el que den respuesta a cuestiones como: ¿las plantas han cambiado de color o tamaño?, etc. - Una vez definidas las condiciones de T^a y humedad, cada grupo debe elegir una planta para cuidarla, con el objetivo de diseñar un sistema de riego a través del proceso de diseño de ingeniería. A todo esto, el docente debe guiarlos en la planificación del diseño del sistema de riego usando las plantas, la placa micro:bit, los sensores de agua, las bombas y los cuencos para el suministro de agua, así como ayudarlos en la creación del código de programación usando la placa BBC micro:bit.

	<p>- Por último, el alumnado prueba y mejora el sistema de riego, abordando para ello una evaluación compartida de sus conocimientos mediante un debate en el que se planteen preguntas como: ¿es útil un sistema de riego?, etc. Para demostrar dichos aprendizajes, el alumnado crea un póster, un vídeo en stop motion o una presentación digital a través de imágenes, etc., explicitando las condiciones más adecuadas que han elegido para la planta, las consecuencias derivadas de unas condiciones inadecuadas, etc.</p> <p>Como actividad de ampliación se puede plantear una indagación sobre la creación de un sistema de riego en Marte a través del uso de robots.</p>
<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación</p>	<p>En este sentido los docentes implicados en la planificación de las actividades abordaron un diálogo previo con sus compañeros/as sobre los aprendizajes previstos tanto para la educación STEM como la Robótica Educativa (RE) con el objetivo de responder preguntas tales como: ¿qué conocimientos se espera que los niños/as desarrollen?, etc. Para ello, se ha usado la observación participante y no participante, se han recogido datos en vídeo sobre las actividades abordadas y se han abordado entrevistas previas y posteriores a los docentes encargados de llevar a cabo las secuencias didácticas. Los resultados demuestran que el alumnado mejora sus habilidades de comunicación, cooperación y de pensamiento computacional a través del uso de robots programables que deben superar una serie de retos. La implementación didáctica de robots promueve la reflexión del propio alumnado sobre su papel en la programación. Se ha de destacar que, aunque no todos los docentes y discentes habían tenido experiencias previas con la RE, los docentes fueron capaces de adaptar las actividades y el modelo pedagógico a las características de su alumnado, superando los obstáculos iniciales.</p> <p>Cabe destacar que todos los docentes españoles, sin excepción, manifestaron que la educación STEM integrada favorece de manera excepcional la motivación y curiosidad del alumnado por las disciplinas STEM, aunque también manifiestan contrariedades para implementarlo de manera habitual.</p>
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<p>Para llevar a cabo el ejemplo de actividad explicitada en Greca Dufranc et al. (2020), llamada ‘Domotic Garden’ se usan los siguientes recursos didácticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Placa de programación BBC micro:bit. - Plantas. - Sensores de agua. - Bombas de agua y cuencos. - Ordenadores o tablets.

<p>15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	<p>Este proyecto botSTEM propone un modelo pedagógico STEM que implementa la enseñanza por indagación científica y el proceso de diseño de ingeniería, siguiendo tres fases secuenciadas: Los docentes deben proponer un problema real basado en la ingeniería, usando para ello las experiencias y preguntas del alumnado con el objetivo de enseñar contenidos científicos. Seguidamente el alumnado lleva a cabo una indagación guiada, en la cual realizan experimentos en los que aprenden conceptos científicos y tecnológicos, con el objetivo de resolver el problema planteado. Por último, el alumnado diseña o implementa una solución tecnológica que resuelva el problema inicial.</p>
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)</p>	<p>Ejemplo de secuencia de programación de la actividad del jardín domótico por medio de la placa de programación BBC microbit:</p>  <p>Para conocer en mayor profundidad el proyecto botSTEM se aconseja visualizar la página web: https://www.botstem.eu/es/ en la que se puede encontrar entre otros aspectos, los objetivos e impacto del proyecto, así como los <i>toolkits</i> de proyecto, es decir, manuales de la educación en robótica y STEM para niños/as y escuelas primarias (20190618 BOTSTEM ESP.indd) El artículo científico que resume dicho proyecto se puede encontrar en el siguiente enlace: https://doi.org/10.20897/ejsteme/7948</p>

1.	Título de la actividad / práctica	4ª - Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en robótica, con metodologías activas en 3º ciclo de Educación Primaria.
2.	Autor/es (año/s de la publicación o de su implementación)	Ferrada-Ferrada (2021).
3.	Edad de los estudiantes	11-12 años.
4.	Curso/s escolar/es /tipo de educación	6º de Educación Primaria (EP).
5.	Destinatarios	Han participado 19 estudiantes de 6º de EP pertenecientes a dos centros educativos reconocidos como Comunidades de Aprendizaje.
6.	Duración del proyecto/práctica	Para abordar dicha práctica se han implementado 12 sesiones en total de 90 minutos cada una, en las que se abordan 17 actividades de enseñanza-aprendizaje.
7.	Lugar/centro	Dicha práctica de educación STEM se ha abordado en los centros educativos con alta vulnerabilidad social de la ciudad de Granada, en España. Esto se ha llevado a cabo a través de talleres en dos centros educativos, de manera extracurricular, por lo que son voluntarios.
8.	Áreas curriculares y temas STEM abordados	Esta actividad trabaja de manera integrada contenidos de dos asignaturas troncales de EP (Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas), los cuales pasaré a detallar: - Los contenidos abordados en Ciencias de la Naturaleza consisten en: la construcción de máquinas sencillas para resolver un problema o cumplir una función, la resolución de problemas de la vida cotidiana relacionados con distintas magnitudes, fuentes de energía y materias primas, la electricidad, energías renovables y no renovables, distintas formas y fuentes de energía y su utilización, la energía solar y los generadores eólicos, etc. - Se trabajan contenidos matemáticos tales como las unidades de medida y sus equivalencias, la medición de distancias, tiempos y promedios de recorrido, realización de cálculos, estimaciones, mediciones y aproximaciones, desarrollo de operaciones básicas, planteamiento y resolución de

	<p>problemas, determinación de superficies y volumen de almacenamiento, recolección de datos cuantitativos, estimación de longitudes, etc.</p> <p>También se trabajan transversalmente las siguientes disciplinas STEM de manera integrada:</p> <p>Tecnología: uso de robots y sensores propios del robot (luces LED, sigue líneas, obstáculo); programación de aplicaciones móviles; principios de la transmisión de la corriente eléctrica; instalación de componentes eléctricos (bombillas, interruptores) y electrónicos; programación del robot mBot; manejo de paneles solares, baterías y sensores de temperatura; utilización de instrumentos de medición, etc.</p> <p>Ingeniería: montaje, ensamblaje y diseño del robot; chequeo de funcionamiento; montaje y diseño de circuitos eléctricos; planificación y construcción de una instalación eléctrica que cumpla la función de ahorro energético; planificación del recorrido por el que se moverá el robot, aplicando para ello operaciones matemáticas y tecnológicas; diseño y distribución de paneles solares, etc.</p>
<p>9. Origen de la actividad</p>	<p>Esta experiencia e investigación educativa tiene el objetivo de favorecer necesariamente el fortalecimiento de un currículo STEM integrado, basado en disciplinas que proporcionen al alumnado una serie de herramientas y conocimientos en estas disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) desde la etapa de Educación Primaria (EP).</p> <p>Respecto al conjunto de la investigación abordada en la tesis doctoral, por un lado, la experiencia práctica surge de una revisión sistemática previa, la cual tiene como finalidad caracterizar la literatura científica que aborda la educación STEM, mediante el uso de la Robótica Educativa en EP; también se lleva a cabo un análisis de las actividades basadas en el enfoque STEM que se enmarcan en los libros de texto chilenos y españoles, de lo que se extrae la necesidad de aumentar desde las primeras etapas dichas prácticas STEM, las cuales están en crecimiento.</p> <p>Basadas en estas investigaciones previas se lleva a cabo el proyecto CISOGRA-Robotics el cual tiene por objetivo favorecer las actitudes del alumnado de EP hacia las ciencias y las matemáticas, así como la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT) a través de la educación STEM integrada y la RE.</p>
<p>10. Objetivos educativos</p>	<p>Dicha práctica presenta un objetivo general de investigación que a su vez tiene el propósito educativo de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Favorecer la consecución de competencias en ciencias, tecnología y matemáticas en el alumnado de 6° de EP mediante el desarrollo de talleres basados en la educación STEM y la Robótica Educativa (RE).

	<p>Además, dicha práctica educativa e investigación presenta una serie de objetivos específicos: Diseñar una evaluación por competencias que permita caracterizar el nivel de competencias en ciencias, tecnología y matemáticas en el alumnado de EP. Medir el nivel de desarrollo de las competencias en ciencias, tecnología y matemáticas a través de una prueba inicial. Contrastar el nivel de competencias en ciencias, tecnología y matemáticas obtenida al final de la práctica en comparación con los niveles iniciales.</p>
11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	<p>Enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI). Aprendizaje Basado en Problemas. Aprendizaje cooperativo.</p>
12. Breve descripción de la actividad	<p>A continuación, describiré de manera general cada una de las sesiones en las que se llevan a cabo las actividades de la práctica educativa: Se realiza el montaje del robot: se reconocen las piezas y las funciones de los sensores. Se usan aplicaciones junto a la programación de móviles vinculados al robot mBot. Se programa el recorrido y desplazamiento del robot. Se lleva a cabo el plano y el montaje de la ciudad sostenible y del circuito eléctrico. Se diseña y fabrica el panel eléctrico de la ciudad sostenible. Se trabaja la eficiencia energética, en cuanto al ahorro y las variables de consumo de la ciudad sostenible. Se prueban diferentes variaciones de alimentación energética al robot. Se diseña el recorrido por el que el robot mBot va a moverse a través de un sensor sigue línea, programándolo a través de la plataforma Scratch. Se trabaja la energía solar junto al termómetro Logger Pro. Se trabaja la energía eólica. - Se crea un sistema de riego por goteo, junto a jardines verticales y termómetro casero. - Se realiza una carrera de robots, diseñando un coche casero propulsado por aire y usando el sensor de movimiento Logger Pro. - En la última sesión se crea un marcador eléctrico y se lleva a cabo una actividad de fútbol entre robots. Por último, se hará una exposición sobre la ciudad sostenible.</p>

<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación</p>	<p>Dicha experiencia ha integrado una investigación educativa en la que se ha realizado una evaluación por competencias en ciencia, tecnología y matemáticas. Para ello se han compilado preguntas extraídas de distintas evaluaciones en estas competencias, realizadas por diferentes comunidades autónomas, las cuales se han validado previamente. Dicha investigación se ha desarrollado con un grupo experimental tanto antes como después de llevar a cabo la intervención STEM con RE.</p> <p>A continuación, se remarcan los resultados obtenidos:</p> <p>De manera general se observa que la media estadística ha aumentado considerablemente del pre-test al post-test, concretamente de 5,4 a 9,6 puntos, es decir, más de 4 puntos, por lo que se deduce la mejoría considerable tras la implementación del programa STEM y RE.</p> <p>Por otro lado, también se extrae que tanto el área de matemáticas como de ciencias de la naturaleza han mejorado considerablemente sus puntuaciones en el post-test. En este sentido, la evaluación en ciencias ha mejorado 0,35 puntos, en matemáticas 0,18 y en total 0,26 puntos, tras la intervención.</p> <p>Respecto a las puntuaciones obtenidas en cada una de las 16 preguntas del cuestionario, se observa una mejora en cada una de ellas relativas a ciencias y matemáticas, a excepción de una pregunta de matemáticas que sufre un descenso imperceptible de 0,03 puntos.</p>
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<p>Robot mBot de Makeblock Programa informático Scratch Plano de la ciudad Móvil o tablet</p>
<p>15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc.</p>	<p>Imágenes que ejemplifican una de las actividades de la propuesta, concretamente la actividad 5 (Ciudad Sostenible: “eficiencia y ahorro energético”) explicitada anteriormente:</p>

(opcional)

Relación de las actividades con STEM

S T E M

S
Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes eléctricos. Los elementos de un circuito eléctrico.

T
Utilización y montaje de instrumentos de medición, dispositivos móviles, programación robot Mbot

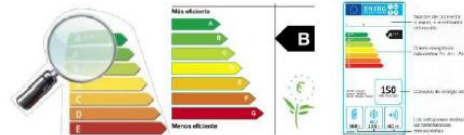
E
Construcción de instalaciones eléctricas que cumplan con función de ahorro energético.

M
Recogida y clasificación de datos cualitativos y cuantitativos utilizando técnicas elementales de encuesta, observación y medición.

Mediante la programación en bloques a través del lenguaje de programación en base Scratch, los estudiantes de manera libre, programan el encendido de las luces del robot, trabajan variables tales como Tiempo, colores, encendido simultáneo o individual, etc.



Una vez programado el robot, cada estudiante recibe un modelo de etiqueta energética, analizan la forma de utilizar y lo significativo que resulta su interpretación al momento de comprar un artículo electrónico en relación a los beneficios económicos y medio ambientales. Responden a preguntas tales como ¿Qué es Eficiencia energética? ¿Al escoger un artefacto, consideras la información contenida en la etiqueta de eficiencia energética? Se presentan 5 artefactos electrónicos de utilización permanente en los hogares y se clasifican según su eficiencia.



Como una forma de estrategia para el ahorro energético, los estudiantes manipulan y comprenden el funcionamiento de los termopares energético. A través de ejercicios de encendido observan el funcionamiento, programación y beneficios que presenta esta estrategia de planificación de consumo.



CIERRE DE LA ACTIVIDAD

Una vez finalizada las actividades, se destaca la importancia ambiental que posee la elección de una bombilla en relación al consumo energético. Lo significativo de leer e interpretar la información que se encuentra en etiqueta energética y como esta describe las potenciales características de cada equipo tecnológico. Finalmente analizan la programación de las luces de robot y como esta actividad puede ser replicada en sus hogares, considerando los avances en tecnología y reflexionando sobre la programación de bombillas en nuestros propios hogares. Posteriormente responde las siguientes preguntas:

- ¿Existen diferentes bombillas?
- ¿todas las bombillas presentan el mismo casquillo?
- ¿Influye la elección de la bombilla y la superficie que queremos iluminar.
- ¿es posible programar las bombillas del hogar?

Enlace a la Tesis Doctoral: <http://hdl.handle.net/10481/76036>

1. Título de la actividad / práctica	5ª - La robótica en la enseñanza de las ciencias en primaria, una experiencia con Bee-Bot.
2. Autor/es (año/s de la publicación o de su implementación)	Hurtado Soler y Santamaría Pérís (2019)
3. Edad de los estudiantes	7-8 años
4. Curso/s escolar/es /tipo de educación	Dicha práctica se ha llevado a cabo en un centro educativo, concretamente en el curso de 2º de Educación Primaria (EP)
5. Destinatarios	La investigación se ha llevado a cabo con 22 alumnos/as de 2º de EP, de los cuales 11 son chicos y 11 son chicas. Dicho alumnado estaba distribuido en dos grupos/aulas diferentes, en las que también había 11 estudiantes en cada una de ellas. En este sentido, se ha de especificar que únicamente se ha abordado la práctica STEM con Robótica Educativa (RE) en uno de los grupos (experimental), con el objetivo de comparar sus efectos con el otro grupo (control) en el que se implementó una metodología tradicional mediante explicaciones magistrales del contenido. Respecto al grupo experimental de 11 discentes, 6 son chicos y 5 chicas.
6. Duración del proyecto/práctica	No se explicita.
7. Lugar/centro	Dicha práctica se aborda en el aula del laboratorio de un centro educativo en España. Aunque se ha de indicar que no se explicita concretamente el lugar (país/región) en la que se lleva a cabo dicha práctica, pero se deduce del apartado de 'Fundamentos teóricos', debido a que se hace alusión a seguir las indicaciones de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), la cual actualmente está derogada, pero fue vigente en materia de ley educativa en España desde 2013 hasta 2021.

<p>8. Áreas curriculares y temas STEM abordados</p>	<p>El área curricular STEM de EP que se implementa de manera explícita es la siguiente: <u>Ciencias de la Naturaleza</u>, en la cual se va a tratar el contenido específico de los ecosistemas. También se trabaja transversalmente la siguiente disciplina STEM: <u>Tecnología</u>: uso de la tecnología educativa (robot Bee-bot). <u>Matemáticas</u>: desarrollo del pensamiento computacional.</p>
<p>9. Origen de la actividad</p>	<p>La finalidad de dicha práctica consiste en abordar una investigación experimental por la cual se comparan los resultados de un grupo experimental en el que se aborda la educación STEM mediante la RE y un grupo control en el que se implementa una metodología tradicional. Esto tiene por objetivo analizar si dicha práctica educativa con RE mejora el aprendizaje académico de la asignatura de ciencias de la naturaleza, así como si favorece la motivación del alumnado y el clima del aula.</p>
<p>10. Objetivos educativos</p>	<p>Conocer los conocimientos previos del alumnado sobre el concepto y las características de los ecosistemas, con el fin de detectar errores conceptuales. Conocer el interés y la experiencia que ha vivido previamente el alumnado con el uso de robots. Construir y estructurar los aprendizajes sobre los ecosistemas en el alumnado. Mejorar la motivación y el aprendizaje. Evaluar el conocimiento adquirido, así como valorar el uso del robot Bee-Bot.</p>
<p>11. Metodología/s implementada/s en la propuesta</p>	<p>Educación STEM integrada a través de la Robótica Educativa (RE). Se emplea el aprendizaje cooperativo.</p>
<p>12. Breve descripción de la actividad</p>	<p>A continuación, detallaré únicamente la intervención llevada a cabo con el grupo experimental con la propuesta STEM con RE, dividida en tres fases: En la primera etapa (pre-intervención), se llevó a cabo una lluvia de ideas, así como un debate en gran grupo sobre el contenido de los ecosistemas, con el objetivo de que el docente conociera sus conocimientos previos, anotando dicha información en una plantilla de evaluación de manera individualizada. Seguidamente se implementó un cuestionario de motivación, con el fin de que el alumnado explicitara sus experiencias previas con el uso de la RE, así como de su interés hacia esta. En la segunda etapa o fase de desarrollo, se abordó la propuesta didáctica, empezando por la exposición oral del tema de los ecosistemas por parte del docente ayudándose de las imágenes del tablero del juego, con el objetivo de implementar posteriormente la actividad con el tablero de juego y el robot Bee-bot.</p>

	<p>En esta etapa se describen las características de los hábitats, así como los animales que los componen, usando el tablero de juego. Posteriormente el alumnado programa el robot con el objetivo de moverse primero hacia un ecosistema determinado y después hacia los animales que viven en él. Por último, nombran las características de los ecosistemas.</p> <p>En la tercera y última fase (post-intervención), se evaluó el aprendizaje del alumnado, a través de un cuestionario de aprendizaje, en el que se abordaron preguntas tipo test, tales como: “¿Qué características tiene un bosque?”, etc.</p>
<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación</p>	<p>Los resultados obtenidos en el primer cuestionario motivacional establecen que más de la mitad del alumnado del aula de EP (54.5%) tiene interés por el uso de robots en las propuestas didácticas. También se extrajo que las experiencias previas que había tenido el alumnado con la RE se enmarcaban en talleres extraescolares, por lo que previamente a la intervención no se suscitó un gran interés por el uso del robot, ya que incluso se observaron dificultades en su manejo.</p> <p>Por otro lado, por medio del análisis de la actividad inicial se observa un nivel similar en cuanto a los conocimientos previos sobre los ecosistemas, siendo deficitario y limitado.</p> <p>Posteriormente a la intervención didáctica, se lleva a cabo un cuestionario de aprendizaje, en el que se muestra una diferencia significativa entre el grupo experimental y el grupo control en cuanto a estos aprendizajes. En este sentido, se observa que el grupo experimental ha mejorado sus resultados respecto al grupo control en todas las preguntas del cuestionario. Esta diferencia de resultados se evidencia sobre todo en las últimas preguntas del cuestionario, ya que en estas debían relacionar el ecosistema y el animal, para lo que se configura fundamental la implementación de actividades de programación y uso del robot Bee-Bot.</p> <p>Por último, se exponen también resultados cualitativos como que los estudiantes mostraron interés por el robot antes de la intervención, así como motivación y proactividad durante la exposición oral de los contenidos en gran grupo, ya que levantaban la mano para relacionar los animales y ecosistemas. A todo esto, también se encontraron dificultades para programar la secuencia de órdenes del robot de manera secuenciada, así como en la lateralidad y sentido espacial.</p>
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tablero de juego de 4x4 metros, que contiene 16 casillas que representan diferentes hábitats y animales. - Robot educativo Bee-Bot.

<p>15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	<p>Se aconseja realizar este tipo de prácticas de manera integrada con más de un área del currículo (matemáticas, ciencias de la naturaleza, ciencias sociales, etc.), resolviendo un problema inicial relacionado con sus intereses o que les motive a indagar sobre un tema socialmente relevante.</p>
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)</p>	<p>Imagen correspondiente al tablero de juego usado para trabajar el contenido de los ecosistemas mediante el uso del robot Bee-Bot:</p>  <p>Enlace al artículo de investigación en el que se aborda dicha práctica educativa: https://doi.org/10.7203/CREATIVITY.3.15977</p>

1. Título de la actividad / práctica	6ª - Robótica, programación y una aproximación a la educación ambiental.
2. Autor/es (año/s de la publicación o de su implementación)	Ferrada-Ferrada y Díaz-Levicoy (2023)
3. Edad de los estudiantes	9-12 años
4. Curso/s escolar/es / tipo de educación	5º y 6º de Educación Primaria
5. Destinatarios	En dicha intervención educativa han participado 15 estudiantes de 5º y 6º de EP. Respecto a la distribución por género, el 54% del alumnado que participó fueron chicos y el 46% chicas.
6. Duración del proyecto/práctica	La propuesta de intervención se abordó en horario extraescolar, a lo largo de 12 sesiones de enseñanza-aprendizaje.
7. Lugar/centro	Dicha práctica ha sido abordada en un centro concertado de la ciudad de Granada, en España.
8. Áreas curriculares y temas STEM abordados	Esta propuesta trabaja de manera integrada dos áreas curriculares de Educación Primaria (EP): <u>Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas</u> . En relación con las disciplinas STEM se tratan los siguientes contenidos: <u>Ciencias</u> : la construcción y el funcionamiento de las máquinas y su entorno. <u>Tecnología</u> : robótica educativa y programación de aplicaciones móviles. <u>Ingeniería</u> : montar, ensamblar y diseñar el robot, así como verificar su funcionamiento. <u>Matemáticas</u> : desplazamientos, ángulos de giro, superficies y longitudes.

<p>9. Origen de la actividad</p>	<p>La finalidad de dicha propuesta didáctica consiste en generar conductas y actitudes positivas en el alumnado, a través de la educación STEM (educación ambiental y robótica educativa). Para ello, se aplicó un cuestionario <i>ad hoc</i> tanto antes como después de llevar a cabo la intervención, relacionado con la educación ambiental, tratando la huella ecológica y los elementos medio ambientales. En este sentido, se implementan contenidos trabajados a través de la tecnología, así como el aprendizaje de cambios de hábitos en materia de sostenibilidad y cuidado del medio ambiente. Además, se trabajan interdisciplinariamente contenidos científicos y matemáticos a través de la programación de robots.</p>
<p>10. Objetivos educativos</p>	<p>Favorecer la creatividad y el pensamiento computacional a través de la programación, usando para ello conocimientos matemáticos previamente sistematizados, así como trabajar los elementos medio ambientales. Promover la educación ambiental para la sostenibilidad, además de favorecer la formación científica, a través de la programación y la robótica educativa.</p>
<p>11. Metodología/s implementada/s en la propuesta</p>	<p>Educación STEM integrada junto a la Robótica Educativa y la programación. También se deduce del desarrollo de su secuencia de actividades la implementación de las metodologías activas del aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje cooperativo.</p>
<p>12. Breve descripción de la actividad</p>	<p>Primeramente, el alumnado identificará en sus móviles o Tablets las aplicaciones que usarán para programar el robot mBot, con el objetivo posterior de abordar de manera libre actividades de programación usando la aplicación <i>App Makeblock</i> mediante la programación en bloques en base <i>Scratch</i>. En este sentido, el alumnado de manera cooperativa en grupos mixtos lleva a cabo actividades tales como, ordenar al robot giros de 90°, medir distancias en el plano, modificar velocidades en los motores del robot, programar el encendido y apagado de las luces del robot, modificar las variables de tiempo y color, etc. Seguidamente realizan diversas actividades en las que deben programar el robot para superar diferentes retos relacionados con el medio ambiente y la huella ecológica generada por el alumnado. Esto consiste en que el robot debe moverse por diferentes puntos colocados en un tapete que simula una ciudad que contiene diversas fuentes de energía como la eólica, solar, jardines verticales, etc.</p>
<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación</p>	<p>A través de la implementación del cuestionario sobre educación ambiental, tanto antes como después de llevar a cabo la práctica educativa, se han obtenido los siguientes resultados: El alumnado después de la práctica ha mejorado considerablemente sus actitudes hacia la conservación del medio ambiente y las consecuencias que acarrea su huella ecológica.</p>

	<p>Esto se manifiesta en la diferencia de resultados entre el pre-test y el post-test: En el primer test se observa una tendencia hacia una baja conciencia ecológica (80% del alumnado), en la que no son conscientes de las consecuencias de sus acciones en el cuidado del medio ambiente, mostrándose incluso niveles preocupantes (20%). En cambio, en el segundo test después de la intervención se observa una mejora considerable de sus actitudes, hacia una conciencia moderada sobre las acciones necesarias que se deben llevar a cabo para reducir la huella ecológica y mejorar la sostenibilidad, con una frecuencia del 93,3% del alumnado encuestado, habiendo únicamente un alumno/a que seleccionó la opción de bajo nivel de conciencia ecológica (6,7%).</p>
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Robot mBot - Móvil o Tablet - Aplicación digital: <i>App Makeblock</i> (programación en bloques en base <i>Scratch</i>) - Tapete para representar una ciudad con diversos edificios, así como fuentes de energía alternativas, en el que se desplaza el robot.
<p>15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	<p>Se aconseja abordar propuestas didácticas integradas que no se limiten a contextos extracurriculares, sino durante las sesiones de educación formal del centro, implementando metodologías activas que promuevan en el alumnado la experimentación, la colaboración, la indagación y reflexión, entre otras capacidades.</p>
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)</p>	<p>Imagen correspondiente al proceso de programación del robot mBot, a través de la aplicación Makeblock usando lenguaje Scratch:</p>

mBlock(v3.4.2) - Serial Port Conectado - Not saved

Archivo Editar Conectar Placa Extensiones Lenguaje Ayuda

Untitled

Programas Distrazes Sonidos

Movimiento Eventos
Apariencia Control
Sonido Sensores
Lápiz Operadores
Datos y Bloques Robots

esperar 1 segundos

repetir 10

por siempre

si entonces

si entonces

si no

esperar hasta que

repetir hasta que

detener todos

cuando comience como don

al presionar

por siempre

set led on board todos red 150 green 60 blue 0

esperar 1 segundos

set led on board todos red 0 green 0 blue 0

esperar 1 segundos

X: 190 Y: 180

Escenario 1 fondo

Fondo nuevo:

M-Panda

X: 19 Y: 15

Enlace al artículo de investigación en el que se aborda dicha práctica:
<http://ref.scielo.org/c2x8k3>

1. Título de la actividad / práctica	7ª – Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria.
2. Autor/es (año/s de la publicación o de su implementación)	Casado Fernández y Checa Romero (2020)
3. Edad de los estudiantes	9-12 años
4. Curso/s escolar/es /tipo de educación	5º y 6º de Educación Primaria (EP)
5. Destinatarios	57 estudiantes de EP, de los cuales 27 corresponden al 5º curso y 30 al 6º curso de EP. Respecto al género, 31 estudiantes son niños (54%) y 26 son niñas (46%). A todo esto, se conformaron 9 grupos cooperativos de trabajo conformados por 6-7 estudiantes integrantes de las dos aulas participantes.
6. Duración del proyecto/práctica	La experiencia educativa se dividió en dos fases: En la primera fase, se abordó un taller durante 18 sesiones (semanas) de 50 minutos cada una, en el que el alumnado llevó a cabo tanto la creación del proyecto STEAM como la construcción y programación de los robots educativos. Posteriormente, se desarrolló una competición durante una sesión de 4 horas en la que los diferentes grupos mostraron sus creaciones, tanto del proyecto STEAM como del funcionamiento del robot.
7. Lugar/centro	Dicha práctica se ha llevado a cabo en un centro concertado de Móstoles, de la Comunidad Autónoma de Madrid, en España.
8. Áreas curriculares y temas STEM abordados	En dicha práctica se implementan sobre todo dos disciplinas STEM con el objetivo de superar diferentes retos: <u>Tecnología</u> : por un lado, el alumnado se encargó de programar los robots para que estos siguieran una serie de pasos en la resolución del reto

	<p><u>Ingeniería</u>: por otro lado, los estudiantes tuvieron la misión de diseñar y crear el robot para que este tuviese la misión de superar los retos planteados.</p> <p>Aunque también se ha de destacar que se trabaja de manera transversal el pensamiento computacional (PC), mediante dos asignaturas:</p> <p><u>Matemáticas</u>: contenidos de pensamiento computacional, tales como la generación de estrategias de interpretación, modificación y creación de algoritmos sencillos, mediante la programación por bloques y la robótica educativa.</p> <p><u>Ciencias de la naturaleza</u>: uso de materiales, herramientas, objetos, dispositivos y recursos digitales, tales como la programación por bloques, sensores y actuadores.</p>
9. Origen de la actividad	Esta práctica educativa tiene el objetivo de evaluar si la implementación de la educación STEAM integrada y la robótica educativa repercuten favorablemente en la creatividad de los estudiantes de 5º y 6º de Educación Primaria.
10. Objetivos educativos	Respecto a la investigación educativa abordada mediante la implementación de dicha práctica STEAM y de RE se establecieron dos objetivos: Por un lado, analizar y constatar si se han producido mejoras en la creatividad del alumnado, usando para ello una evaluación de este factor tanto antes como después de realizar la intervención. Por otro lado, se busca analizar las producciones realizadas por el alumnado mediante el desarrollo de una competición evaluada por un comité de expertos.
11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	Casado Fernández y Checa Romero (2020) explicitan que se aborda una metodología científica, pero por la tipología de actividades considero incluir además las metodologías de ‘Learning by doing’ (construccionismo), así como de aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje cooperativo.
12. Breve descripción de la actividad	Las actividades de Robótica Educativa llevadas a cabo durante la fase de desarrollo del programa consisten, por un lado, en construir y programar robots con el objetivo de desplazar objetos esféricos, atravesando un puente que une las dos partes del campo de retos, así como diferentes pruebas de habilidad, entre las que estaba el desplazamiento de dichos objetos a diferentes puntos del tapete. En este sentido, primero se ocupan de construir los robots de manera cooperativa y después los programan, ambos con el objetivo de superar los retos solicitados. Posteriormente, se evalúa la solución, de tal manera que el alumnado comprueba que la construcción y programación es la idónea para lograr los retos realizando pruebas y los ajustes necesarios durante el proceso.

	<p>Por último, durante la segunda subfase se lleva a cabo una competición en la que cada grupo cooperativo presenta de manera libre su proyecto STEAM, así como las habilidades de su robot, con el objetivo de resolver una serie de retos planteados por un comité de expertos conformado por el equipo docente.</p> <p>Se ha de especificar que se lleva a cabo otra actividad durante dicha práctica relacionada con la educación STEAM integrada, la cual puede o no incluir Robótica Educativa. A continuación, explicitaré de manera resumida dicha actividad o proyecto STEAM:</p> <p>El alumnado completa un cuaderno de campo en el que define el tema de investigación (invento) que va a abordar, establece unos objetivos, unas hipótesis, indaga en internet, libros, etc. sobre su viabilidad, pudiendo incorporar libremente la robótica educativa, después construyen una maqueta y, por último, establecen unas conclusiones.</p>
<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación</p>	<p>Los resultados extraídos por medio de la implementación de un pre-test y post-test (Test CREA) relacionado con la creatividad del alumnado, demuestran por un lado que la implementación tanto de proyectos STEAM como de la Robótica Educativa (RE) ha mejorado significativamente la creatividad en el alumnado. En este sentido dichos resultados demuestran que la intervención didáctica ha sido eficaz en la mejora de la creatividad, tanto a nivel global como por curso.</p> <p>Por otro lado, se investigaron los resultados de la competición de RE y proyectos STEAM, utilizándose para ello los criterios definidos por el mismo Test CREA (novedad, valor, verdad y utilidad). De manera general, las valoraciones de dichas propuestas didácticas realizadas por un comité de expertos fueron bastante elevadas, con valores promedio a partir de 7 puntos y una valoración media grupal de 7,58 puntos. De esto, se extrae que esta práctica ha permitido generar productos didácticos con una alta creatividad.</p>
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<p>Kit de Robótica Educativa (RE) del fabricante VEX IQ, el cual comprende dos materiales específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por un lado, el kit de componentes que incluyen las piezas necesarias para diseñar y construir la estructura del robot, además de la parte mecánica que tiene la misión de que el robot pueda desplazarse, así como la electrónica que permite la comunicación y programación del robot. - Por otro lado, el campo de retos que contiene 32 baldosas cuadradas, las cuales permiten la creación de un campo de juego, en el que los robots se desplazarán siguiendo la programación abordada por los estudiantes para resolver los retos planteados.

<p>15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	<p>Se aconseja integrar el PC junto con otros contenidos del currículo relacionados con las matemáticas y/o ciencias de la naturaleza, tales como la geometría, ecosistemas, etc., mediante la creación e implementación de un tapete que contenga contenidos científico-matemáticos.</p>
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)</p>	<div data-bbox="645 528 1512 1217"> <p>The image block contains four sub-images. The top-left shows a top-down view of a VEX IQ robot with a white top deck and blue arms. The top-right shows a front view of the same robot with a small LCD screen on the front. The bottom-left shows a side view of the robot. The bottom-right shows a rectangular grey mat with a black grid pattern, labeled 'Campo de retos' (Challenge Field).</p> </div> <p>Imagen 1. Recursos de robótica educativa empleados en la práctica. Material facilitado por VEX IQ.</p> <p>Enlace al artículo: https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672</p>

1. Título de la actividad / práctica	8ª - Knowing what you know: a pedagogical model based on learners' metacognitive abilities.
2. Autor/es (año/s de la publicación o de su implementación)	Blancas Muñoz (2021)
3. Edad de los estudiantes	Entre 10 y 12 años
4. Curso/s escolar/es / tipo de educación	Dicha práctica educativa se lleva a cabo en un curso extraescolar denominado: "Robótica y Programación", en una escuela internacional de educación primaria. Aunque no se explicita de manera concreta los cursos correspondientes a dicha práctica, he de indicar que, en el sistema educativo español, las edades comprendidas entre 10 y 12 años corresponden al tercer ciclo de educación primaria (cursos 5º y 6º).
5. Destinatarios	El grupo está formado por 10 estudiantes, de los cuales 9 son chicos y 1 es chica.
6. Duración del proyecto/práctica	La duración de esta experiencia educativa comprende seis semanas, en las que se implementan seis sesiones de enseñanza-aprendizaje, las cuales tuvieron una duración de una hora y media cada una.
7. Lugar/centro	Esta buena práctica ha sido implementada en una escuela internacional de primaria localizada en la ciudad de Barcelona (España).
8. Áreas curriculares y temas STEM abordados	Destacan las siguientes dos disciplinas STEM en su implementación en el aula: <u>Tecnología</u> : ha sido desarrollada mediante el uso de recursos tecnológicos educativos tales como la placa Arduino Uno junto a la placa Grove, además de la plataforma de codificación Visualino, con el objetivo de que programaran sus robots. También cabe destacar el uso de sensores y actuadores, tales como potenciómetros, botones, sensores de luz y LED, etc. <u>Ingeniería</u> : el alumnado se encarga de diseñar y construir su proyecto de robótica, usando para ello conceptos y herramientas (sensores y actuadores) tecnológicas.

	<p>Aunque también se trabajan transversalmente contenidos de estas dos disciplinas STEM:</p> <p><u>Matemáticas</u>: contenidos de pensamiento computacional, tales como la generación de estrategias de interpretación, modificación y creación de algoritmos sencillos, mediante la programación por bloques y la robótica educativa.</p> <p><u>Ciencias de la naturaleza</u>: uso de materiales, herramientas, objetos, dispositivos y recursos digitales, tales como la programación por bloques, sensores y actuadores.</p>
9. Origen de la actividad	<p>En los estudios previos de Blancas Muñoz (2021) con alumnado de educación primaria entre 10 y 12 años, se han encontrado varios aspectos curriculares que se deben mejorar en los cursos de robótica educativa y codificación. En este sentido se abordan tres de ellos: el excesivo enfoque a la teoría; la preferencia por proyectos personalizados y prácticos dirigidos al descubrimiento; y la dependencia por implementar lenguajes de programación en vez de fomentar el aprendizaje del pensamiento computacional (PC). Debido a esto, Blancas Muñoz (2021) propone la metodología “CREA”, traducida al español como la “Codificación de robots mediante la exploración de su asequibilidad”, con el objetivo de enseñar ciencias de la computación a dicho alumnado de primaria.</p>
10. Objetivos educativos	<p>El objetivo general de la tesis elaborada por Blancas Muñoz (2021) consiste en comprender mejor el aprendizaje del alumnado, asociándolo a su metacognición. En este sentido se desea comprender la autopercepción del alumnado respecto a su rendimiento educativo.</p> <p>El objetivo específico de dicha práctica consiste en:</p> <p>Aprender a construir y programar un robot, para que realice una determinada tarea.</p>
11. Metodología/s implementada/s en la propuesta	<p>Aprendizaje colaborativo.</p> <p>Metodología ASSURE, la cual comprende seis aspectos: el análisis de las características y necesidades del alumnado; el establecimiento de objetivos; la selección de medios y materiales; la participación del alumnado y la evaluación y revisión de los procesos de enseñanza-aprendizaje.</p>
12. Breve descripción de la actividad	<p>A continuación, se van a describir las actividades implementadas en dicha práctica educativa:</p> <p>Durante la primera sesión, se conformaron los grupos de trabajo en equipo conformados por 2 o 3 personas que van a trabajar durante toda la propuesta didáctica. En este sentido, se presentó a cada grupo una plataforma robótica diferente con el objetivo de que interactuaran con ellas, identificaran sus comportamientos, anotándolos en una hoja de trabajo y reflexionando sobre ello.</p> <p>En la segunda sesión, se llevó a cabo una actividad de identificación de los elementos que conforman el robot (entradas, salidas, etc.), con el objetivo de analizar posteriormente la información contenida en las hojas rellenas por otros grupos, las cuales son asignadas aleatoriamente entre cada grupo. Para ello, el</p>

	<p>alumnado clasifica las entradas, salidas, funciones, variables y pines, codificándolas con colores similares a los del software Visualino.</p> <p>A lo largo de la tercera sesión, se volvieron a distribuir las hojas de trabajo aleatoriamente junto con una versión en papel de los bloques usados en Visualino para la programación del robot. Seguidamente el alumnado debía seguir las indicaciones de las hojas de trabajo, buscar los bloques de programación de Visualino y conectarlos.</p> <p>En la cuarta sesión, se les facilitó papeles con código en C, con el objetivo de que emparejaran cada papel con el robot correspondiente. Por último, se les entregaba una imagen de bloques de Visualino para que la tradujeran en código Visualino real.</p> <p>Posteriormente en la quinta sesión se eligió un robot con el objetivo de que cada grupo decidiera un diseño y tarea a desarrollar con cada robot, realizando cambios en la programación con Visualino.</p> <p>Por último, cada grupo aplicó lo aprendido en sesiones anteriores con el objetivo de construir y programar su robot.</p>
<p>13. Resultados de aprendizaje y/o Evaluación</p>	<p>Por un lado, se ha extraído una mejora de los conocimientos de programación y robótica después de cada sesión, mejorándose a su vez el rendimiento académico después de la intervención. Por otro lado, a través de entrevistas al alumnado, estos han destacado el enfoque orientado al descubrimiento empleado en la segunda sesión de análisis e identificación, además de indicar que han disfrutado adivinando el comportamiento del robot.</p> <p>En cambio, la tercera sesión generó más confusión, extrayéndose de los resultados una correlación negativa entre lo que disfrutaron los estudiantes (simpatía) y la dificultad que percibieron.</p> <p>La cuarta sesión fue bien recibida por el alumnado, ya que estos podían trabajar de manera libre y exploratoria, aunque también expresaron dificultades para comprender el código Arduino.</p> <p>En la penúltima sesión, el alumnado manifestó disfrutar de esta, debido al uso del ordenador.</p> <p>En la última sesión, se extrajeron los valores más elevados de simpatía, ya que el alumnado realizó manualidades, fomentando su creatividad y eligiendo de manera autónoma su propio proyecto.</p>
<p>14. Materiales / recursos / requisitos técnicos / robot/s usado/s</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Placa robótica de programación informática (hardware), denominada Arduino Uno, junto con el kit de expansión Grove. - Entorno de programación visual (software) Visualino.

<p>15. Consejos para educadores/ base teórica (si es aplicable) o contexto curricular (opcional)</p>	<p>Aunque dicha práctica integra aspectos de las cuatro disciplinas STEM, en este caso se relaciona sobre todo con la enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional (PC), el cual viene recogido por ejemplo, en el currículo del Decreto 38/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la comunidad de Castilla y León, dentro tanto del área de matemáticas como de ciencias de la naturaleza. Aunque he de indicar que se podría mejorar la implementación de dicha práctica educativa, empleando dichos recursos para fomentar el aprendizaje por ejemplo de otros contenidos matemáticos y/o de ciencias naturales, tales como la geometría o la biodiversidad, empleando para ello un tapete con diferentes situaciones e ilustraciones que permitan trabajar interdisciplinariamente dichos contenidos STEM.</p>
<p>16. Enlaces, fotos, materiales complementarios, etc. (opcional)</p>	 <p>Imagen 1. Dispositivos tecnológicos empleados en la práctica. A la izquierda se muestra la placa Arduino Uno y a la derecha el kit de inicio Grove.</p>

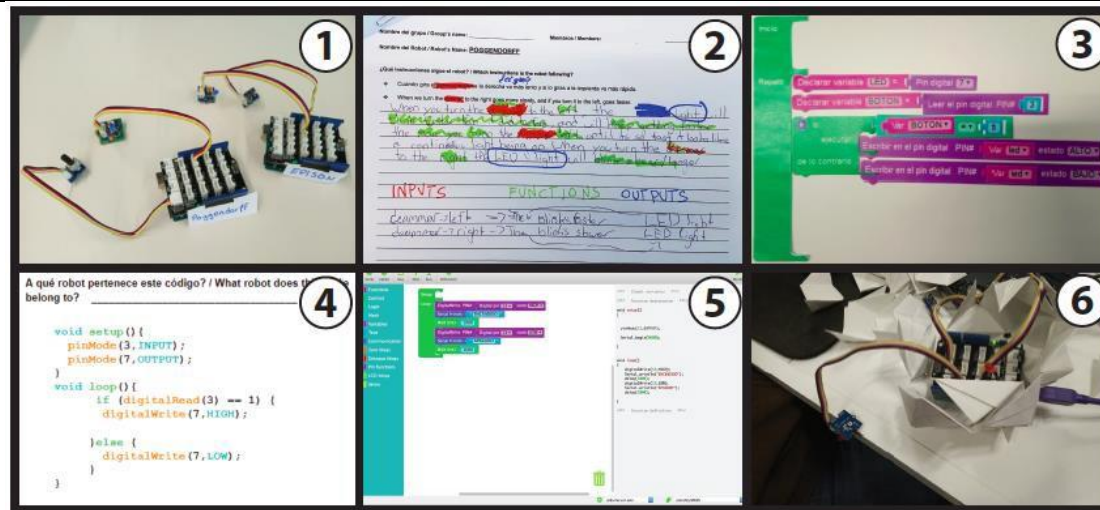


Imagen 2. Ejemplos de las seis sesiones realizadas con el alumnado.

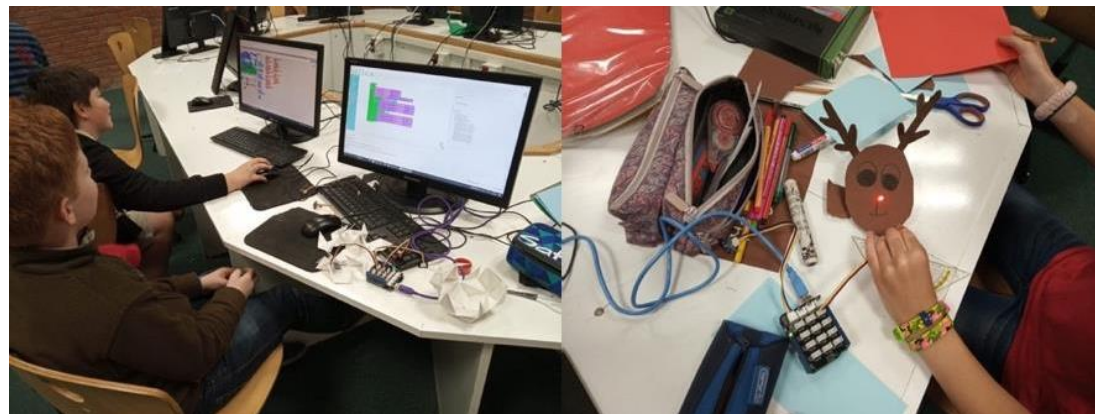


Imagen 3. Ejemplos de trabajo del alumnado en el aula. A la izquierda se observa la programación con Visualino y a la derecha el diseño y construcción del dispositivo robótico con Arduino.

Enlace a la Tesis Doctoral: <http://hdl.handle.net/10803/670750>

4. Anexo de sostenibilización curricular

Titulación: Máster Universitario en Investigación e Innovación Educativas
Apellidos y nombre alumno/a: Miguel Ángel Merino Fernández
Título del trabajo: Trabajo Fin de Máster (Robótica y educación STEM integrada: consistencia entre teoría y práctica en España)
Apellidos y nombre tutor/a: Jairo Ortiz Revilla

Reflexión sobre los aspectos de la sostenibilidad que se abordan en el trabajo

El texto tendrá una extensión comprendida entre 600 y 800 palabras

Este trabajo fin de máster (TFM) se relaciona con la sostenibilidad en cuanto a la promoción y desarrollo de varios objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030, tales como el ODS 4 (educación de calidad), ODS 5 (igualdad de género) y ODS 10 (reducción de las desigualdades).

Se ha de destacar la relación intrínseca de este TFM con el ODS 4 (educación de calidad), promoviendo varias metas de este, como la 4.1.: “De aquí a 2030, asegurar que todas las niñas y todos los niños terminen la enseñanza primaria y secundaria, que ha de ser gratuita, equitativa y de calidad y producir resultados de aprendizaje pertinentes y efectivos”. En

este sentido, dicho trabajo tiene la misión de que todo el alumnado que cursa la Enseñanza Básica [educación primaria (EP) y educación secundaria obligatoria (ESO)] tenga las mismas oportunidades de lograr el éxito educativo. Para ello, se establecen una serie de objetivos de investigación tales como analizar las características que presentan las buenas prácticas que implementan y evalúan la educación STEM integrada junto a la robótica educativa (RE) tanto en EP como en ESO en España, así como de las prácticas y estudios de la literatura científica mundial, realizando un contraste teórico y práctico entre ellas para establecer de este modo mejoras en su puesta en práctica. Dichos aspectos de análisis y mejora se centran en el fomento de la inclusión educativa y atención a la diversidad, de los recursos robóticos y metodologías activas implementadas, del desarrollo de la educación STEM integrada auténtica, de las habilidades y competencias del siglo XXI, de la coeducación y de la realización de actividades extraescolares.

Esta investigación educativa arroja una serie de conclusiones que constatan la interrelación de todos estos aspectos, tales como promover el uso variado de metodologías activas e inclusivas que favorecen la atención a la diversidad, tales como el aprendizaje basado en proyectos junto al aprendizaje cooperativo y colaborativo, con el objetivo de favorecer habilidades y competencias en resolución de problemas, de trabajo en equipo, creatividad e innovación. En este aspecto se deben promover políticas educativas que permitan abastecer a los centros educativos de recursos didácticos necesarios y adecuados como Lego Mindstorms, aunque se aconseja fomentar la realización de prácticas que empleen la construcción y programación de robots propios construidos con material de bajo coste y de código abierto, reduciendo así las desigualdades entre países y sistemas educativos.

Respecto al ODS 5 (igualdad de género) cabe destacar el desarrollo de su meta 5.1.: “Poner fin a todas las formas de discriminación contra todas las mujeres y las niñas en todo el mundo”, de tal modo que dicha investigación arroja datos como la necesidad vital de mejorar la confianza de las niñas y adolescentes en su capacidad técnica, aumentando sus

conocimientos en aspectos científico-tecnológicos, a través del fomento de su participación en actividades extraescolares como concursos y competiciones de RE como la First Lego League (FLL) que mejoren su motivación e interés por la disciplinas y vocaciones STEM.

Y, por último, también sobresale la implicación de dicha investigación con el ODS 10 (reducción de las desigualdades), respecto a su meta 10.2.: “De aquí a 2030, potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición”, para lo cual se proponen diversas mejoras en la puesta en práctica de la educación STEM integrada junto a la RE en España a la luz de la literatura científica mundial, tales como promover la inclusión educativa y la igualdad de género de manera indispensable, para lo cual se deben adoptar estrategias educativas como el Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) (CAST, 2011), atendiendo a las características individuales de todo el alumnado, y en especial del alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo (ANEAE) permitiendo que todo el alumnado independientemente de su condición personal tenga las mismas oportunidades de éxito educativo. Esto se relaciona de manera intrínseca con el enfoque pedagógico de la educación STEM integrada, la cual debe ser abordada desde multitud de metodologías activas e inclusivas (Acuerdo 29/2017, de 15 de junio, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba el II Plan de Atención a la Diversidad en la Educación de Castilla y León 2017-2022) que promuevan diversas habilidades como el trabajo en equipo a través de grupos heterogéneos junto a la resolución de problemas socialmente relevantes.