



**MASTERPROF UMH**  
UNIVERSITAS Miguel Hernández

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO  
ESO Y BACHILLERATO, FP Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER  
**REVISIÓN DEL USO DE  
ROBOTS EN EL  
ÁMBITO DE LA  
EDUCACIÓN PRIMARIA  
Y SECUNDARIA**

Estudiante: José María Vicente Samper

Especialidad: Familias profesionales en informática y comunicación

Tutor/a: José María Sabater Navarro

Curso académico: 2023-24

## ÍNDICE

<b>1. Resumen y palabras clave.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Introducción .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Método .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Resultados .....</b>	<b>10</b>
<b>5. Discusión y conclusiones.....</b>	<b>17</b>
<b>6. Referencias .....</b>	<b>20</b>
<b>7. Anexos.....</b>	<b>24</b>



## I. Resumen y palabras clave

### **Resumen:**

Esta revisión sistemática de la literatura trata de analizar el uso de la robótica en entornos de educación primaria y secundaria, tanto formales como informales. Durante el proceso de revisión se han establecido criterios de inclusión y exclusión específicos, y como resultado se han encontrado 91 estudios publicados desde el año 2000. Estos estudios se han clasificado dentro en cinco temas en función de los resultados del cada estudio. Como resultado, se observa que los estudios sobre habilidades de aprendizaje y transferencia muestran que la robótica involucra más a los estudiantes en el aprendizaje activo, y les ayuda a comprender los conceptos abstractos, así como a aplicar el conocimiento en nuevos contextos. Por su parte, los trabajos enfocados en la diversidad indican que la robótica puede aumentar el interés en temas de STEM entre grupos que actualmente están subrepresentados en estas áreas. Además, los trabajos para la mejora docente destacan la importancia de los talleres de desarrollo profesional para mejorar las habilidades necesarias que permitan la integración de la robótica en los currículos de los profesores. Por otro lado, este análisis ha identificado la necesidad de investigaciones más rigurosas para validar estos resultados y mejorar las prácticas educativas. En general, la robótica educativa se considera una herramienta valiosa para el aprendizaje interdisciplinario, fomentando habilidades cognitivas y sociales entre los estudiantes, y mejorando los enfoques pedagógicos de los docentes.

**Palabras clave:** robótica educativa, educación primaria y secundaria, educación STEM, desarrollo profesional, aprendizaje activo

### **Abstract:**

This systematic literature review aims to analyze the use of robotics in both primary and secondary education settings, including formal and informal environments. Specific inclusion and exclusion criteria were established during the review process, resulting in the identification of 91 published studies since the year 2000. These studies were categorized into five themes based on their respective outcomes. Overall, findings suggest that research focusing on learning skills and transferability indicates that robotics engages students more actively in learning, aiding in their comprehension of abstract concepts and application of knowledge in new contexts. Similarly, studies addressing diversity indicate that robotics can enhance interest in STEM subjects among groups that are currently underrepresented in these areas. Additionally, research on teacher improvement underscores the importance of professional development workshops to enhance the necessary skills for integrating robotics into the curriculum of the teachers. However, this analysis also identifies the need for more rigorous research to validate these findings and improve educational practices. In conclusion, educational robotics is considered a valuable tool for interdisciplinary learning, fostering cognitive and social skills among students, and enhancing the pedagogical approaches of teachers.

**Keywords:** educational robotics, K-12 education, STEM education, professional development, active learning

## 2. Introducción

La visión de robots siempre ha despertado una gran fascinación en el ser humano y le ha dado pie a imaginar un futuro lleno de posibilidades. Desde pequeños a los niños y las niñas les surge el deseo de tener un compañero robot como los androides de ciencia ficción. Sin embargo, más allá del asombro superficial, existe un vasto mundo de oportunidades educativas que la robótica ofrece. En términos generales, integrar la robótica en un entorno educativo puede generar interés, principalmente en temas de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés) y permitir una participación más profunda de los estudiantes en conceptos complejos (Melchior et al., 2005). Los robots educativos se han utilizado por diversas razones, como materiales de instrucción (Wang, 2004), compañeros de aprendizaje (Kory & Breazeal, 2014) y asistentes de enseñanza (You et al., 2006). Los robots educativos y las competencias de robótica para la educación primaria y secundaria, han surgido como actividades educativas altamente populares que involucran activamente a los niños en el pensamiento crítico y la resolución de problemas en entornos de equipo (Menekse et al., 2017). En consecuencia, ha habido un aumento constante en el número de estudios de investigación que investigan la robótica educativa y su impacto en las habilidades académicas y sociales de los jóvenes aprendices. Sin embargo, se necesitan revisiones sistemáticas para la plena integración de la base de conocimientos actual sobre la efectividad de la robótica educativa tanto en entornos formales como informales.

Si bien algunos estudios demuestran el papel de la robótica educativa para mejorar el interés y la participación de los estudiantes (Rubenstein et al., 2015), hay poca evidencia disponible en diversos estudios para llegar a una conclusión sobre la efectividad relativa de los robots educativos en los resultados de aprendizaje de los estudiantes y en sus habilidades profesionales (por ejemplo, comunicación y/o colaboración). Además, la mayoría de los estudios carecen de detalles sobre la implementación de la robótica educativa dentro y fuera de los entornos escolares. Aunque existen crecientes estudios en la literatura sobre el uso de la robótica en la educación primaria y secundaria (Menekse et al., 2017), hay una necesidad de conectar la base teórica del uso de la robótica con su implementación. Los objetivos de investigación que guían este estudio de revisión sistemática son explorar los principales propósitos del uso de la robótica educativa en entornos de aprendizaje formales e informales de la educación primaria y secundaria, y los beneficios logrados con su implementación, así como sintetizar los principales hallazgos en diversos estudios. Para abordar estos objetivos de investigación e identificar los temas comunes en la literatura, revisamos sistemáticamente la literatura sobre robótica educativa dentro de la educación secundaria.

Esta revisión sobre trabajos con robots en entornos de aprendizaje tanto formales como informales abarca estudios publicados desde el año 2000. Se ha utilizado un enfoque de revisión sistemática y se han clasificado un total de 91 estudios. Cada estudio ha sido revisado en función de su marco teórico y de los resultados. Además, se han sintetizado los estudios para identificar temas comunes encontrados a lo largo de la investigación que discute la efectividad de la robótica en la literatura existente. Este estudio analiza la

literatura con tres objetivos: (1) determinar temas recurrentes en estudios que investigan la implementación de la robótica en la educación secundaria; (2) presentar evidencia empírica sobre los beneficios del uso de robots educativos; y (3) definir perspectivas de investigación en robótica educativa para ayudar en el desarrollo y mejora de las pedagogías en temas STEM.

La frecuencia del uso de la robótica ha explotado en las últimas dos décadas, especialmente. Hoy en día, con un gran interés en el movimiento *maker*, el número de aficionados, novatos, diseñadores e ingenieros que combinan información fácilmente accesible con tecnologías personalizadas y se convierten en creadores activos, en lugar de usuarios pasivos de productos y herramientas, está aumentando constantemente en todos los grupos de edad. Las competencias de robótica y las ferias *maker* están estimulando motivaciones intrínsecas para la innovación y la creatividad. Estos entornos informales tienen el potencial de proporcionar un lugar ideal que podría nutrir tácitamente las habilidades de aprendizaje permanente de los niños a través de la curiosidad, la observación y las actividades interactivas.

Históricamente, la teoría fundamental que explica el papel de los robots educativos es el constructivismo (Piaget & Duckworth, 1970). Los principios del constructivismo consideran el conocimiento como una experiencia que se construye activamente a través de la interacción con el entorno. Basado en el constructivismo, los estudiantes generalmente trabajan en problemas auténticos en pequeños grupos o equipos de estudiantes. Las experiencias y conocimientos previos de los estudiantes son la base para construir conocimientos adicionales. Además, el proceso de construcción del conocimiento y las evaluaciones formativas son tan importantes como el producto final y la evaluación sumativa. Este mecanismo de trabajar en problemas auténticos fomenta la generación de soluciones mediante el uso de un marco tecnológico destinado a involucrar y motivar a los estudiantes (Papert, 1993).

La segunda teoría, que está alineada con el propósito principal de utilizar la robótica para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, es el construccionismo. Esta teoría comparte ideas con el constructivismo, pero la amplía al proporcionar un contexto del mundo real para guiar la generación de nuevos conocimientos (Papert, 1980). De esta manera, el construccionismo como teoría apoya el aprendizaje centrado en el estudiante y también pone énfasis en el aprendizaje por descubrimiento con objetos tangibles y estableciendo conexiones entre el conocimiento previo y la nueva información en el mundo real (Alimisis & Kynigos, 2009). La principal diferencia entre el constructivismo y el construccionismo radica en que, mientras que el constructivismo se refiere principalmente a los procesos mentales de los estudiantes, el construccionismo indica principalmente procesos físicos (por ejemplo, construir un modelo físico, generar una ecuación matemática, etc.) (Ackermann, 2001). Por lo tanto, el construccionismo considera tanto la construcción como la deconstrucción, y hace visible el proceso de pensamiento y aprendizaje al involucrar a los estudiantes en una tarea orientada al proceso.

El trabajo pionero de Seymour Papert durante la década de 1980 demostró que los niños pequeños podían aprender el lenguaje de programación LOGO (lenguaje aparecido por primera vez en 1967) y codificar los robots tortuga (o *turtle*, por su nombre en inglés) para resolver problemas. La idea se basaba en las características únicas de la robótica educativa. Los robots educativos brindan oportunidades para que los estudiantes participen tanto en aspectos de codificación (es decir, programación) como no codificación (es decir, creatividad, abstracción) de la informática desde una edad temprana. Papert también fue uno de los desarrolladores del lenguaje de programación LOGO, que luego proporcionó la base del constructivismo. El lenguaje LOGO fue diseñado para ayudar a los niños a desarrollar habilidades y conocimientos de programación informática. El currículo constructor se centraba en escenarios de aprendizaje basados en problemas en los que los estudiantes tenían la capacidad y la necesidad de desarrollar habilidades como parte del proceso de resolver un problema más grande. Por lo tanto, las habilidades se adquieren mientras se construye una solución a un problema. Un buen problema requerirá, sugerirá y respaldará el desarrollo de las habilidades apropiadas. Una competencia de robótica, entonces, podría ser la mejor oportunidad para proporcionar un problema y el entorno en el que construir una solución.

Desde el trabajo de Papert, ha habido varios estudios sobre el uso de robots educativos para enseñar varios conceptos STEM (Touretzky et al., 2013). Los primeros estudios sobre robótica educativa se centraron principalmente en la enseñanza de la programación de computadoras, ya que Papert fue uno de los desarrolladores del lenguaje de programación LOGO. Los estudios más recientes se centran principalmente en un conjunto más amplio de conceptos y habilidades informáticas llamadas *pensamiento computacional* (Bers et al., 2014). Además de los estudios específicos de ciencias de la computación, hay un número significativo de estudios sobre robótica educativa con un enfoque en múltiples conceptos y habilidades relacionadas con STEM. Algunos estudios han demostrado que los robots educativos tienen un efecto positivo en las habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas de los estudiantes (Okita, 2014). Algunos de estos estudios han ilustrado que la robótica educativa puede aumentar el interés y la participación de los estudiantes en STEM (Kim et al., 2015), habilidades de razonamiento proporcional, y el aprendizaje de matemáticas, física, y alfabetización científica. Por otro lado, algunos estudios informaron que no hubo ganancias significativas en el aprendizaje de los estudiantes (Barker & Ansorge, 2007), o efectos significativos para algunos subgrupos de estudiantes. La robótica también tiene una naturaleza multidisciplinaria que integra disciplinas STEM (Khanlari & Kiaie, 2015). Estos exploraron las percepciones de los profesores sobre el uso de la robótica en campos STEM. Además, los autores encontraron que la robótica podría promover el pensamiento de los estudiantes en asignaturas STEM. Merdan, Lepuschitz, Koppensteiner & Balogh (Merdan et al., 2016) sugirieron que el uso de la robótica aporta un compromiso innovador en las aulas STEM y fomenta habilidades de resolución de problemas y trabajo en equipo. Resultados similares se reportan en otro estudio de investigación empírica (Kim et al., 2015) donde los hallazgos sugieren que el uso de la robótica puede aumentar el compromiso en STEM y mejorar las actitudes de los estudiantes hacia la educación STEM. Además, algunos estudios argumentaron que los robots educativos pueden

fomentar habilidades de escritura, lectura, colaboración y comunicación en los estudiantes (Alimisis & Kynigos, 2009). En general, ha habido un aumento constante en el número de estudios de investigación educativa que han investigado la robótica educativa y su impacto en las habilidades y el conocimiento social y académico de los estudiantes jóvenes.

La literatura previa proporciona evidencia de una variedad de entornos en los que se han utilizado programas de robótica educativa. Por ejemplo, muchos estudios de investigación exploraron la efectividad de los robots educativos en entornos escolares (Dias et al., 2005), en escuelas técnicas y vocacionales (Alimisis et al., 2005), en programas extracurriculares (Rusk et al., 2008), en campamentos de verano (Balaguer Álvarez, 2017), en entornos de aprendizaje basados en proyectos y en varios campos STEM. Estudios anteriores argumentaron que la robótica educativa y la participación en un equipo de robótica tienen el potencial de influir significativamente en las habilidades académicas y sociales de un niño al permitirles participar activamente en el pensamiento crítico y la resolución de problemas a través del diseño, ensamblaje, codificación, operación y modificación de robots para objetivos específicos (Menekse et al., 2017). Por esta razón, la mayoría de los programas escolares y extracurriculares, clubes de fin de semana, campamentos de verano, espacios de creación y programas educativos dentro de museos han integrado robots educativos en sus programas para capacitar a los niños con habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y habilidades profesionales. Por ejemplo, Ericson y Mcklin (Ericson & Mcklin, 2012) utilizaron campamentos de verano para involucrar socialmente a los estudiantes en tareas creativas de computación utilizando *PicoCrickets*, kits *LEGO NXT* y kits *LEGO WeDo* para diseñar un pepinillo musical, arte giratorio y un avión, respectivamente. Los investigadores llevaron a cabo el estudio con el objetivo de aumentar la diversidad y mejorar el aprendizaje de los estudiantes mediante la participación en proyectos creativos liderados por estudiantes. Utilizaron encuestas pre y post emparejadas para evaluar los campamentos y reportaron cambios positivos en la actitud de los estudiantes. También encontraron que el aprendizaje de conceptos se incrementó como resultado de las actividades participativas en los campamentos de verano. Dado el significativo interés en los robots educativos, es importante explorar estos esfuerzos para comprender cómo se ha utilizado la robótica como una herramienta innovadora, y llevar a cabo estudios comparativos que investiguen la efectividad relativa de los robots educativos en comparación con otros enfoques.



### 3. Método

En este trabajo se utiliza la metodología de revisión sistemática de la literatura para buscar, revisar y analizar la literatura existente. Para llevar a cabo la revisión sistemática de la literatura, utilizamos los cuatro métodos complementarios de Borrego, Foster & Froyd (Borrego et al., 2014): búsqueda, selección, codificación y síntesis. Para comenzar el análisis de la literatura relevante, primero se busca en las siguientes bases de datos de investigación: IEEE Xplore (155) y ERIC (108). La búsqueda se realizó en abril de 2024 utilizando el protocolo de búsqueda que se muestra en la Tabla 1. El término “K-12” se utiliza en algunos países para representar los cursos que comprenden edades entre los 5 y los 18 años.

Los 263 estudios fueron analizados en base a unos criterios de inclusión y exclusión (Tabla 2). Se han excluido 172 artículos basándose en cuatro principios de exclusión. Estos principios son: valores de la muestra no válidos (37), artículos con fuentes no primarias (14), artículos no relevantes para el trabajo (89) y artículos incompletos o duplicados (32). La Figura 1 describe el flujo de información a través de las etapas de identificación, selección e inclusión.

Base de datos	Protocolo de búsqueda
IEEE Xplore	Cadena de búsqueda: (("educational" OR "education") AND ("robotics" OR "robots") AND ("elementary" OR "middle" OR "high" OR "k-12") AND ("learning") AND ("stem")) Filtros: Journals, Conferences; Fecha mínima año 2000.
ERIC	Cadena de búsqueda: (educational OR education) AND (robotics OR robots) AND (elementary OR middle OR high OR k-12) AND (learning) AND (stem) pubyearmin:2000 Búsqueda sólo en revisador por pares. Filtros: Reports – Research.

Tabla 1. Protocolo de búsqueda utilizado para la revisión.

Principio de exclusión	Descripción
Muestra inválida	Artículos que no contenían el grupo de edad deseado, tenían un tamaño de muestra pequeño o no revelaban información sobre los participantes.
Fuentes no primarias	Artículos que no presentan un estudio primario. La mayoría son otros trabajos de revisión o que comparan el trabajo de otros estudios.
No relevante para el estudio	Artículos que no muestran una conexión directa. A menudo implican innovaciones en informática o robótica pero no abordan la educación.
Artículos incompletos o duplicados	Artículos que son repeticiones de otros artículos vistos o no aportan toda la información.

Tabla 2. Criterios para la exclusión de estudios.



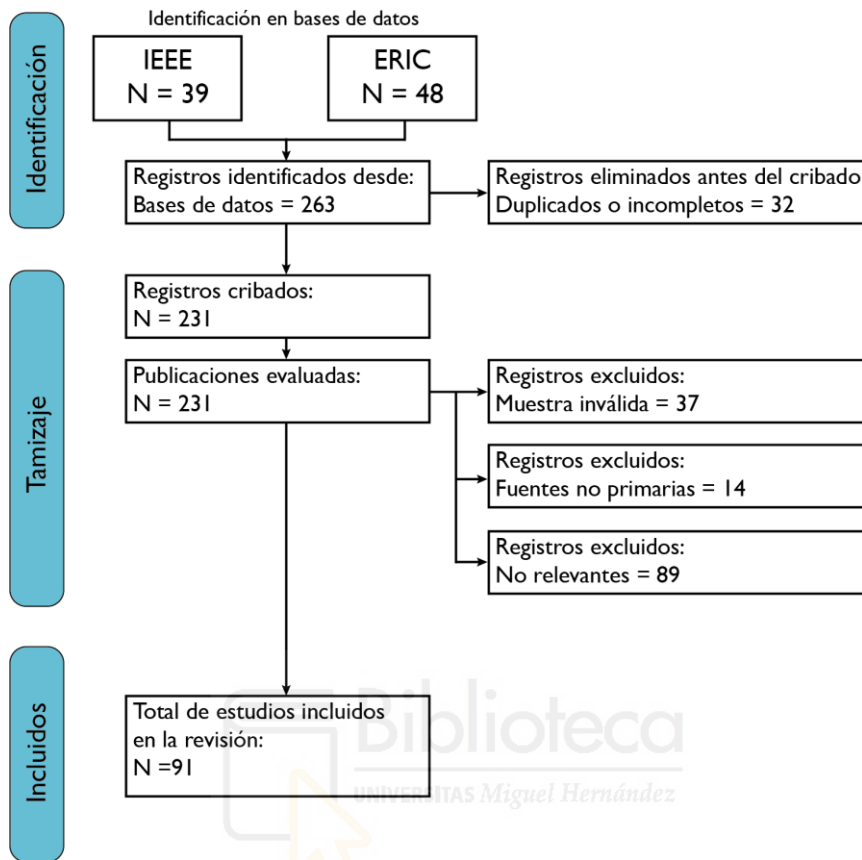


Figura 1. Diagrama de flujo de inclusión y exclusión del estudio basado en PRISMA: Flujo de información a través de las etapas.

La Figura 1 muestra el diagrama de flujo de inclusión y exclusión del estudio basado en la lista de verificación PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para los fines de investigación de este estudio (Page et al., 2021). La lista de verificación PRISMA es un protocolo ampliamente utilizado para revisiones sistemáticas y metaanálisis en diversas disciplinas para asegurar revisiones de alta calidad.

#### 4. Resultados

Basado en los principios de exclusión, se han incluido finalmente 91 estudios en esta revisión. En los Anexos se puede ha incluido la lista resultante de la búsqueda en las bases de datos utilizadas para este trabajo. En ella se pude encontrar el título, los autores y el DOI (si está disponible) de cada uno de los resultados hallados en la búsqueda.

En primer lugar, se han documentado y clasificados todos los estudios basándose en cinco características: a) investigación experimental vs. no experimental; b) ambiente de aprendizaje formal o informal; c) tipo de plataforma robótica; d) objetivo principal del estudio; e) resultados y hallazgos principales. Los artículos se han clasificado basándose en temas predominantes de los resultados. Los cinco temas identificados han sido: (1) efectividad general de la robótica en la educación; (2) aprendizaje y habilidades de transferencia de los estudiantes; (3) creatividad y motivación; (4) diversidad y ampliación de la participación; y (5) desarrollo profesional de los profesores.

Para desarrollar un modelo sistemático en el cual organizar los estudios, se ha comenzado clasificando los estudios basándose en sus similitudes. Una vez agotadas todas las bases de datos de estudios primarios relevantes, se ha asignado a cada grupo una breve descripción. Esta descripción se ha utilizado para representar las tendencias típicas encontradas en los estudios de cada grupo. Además, para refinar la lógica detrás de las agrupaciones, se estudian las fuentes secundarias y terciarias de estos estudios. Estas fuentes proporcionan información sobre las distinciones y elementos individuales de los estudios y ayudan a identificar sus aspectos únicos. También, estas fuentes proporcionan información sobre cómo cada estudio difiere de los otros basándose en sus objetivos, marcos teóricos y hallazgos. Se usa esta información para diseñar el esquema de codificación de este trabajo para todos los artículos, y se fusionan los códigos en categorías y temas. Se combinan los temas redundantes también.

Los 91 artículos fueron revisados para identificar su clasificación primaria y análisis temático cualitativo. Para la clasificación básica, todos los artículos se categorizaron basándose en la información sobre sus entornos de investigación, diseños de investigación y tipos de publicación. Se observa que la mayoría de los estudios carecían de un diseño experimental. También se puede ver que se realizaron más estudios en entornos de aprendizaje informal, como campamentos de verano, en lugar de en entornos de aprendizaje formal, como aulas. Además, en los artículos seleccionados, había más artículos de conferencias que artículos de revistas. Además, la mayoría de los estudios informaron el uso de una versión de *LEGO Mindstorms*. La Tabla 3 indica la diferenciación principal de estos artículos.

Para el análisis temático cualitativo de estos 91 artículos, se ha llevado a cabo una investigación basada en las similitudes encontradas en las metodologías de investigación, los resultados y los hallazgos subsiguientes. Además, se consideran las características demográficas, las herramientas utilizadas para la motivación de los estudiantes y los enfoques pedagógicos. Considerando los resultados obtenidos del análisis, se clasifican

estos artículos en cinco temas. La Tabla 3 muestra el número de estudios clasificados en cada una de los temas definidos.

<b>Tema</b>	<b>Número de artículos</b>
Beneficios generales de la robótica educativa	28
Habilidades de aprendizaje y transferencia	20
Creatividad y motivación	10
Diversidad y ampliación de la participación	11
Desarrollo profesional de los docentes	22

Tabla 3. Distribución de los artículos basada en la clasificación temática.

### Tema 1: Beneficios generales de la robótica educativa

El primer tema aborda los beneficios generales de los robots educativos. Se han clasificado un total de 28 estudios que abordan los beneficios generales del uso de la robótica en la educación primaria y secundaria sin centrarse en aspectos más específicos. Estos estudios se enfocaron en la idea de que hay un amplio beneficio en el uso de la robótica educativa con estudiantes de primaria y secundaria, pero típicamente no destacan un enfoque particular. Estos estudios sugirieron de manera unánime que la robótica promueve la pedagogía de aprendizaje activo y ayuda a mejorar la experiencia de aprendizaje. Los estudios en este tema han utilizado la robótica educativa para integrar el diseño de ingeniería en cursos del plan de estudios o programas extracurriculares (Mosley et al., 2016), el pensamiento crítico y la indagación (Sahin et al., 2014), y otras competencias de desarrollo (por ejemplo, confianza, etc.) (Mac Iver & Mac Iver, 2014).

Como estudio ejemplar de este tema, Sahin y otros (Sahin et al., 2014) describieron la efectividad de seis actividades extracurriculares relacionadas con STEM. Los autores utilizaron un diseño de estudio de caso cualitativo para comprender y analizar las opiniones de los estudiantes sobre las actividades y reportaron que tales actividades robóticas con un alto uso de procesos de diseño ayudaron a los estudiantes a trabajar en entornos colaborativos y en asociación, y a demostrar el uso de varias habilidades del siglo veintiuno, como el compromiso, la resolución de problemas y la responsabilidad por el trabajo. En cuanto a las habilidades de indagación, los investigadores informaron que los estudiantes mostraron menos interés en las lecciones tradicionales y estuvieron más inclinados a participar en tareas de construcción y programación de robótica. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar las puntuaciones de las pruebas previas y posteriores para la medida de indagación científica. En general, estos 28 estudios bajo el primer tema tenían un enfoque más amplio e indican que incorporar robots educativos en entornos de aprendizaje formales e informales es valioso para que los estudiantes mejoren su éxito académico y/o habilidades profesionales.

Además de abordar los beneficios generales, algunos estudios se centran en el uso de la robótica con fines más específicos. Clasificamos estos estudios en otros cuatro temas: mejorar el aprendizaje y las habilidades de transferencia de los estudiantes, aumentar la creatividad y la motivación, mejorar la diversidad y ampliar la participación, y mejorar el desarrollo profesional de los maestros.

## Tema 2: Habilidades de aprendizaje y transferencia

El tema de habilidades de aprendizaje y transferencia incluye estudios que utilizaron la robótica para mejorar la construcción de nuevos conocimientos por parte de los estudiantes. La categoría enfatiza que, con el uso de la robótica, los estudiantes pueden participar en un proceso de aprendizaje activo, donde construirán nuevos conocimientos basados en experiencias prácticas y al involucrarse con ciertas tareas. En el proceso de usar la robótica, los estudiantes aprenden y construyen nuevos conocimientos a través de la indagación, la exploración y la asociación cognitiva con experiencias previas. Se han encontrado 20 estudios que muestran relevancia para este tema. Estos estudios examinan explícitamente: (a) cómo la experiencia de aprendizaje práctico con robots permite a los estudiantes comprender mejor conceptos abstractos (Mallik et al., 2023); o (b) cómo promueve la capacidad de los estudiantes para transferir conocimientos aprendidos a través de la experiencia a un nuevo contexto o problema (Mckay et al., 2015). Como un estudio ejemplar para esta categoría, Williams y otros (Williams et al., 2012) evalúan la efectividad de un programa extracurricular en la implementación de actividades prácticas de robótica. Consideran la robótica como una herramienta para facilitar la comprensión de los conceptos matemáticos por parte de los niños de primaria fuera de un entorno tradicional de aula. Los investigadores diseñaron tres actividades interactivas en equipo utilizando *LEGO*. Basados en los datos recogidos en encuestas de evaluación pre y post, las tres lecciones demostraron que los estudiantes mejoraron su comprensión conceptual del contenido después de participar en la actividad. Además, los estudiantes mostraron un mayor interés y motivación para aprender matemáticas a través de actividades en equipo. Además, estas actividades expusieron a los estudiantes a aplicaciones del mundo real de las matemáticas fuera del aula.

En términos de transferir conocimientos a un nuevo contexto, Sánchez-Ruiz & Jamba (Sánchez-Ruiz & Jamba, 2008) evaluaron cualitativamente el éxito de un programa extracurricular de robótica educativa. El programa tenía como objetivo ayudar a los estudiantes a establecer conexiones entre las habilidades matemáticas adquiridas y la programación de computadoras. Además, el programa fue diseñado para ayudar a los estudiantes a entender cómo funcionan las computadoras y a construir software utilizando *Squeak* (un lenguaje de programación) durante un período de dos semanas. Basados en encuestas y comentarios de los estudiantes, los autores demostraron los beneficios de usar robots educativos para facilitar la capacidad de los estudiantes para aplicar y transferir habilidades matemáticas en la programación. En general, los estudios para este tema apoyan la noción de que, cuando los estudiantes pueden observar un programa realizado en el comportamiento de la robótica, se les brinda la oportunidad de un experimento fascinante en el que las ideas, las teorías científicas y la codificación de computadoras se fusionan con el mundo real. De esta manera, los robots educativos

pueden ayudar a los estudiantes a ganar experiencias que faciliten una comprensión profunda y abstracta necesaria para construir conocimientos y mejorar el pensamiento crítico (Gwen Nugent Bradley Barker & Adamchuk, 2010).

### Tema 3: Creatividad y Motivación

Se han clasificado 10 estudios sobre robótica educativa que abordan la creatividad y la motivación estudiantil. Estos estudios consideran aspectos motivacionales de una tendencia social o cultural, o la creatividad en la pedagogía para mejorar la motivación e interés de los estudiantes en la materia (por ejemplo, cursos STEM, especialmente programación). Estos estudios parten de la idea de que la robótica puede ser una herramienta para incentivar y mejorar el interés de los estudiantes en aprender conceptos STEM (Cuellar et al., 2014). Además, mediante el uso del diseño de experiencias cotidianas en diferentes entornos y grupos sociales, estos estudios demostraron que involucrarse con robots educativos tiene el potencial de fomentar la creatividad de los estudiantes (Nemiro, 2021).

Algunos estudios han encontrado efectos significativos en cuanto al aumento del interés y la motivación de los estudiantes para estudiar STEM con nuevas tendencias y tecnologías. Por ejemplo, Master y otros (Master et al., 2017) realizaron un estudio con 96 niños de seis años y abordaron el estereotipo de que los niños son mejores que las niñas en campos STEM. Utilizaron grupos de control y tratamiento asignados aleatoriamente, donde el grupo de tratamiento recibió experiencias de programación utilizando robótica educativa y el grupo de control no recibió ninguna experiencia con robótica educativa. El estudio reportó un mayor interés en la tecnología y una mayor autoeficacia en los estudiantes que estaban en el grupo de tratamiento en comparación con los estudiantes del grupo de control. Además, el estudio no encontró diferencias de género entre niños y niñas en este aspecto.

Para explorar el papel de la robótica educativa en el interés y la motivación de los estudiantes, Cuellar y otros (Cuellar et al., 2014) utilizaron enfoques de análisis tanto cuantitativos como cualitativos en un taller de educación en robótica. Había 12 participantes en el taller y los investigadores recolectaron datos multimodales, como grabaciones de video de las actividades, observaciones del comportamiento de los participantes y una rúbrica de evaluación, para evaluar el desempeño de los participantes. El estudio reportó que el diseño e implementación de robótica educativa única e innovadora mejora el compromiso de los estudiantes en estas actividades, así como su interés en la ciencia y la tecnología.

En estos estudios, observamos que uno de los factores que ayudó a aumentar la motivación e interés de los estudiantes fue el uso de salidas creativas. Schuetze y otros (Schuetze et al., 2014) argumentaron a favor de los beneficios potenciales de usar actividades para promover la creatividad de los estudiantes de 5 a 14 años para participar en un aprendizaje informal lúdico que promueve la creatividad, habilidades matemáticas y científicas, junto con otras formas de alfabetización. En resumen, los estudios en este tema a menudo se centraron en actividades de aprendizaje robótico que se acercan más

a aspectos de la vida cotidiana, y exploraron el papel de la robótica educativa en los constructos relacionados con la motivación y la creatividad. Además, algunos estudios en este tema argumentaron que la robótica ayuda a los educadores a diseñar actividades y unidades de aprendizaje social y culturalmente relevantes, lo que puede mejorar la creatividad y motivación de los estudiantes.

#### Tema 4: Diversidad y Ampliación de la Participación

Encontramos 11 estudios que exploran el efecto de la robótica educativa como una herramienta eficaz para ampliar la participación de grupos subrepresentados. Estos estudios se centraron en aumentar la participación o retención de mujeres (Master et al., 2017), minorías u otras poblaciones subrepresentadas en los campos de STEM. Mason y otros (Mason et al., 2011) describieron la historia de éxito de dos talleres desarrollados y diseñados para animar a estudiantes de secundaria femeninas a seguir carreras en Tecnología de la Información. Utilizaron actividades de programación en 3D diseñadas con el entorno *Alice* y robots *Mindstorms*. Evaluaron el éxito de estos talleres mediante cuestionarios pre y post. Abordaron específicamente la pregunta de investigación sobre cómo cambiaron las habilidades de programación de las estudiantes como resultado de estos talleres, recopilando datos sobre la confianza de las estudiantes en resolver problemas utilizando programación. Los resultados indicaron que las estudiantes percibieron un aumento en sus habilidades de programación como resultado de los talleres. Además, las actitudes de ambos grupos hacia la programación mejoraron y las estudiantes informaron una mayor confianza en sus habilidades de programación. Los autores también discutieron el éxito de la intervención robótica para cambiar las percepciones de las estudiantes sobre la programación.

Colin y otros (Hennessy Elliott, 2020) describe un estudio sobre la participación de una joven mujer negra y latina, Denisse, en un equipo de robótica, destacando cómo su papel como conductora del robot se ve influenciado por la interacción social y las narrativas racializadas y de género. Se discute cómo la representación no es suficiente para la justicia educativa, enfatizando la necesidad de que las comunidades de educación STEM aborden conjuntamente este desafío.

Como resumen para los 11 artículos que representan el uso de la robótica educativa con el objetivo de aumentar la diversidad en STEM, numerosos campamentos de verano de robótica y programas extracurriculares han sido diseñados para despertar el interés en grupos subrepresentados. En general, hubo dos tipos de estudios: (1) estudios que consideran la exposición a STEM a través de la robótica y que han demostrado que un currículo basado en robótica es exitoso para mejorar el interés de los estudiantes; y (2) estudios que demuestran el éxito relativamente mayor logrado por programas que integran la robótica con otras formas de motivación social, cultural y basada en la creatividad, como Searle y otros. En general, estos estudios se centran en promover la diversidad y la retención en los campos de STEM mediante la integración de la robótica educativa en los planes de estudio escolares o utilizando plataformas de aprendizaje informal para introducir robots educativos como una intervención y un medio para alentar a los estudiantes subrepresentados.



## Tema 5: Desarrollo Profesional de los Docentes

En este tema, se han clasificado 22 estudios que utilizaron la robótica educativa para mejorar el desarrollo profesional de los docentes. Para mejorar la eficacia docente, muchos distritos escolares ahora ofrecen talleres de Desarrollo Profesional (PD, por sus siglas en inglés) con el objetivo de instruir a los profesores sobre cómo integrar efectivamente la robótica en su enseñanza. Rursch (Rursch et al., 2009) discutieron que los docentes presentan brechas en conocimientos, habilidades y pedagogía, lo que inhibe una enseñanza eficiente, y, por tanto, necesitaban una forma de mejorar sus conocimientos y habilidades en TI para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Para reducir estas brechas de conocimiento y mejorar sus estrategias de instrucción, se alienta a los educadores de educación primaria y secundaria a asistir a talleres de PD.

Alimisis (Alimisis, 2012) destacó el papel de la pedagogía constructivista y las metodologías educativas consecuentes, mientras capacitaba a los profesores para usar la robótica con fines didácticos. En este marco, se evalúan métodos constructivistas para integrar la robótica en la educación de física e informática, así como la formación profesional de los docentes. El estudio abordó si el taller es efectivo para ayudar a los profesores a aprender técnicas pedagógicas al evaluar el desempeño de sus estudiantes en competencias de diseño robótico después del taller. Se reportan proyectos ejemplares de cada caso para ilustrar el potencial de aprendizaje de las metodologías educativas propuestas, que involucran el uso de la robótica para estudiar conceptos de cinemática y programación en física e informática. En los dos estudios de caso (relacionados con la construcción de un pequeño vehículo automatizado), los respectivos profesores asistieron a un taller que los instruyó para servir como asesores experimentados para los estudiantes. Al hacerlo, los investigadores pretendieron maximizar los beneficios educativos proporcionados a los estudiantes. Para evaluar la efectividad del taller, los maestros continuaron el taller instruyendo a los estudiantes en una competencia de robótica vehicular. Alimisis (Alimisis, 2012) argumentó que, debido a que los grupos competían entre sí, esto proporcionó un incentivo para optimizar los diseños vehiculares. El profesor también desempeñó el papel de asesor experimentado e intervino de manera poco frecuente. Esto permitió que los estudiantes tomaran la mayoría de las decisiones por sí mismos a través de ensayo y error. Alimisis compara las metodologías de enseñanza empleadas por los profesores antes y después de asistir al taller. Descubrió que el nuevo enfoque constructivista mejoró el conocimiento y el rendimiento académico de los estudiantes.

Si bien los talleres presenciales se consideran la forma más popular de proporcionar PD a los maestros, la cantidad de tiempo que requieren puede ser un inconveniente para los profesores, lo que les desanima a asistir. Una alternativa a los talleres presenciales viene en forma de cursos en línea que operan con un objetivo similar de mejorar los enfoques pedagógicos adaptados para los profesores. Esto es, la utilización de Cursos Online Masivos y Abiertos (MOOCs, por sus siglas en inglés) para capacitar a los profesores en conceptos de programación informática. Spradling y otros (Spradling et al., 2015) revisaron brevemente la historia de los MOOCs, las razones para ofrecer





MOOCs a maestros de primaria y secundaria, y compartieron sus experiencias enseñando tres MOOCs financiados por Google a maestros de primaria y secundaria.

En resumen, es crucial asegurar que los profesores sean efectivos en transmitir información y conceptos a los estudiantes de una manera relevante y comprensible. Para lograr el éxito a gran escala, se debe encontrar una manera de capacitar a los profesores en las metodologías más efectivas para fomentar el aprendizaje de los estudiantes a través de plataformas físicas y virtuales, ya sea en forma de talleres presenciales o cursos en línea como los MOOCs. En general, estos estudios indicaron que la robótica educativa puede ser utilizada de manera efectiva para capacitar a los maestros utilizando talleres de PD por dos razones específicas: (1) para introducir a los profesores a los robots educativos y mejorar su conocimiento y autoeficacia en el uso de la robótica en sus propias aulas; y (2) para involucrar a los profesores en actividades robóticas y en el diseño del currículo juntos, donde los profesores pueden proporcionar retroalimentación inmediata sobre el diseño del currículo y las pedagogías, ayudando así a mejorar y adaptar el currículo.



## 5. Discusión y conclusiones

Aunque en este trabajo se utiliza un mecanismo transparente de selección e inclusión de trabajos, este estudio tiene ciertas limitaciones. Primero, se han incluido todos los estudios que pasaron los criterios de inclusión y relevancia, y no se ha hecho una lista corta de los estudios basándose en su calidad y mecanismo de reporte de resultados. Esta limitación es similar a la señalada por Slavin (Slavin, 1984), quien destacó la limitación de los estudios de revisión y afirmó que tienen menos enfoque en la calidad del estudio en sí. Se considera superado este sesgo al recopilar datos de bases de datos auténticas y de renombre, conocidas por incluir publicaciones de calidad.

Segundo, a pesar de que se han seleccionado bases de datos que incluían posibles lugares de publicación de artículos sobre robótica, esta selección se basó puramente en el juicio y experiencia de los miembros de la investigación. Este criterio puede introducir sesgo en el mecanismo de selección, y estudios publicados en otros lugares pueden no haber sido parte de este estudio. Sin embargo, se intenta superar este sesgo haciendo una búsqueda más inclusiva e incluyendo tanto publicaciones de conferencias como de revistas en el estudio.

Tercero, como en toda revisión sistemática, este estudio está limitado por el sesgo de publicación (Borrego et al., 2015). El sesgo de publicación es evidente debido a la predominancia de resultados positivos publicados tanto por los autores como por los lugares de publicación. Se intenta reducir este sesgo al incluir todos los estudios que coincidían con los criterios establecidos, los cuales no buscaban solo resultados positivos. Además, como se señala en el caso de las limitaciones de las revisiones sistemáticas por Borrego, Foster y Froyd (Borrego et al., 2014), se seleccionan algunos estudios para el reporte de resultados. Los estudios ejemplares en este análisis han sido seleccionados en función de su relevancia para el tema.

Los robots educativos ayudan a los estudiantes de diversas maneras, incluyendo la comprensión de conceptos abstractos, proporcionando un entorno de aprendizaje orientado a la retroalimentación, ofreciendo un entorno de trabajo colaborativo y brindándoles oportunidades para trabajar y explorar soluciones a problemas del mundo real. En general, con los robots educativos, los estudiantes demuestran un mejor conocimiento, muestran actitudes positivas hacia la ciencia, la ingeniería y la robótica, eligen ingeniería como carrera y se involucran en un proceso de diseño iterativo.

Según esta revisión sistemática, se han encontrado un total de 91 estudios publicados desde el año 2000. Se han clasificado estos estudios en cinco temas: (1) efectividad general de la robótica educativa; (2) aprendizaje y habilidades de transferencia; (3) creatividad y motivación; (4) diversidad y ampliación de la participación; y (5) desarrollo profesional de los docentes. En esta revisión, después de evaluar cada estudio y formular resúmenes detallados, es evidente que la investigación sobre robótica educativa se realiza a diferentes niveles y con varios enfoques. En los 20 estudios que se clasifican en el tema de aprendizaje y habilidades de transferencia, las preguntas de investigación se formaron predominantemente para demostrar la capacidad de la robótica para mejorar

las habilidades de los estudiantes para construir activamente y aplicar el conocimiento aprendido en un entorno a una situación nueva. Por ejemplo, Touretzky (Touretzky et al., 2013) sugirió que la robótica puede apoyar a los estudiantes en la adquisición de una comprensión conceptual profunda y abstracta. Estos estudios evaluaron los factores cognitivos involucrados en la enseñanza de la educación STEM a través de plataformas robóticas comparando grupos de control (currículo no robótico) y grupos de tratamiento (currículo basado en robótica). Dichos estudios comparativos han sido informativos y han demostrado el futuro prometedor de la robótica en la educación STEM para aumentar la capacidad de los estudiantes para transferir conocimientos. Sin embargo, la naturaleza a corto plazo de muchos de estos estudios ha limitado el rango de conclusiones plausibles que se pueden extraer. Por lo tanto, es esencial realizar estudios de seguimiento a largo plazo.

Una porción sustancial de los 91 estudios también dio un paso atrás, enfocándose menos en los beneficios directos de los robots educativos y en cambio concentrándose en formas de motivar a los estudiantes mediante la integración de elementos sociales, culturales o estéticos. Eguchi & Okada (Eguchi & Okada, 2018) argumentaron que los robots educativos generalmente motivan a los estudiantes y mejoran su interés en los campos STEM. Sin embargo, los resultados indicaron que, aunque la mayoría de estos estudios se centraron en promover la creatividad y la motivación de los estudiantes a través de vías sociales, culturales o creativas, reportaron éxito, hubo algunos estudios que no mostraron ningún efecto (Neutens & Wyffels, 2020). El éxito de tales enfoques pedagógicos a menudo estaba relacionado con las características de fondo del grupo estudiantil objetivo y el conocimiento previo de los estudiantes sobre conceptos relacionados con STEM.

Reconociendo la falta de diversidad étnica, socioeconómica y de género en STEM, 11 estudios se centraron en aumentar la proporción de mujeres y minorías en las profesiones STEM. Muchos estudiantes subrepresentados también tienen una fuerte aversión hacia STEM (debido a conceptos erróneos sobre la naturaleza y relevancia de los campos). Por lo tanto, los investigadores y educadores están encontrando beneficioso incorporar ciertos elementos culturales, sociales y estéticos en sus estudios diseñados.

En resumen, los estudios clasificados bajo el tema de desarrollo profesional de los docentes adoptaron el enfoque más amplio en sus intentos de formular los hallazgos de investigaciones a pequeño nivel en metodologías prácticas para uso de los docentes. Los estudios de este tema típicamente evaluaron talleres para profesores diseñados para equipar a los profesores de primaria y secundaria con las habilidades y enfoques pedagógicos que se consideran más efectivos para maximizar el aprendizaje de los estudiantes. Mientras que los talleres presenciales han sido investigados más a fondo, los beneficios de los cursos en línea son menos explorados, aunque la comunicación abierta entre los participantes del curso parece ser un requisito para el éxito. A pesar del gran número de estudios dedicados a educar a los profesores sobre pedagogías efectivas, la mayoría se abstuvo de utilizar métodos de análisis cuantitativamente rigurosos, en su lugar, enmarcaron sus resultados/hallazgos basándose en evidencia anecdótica de

retroalimentación de los profesores o encuestas. Además, aunque muchas de las afirmaciones sobre la mejora de la calidad docente parecen razonables, algunas no son válidas en un sentido estrictamente estadístico. Para lograr una validación, los investigadores necesitarán utilizar métodos de análisis más rigurosos, similares a los vistos en Alimisis (Alimisis, 2012). Además, dado que las encuestas a maestros de evaluaciones anteriores sugieren que los maestros continúan mejorando durante un período prolongado, los estudios longitudinales que rastrean a los participantes a lo largo de los años serían valiosos para determinar las prácticas que hacen efectivo un taller. Dichas investigaciones serían útiles para desarrollar profesionales que estén adecuadamente preparados para integrar la robótica educativa en la enseñanza de conceptos STEM.

En general, esta revisión sistemática ha considerado el uso de la robótica educativa tanto en entornos de aprendizaje formales como informales. Este estudio ha demostrado que la robótica educativa tiene potencial como herramienta de aprendizaje y enseñanza, incluyendo el apoyo a la educación de estudiantes que no muestran un interés inmediato en disciplinas académicas relacionadas con la ciencia o la tecnología. Estos hallazgos sugieren que la robótica educativa permite un enfoque integrado y multidisciplinario que incorpora temas técnicos y sociales. Este enfoque anima a los estudiantes a construir conexiones mentales y asociaciones con la amplitud de conceptos de ingeniería, física y mecánica. Para motivar a los estudiantes y optimizar el proceso de aprendizaje, es imperativo que los investigadores y los procesos de primaria y secundaria incorporen, en combinación con plataformas robóticas, una amplia gama de metodologías cognitivas y afectivas.

## 6. Referencias

- Ackermann, E. (2001). *Piaget ' s Constructivism , Papert ' s Constructionism : What ' s the difference ?* <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:17875194>
- Alimisis, D. (2012). Robotics in Education & Education in Robotics : Shifting Focus from Technology to Pedagogy. *In Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education (Pp. 7–14)*, 7–14. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:12185961>
- Alimisis, D., Karatrantou, A., & Tachos, N. (2005). *Technical school students design and develop robotic gear-based constructions for the transmission of motion.* 76–86.
- Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). Constructionism and robotics in education. *Teacher Education on Robotic-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*, 11–26.
- Balaguer Álvarez, I. J. (2017). Introduction to Robotics: Importance of a Summer Camp as a Recruiting Tool for Future University Students. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 12(2), 71–75. <https://doi.org/10.1109/RITA.2017.2697739>
- Barker, B. S., & Ansorge, J. (2007). Robotics as Means to Increase Achievement Scores in an Informal Learning Environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 229–243. <https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782481>
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145–157. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Borrego, M., Foster, M. J., & Froyd, J. E. (2014). Systematic Literature Reviews in Engineering Education and Other Developing Interdisciplinary Fields. *Journal of Engineering Education*, 103(1), 45–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jee.20038>
- Borrego, M., Foster, M. J., & Froyd, J. E. (2015). What Is the State of the Art of Systematic Review in Engineering Education? *Journal of Engineering Education*, 104(2), 212–242. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jee.20069>
- Cuellar, F., Penaloza, C., Garret, P., Olivo, D., Mejia, M., Valdez, N., & Mija, A. (2014). Robotics education initiative for analyzing learning and child-parent interaction. *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044457>
- Dias, M. B., Mills-Tettey, G. A., & Nanayakkara, T. (2005). Robotics, Education, and Sustainable Development. *Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 4248–4253. <https://doi.org/10.1109/ROBOT.2005.1570773>
- Eguchi, A., & Okada, H. (2018). Learning with social robots — The World Robot Summit's approach. *2018 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, 53–56. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2018.8340504>
- Ericson, B., & Mcklin, T. (2012). Effective and sustainable computing summer camps. *Technical Symposium on Computer Science Education*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:33388291>
- Gwen Nugent Bradley Barker, N. G., & Adamchuk, V. I. (2010). Impact of Robotics and Geospatial Technology Interventions on Youth STEM Learning and Attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(4), 391–408.

- <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782557>
- Hennessy Elliott, C. (2020). "Run It through Me:" Positioning, Power, and Learning on a High School Robotics Team. In *Journal of the Learning Sciences* (Vol. 29, pp. 598–641).
- Khanlari, A., & Kiaie, F. M. (2015). Using robotics for STEM education in primary/elementary schools: Teachers' perceptions. *10th International Conference on Computer Science and Education, ICCSE 2015, Iccse*, 3–7. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2015.7250208>
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91, 14–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.005>
- Kory, J., & Breazeal, C. (2014). Storytelling with robots: Learning companions for preschool children's language development. *IEEE RO-MAN 2014 - 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication: Human-Robot Co-Existence: Adaptive Interfaces and Systems for Daily Life, Therapy, Assistance and Socially Engaging Interactions*, 643–648. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2014.6926325>
- Mac Iver, M. A., & Mac Iver, D. J. (2014). "STEMming" the Swell of Absenteeism in Urban Middle Grade Schools: Impacts of a Summer Robotics Program. In *Society for Research on Educational Effectiveness*.
- Mallik, A., Liu, D., & Kapila, V. (2023). Analyzing the outcomes of a robotics workshop on the self-efficacy, familiarity, and content knowledge of participants and examining their designs for end-of-year robotics contests. In *Education and Information Technologies* (Vol. 28, Issue 6, pp. 7225–7264). <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11400-1>
- Mason, R., Cooper, G., & Comber, T. (2011). Girls get it. *ACM Inroads*, 2(3), 71–77. <https://doi.org/10.1145/2003616.2003638>
- Master, A., Cheryan, S., Moscatelli, A., & Meltzoff, A. N. (2017). Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls. *Journal of Experimental Child Psychology*, 160, 92–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.03.013>
- Mckay, M. M., Tirthali, D., & Camins, A. H. (2015). Student Learning of STEM Concepts Using a Challenge-based Robotics Cur-riculum teaching courses on methodologies for researching technology in education and on online schools and schooling. Student Learning of STEM Concepts Using a Challenge-based Robotic. *Proceedings of 2015 ASEE Annual Conference & Exposition*, 14–17.
- Melchior, A., Cohen, F., Cutter, T., & Leavitt, T. (2005). An evaluation of the FIRST Robotics Competition participant and institutional impacts. *Center for Youth and Communities, Brandeis University, April*, 83.
- Menekse, M., Higashi, R., Schunn, C. D., & Baehr, E. (2017). The Role of Robotics Teams' Collaboration Quality on Team Performance in a Robotics Tournament. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 564–584. <https://doi.org/10.1002/jee.20178>
- Merdan, M., Lepuschitz, W., Koppensteiner, G., & Balogh, R. (2016). Robotics in Education Research and Practices for Robotics in STEM Education. In *Advances in Intelligent Systems and Computing*.



- <https://books.google.es/books?id=xt4yDQAAQBAJ&pg=PA65&dq=simulink+raspberry&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjqqvTF8NrTAhXLtBQKHZbSBeAQ6AEIVzAH#v=onepage&q=simulink+raspberry&f=false>
- Mosley, P., Scollins, L., & Van, P. (2016). Robotic Cooperative Learning Promotes Student STEM Interest. *American Journal of Engineering Education-December*, 7(2), 117–128.
- Nemiro, J. E. (2021). Building Collaboration Skills in 4th- to 6th-Grade Students through Robotics. In *Journal of Research in Childhood Education* (Vol. 35, Issue 3, pp. 351–372).
- Neutens, T., & Wyffels, F. (2020). Analyzing coding behaviour of novice programmers in different instructional settings: Creating vs. Debugging. *2020 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, 892–897. <https://doi.org/10.1109/CSCI51800.2020.00167>
- Okita, S. Y. (2014). The relative merits of transparency: Investigating situations that support the use of robotics in developing student learning adaptability across virtual and physical computing platforms. *British Journal of Educational Technology*, 45(5), 844–862. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/bjet.12101>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Papert, S. (1993). *The Children's Machine: Rethinking School In The Age Of The Computer*. NY Basic Books, Inc.
- Piaget, J., & Duckworth, E. (1970). Genetic Epistemology. *American Behavioral Scientist*, 13(3), 459–480. <https://doi.org/10.1177/000276427001300320>
- Rubenstein, M., Cimino, B., Nagpal, R., & Werfel, J. (2015). AERobot: An affordable one-robot-per-student system for early robotics education. *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2015-June*(June), 6107–6113. <https://doi.org/10.1109/ICRA.2015.7140056>
- Rursch, J. A., Burkhardt, B., & Jacobson, D. (2009). Training non-IT teachers to advise and facilitate inquiry-based learning in IT: A pilot study. *2009 39th IEEE Frontiers in Education Conference*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/FIE.2009.5350577>
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008). New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 59–69. <https://doi.org/10.1007/s10956-007-9082-2>
- Sahin, A., Ayar, M. C., & Adiguzel, T. (2014). STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1), 309–322. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.1.1876>
- Sánchez-Ruiz, A. J., & Jamba, L. A. (2008). FunFonts: introducing 4th and 5th graders to programming using Squeak. *Proceedings of the 46th Annual Southeast Regional Conference on XX*, 24–29. <https://doi.org/10.1145/1593105.1593112>
- Schuetze, A., Claeys, L., Flores, B. B., & Sezech, S. (2014). La Clase Mágica as a Community Based Expansive Learning Approach to STEM Education. In *International*



- Journal for Research on Extended Education* (Vol. 2, Issue 2, pp. 27–45).
- Slavin, R. E. (1984). Meta-Analysis in Education: How Has It Been Used? *Educational Researcher*, 13(8), 6–15. <https://doi.org/10.3102/0013189X013008006>
- Spradling, C., Linville, D., Rogers, M. P., & Clark, J. (2015). Are MOOCs an appropriate pedagogy for training K-12 teachers computer science concepts? *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 30, 115–125. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:61372731>
- Touretzky, D. S., Marghitu, D., Ludi, S., Bernstein, D., & Ni, L. (2013). Accelerating K-12 computational thinking using scaffolding, staging, and abstraction. *Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 609–614. <https://doi.org/10.1145/2445196.2445374>
- Wang, Y. K. (2004). Context awareness and adaptation in mobile learning. *Proceedings - 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*, 154–158. <https://doi.org/10.1109/wmte.2004.1281370>
- Williams, K., Igel, I., Poveda, R. L., Kapila, V., & Iskander, M. (2012). Enriching K-12 science and mathematics education using LEGOs. *Advances in Engineering Education*, 3. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:110195604>
- You, Z. J., Shen, C. Y., Chang, C. W., Liu, B. J., & Chen, G. D. (2006). A robot as a teaching assistant in an english class. *Proceedings - Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2006*, 2006, 87–91. <https://doi.org/10.1109/icalt.2006.1652373>





## 7. Anexos

Resultado de la búsqueda en la base de datos IEEE Xplore:

Autores	Título	DOI
Crowley L,Dolle J,Finnegan A,Litchfield JB	Robots, plants, and the ten-year-old consultant: teaming K-12 and undergraduate students in community-based projects to encourage stem	10.1109/FIE.2003.1265902
Howell A,Way E,McGrann R,Woods R	Autonomous Robots as a Generic Teaching Tool	10.1109/FIE.2006.322654
Nugent G,Barker B,Grandgenett N,Adamchuk V	The use of digital manipulatives in k-12: robotics, GPS/GIS and programming	10.1109/FIE.2009.5350828
Rursch JA,Burkhardt B,Jacobson D	Training non-IT teachers to advise and facilitate inquiry-based learning in IT: A pilot study	10.1109/FIE.2009.5350577
Franz D,Elmore BB	Work in progress - collaborative outreach to "atrisk" middle school students using LEGO robotics	10.1109/FIE.2009.5350549
Fontenot D,Talkmitt S,Morse A,Marcy B,Chandler J,Stennett B	Providing an engineering design model for secondary teachers	10.1109/FIE.2009.5350738
Rursch JA,Luse A,Jacobson D	IT-Adventures: A Program to Spark IT Interest in High School Students Using Inquiry-Based Learning With Cyber Defense, Game Design, and Robotics	10.1109/TE.2009.2024080
Ekong DU	An after-school robotics module for introducing elementary school students to engineering	10.1109/SECON.2011.5752964
Malstrom C	Project lead the way engineering and biomedical sciences curriculum programs engage students and improve performance in STEM	10.1109/ISECon.2011.6229632
DeMatteis JJ,Muccio SL,Vestal TN	The air force research laboratory information directorate's STEM activities	10.1109/ISECon.2011.6229626
Zande J,Sullivan D	MATE ROV competitions: 10th Anniversary!	10.23919/OCEANS.2011.6107310
Varney MW,Janoudi A,Aslam DM,Graham D	Building Young Engineers: TASEM for Third Graders in Woodcreek Magnet Elementary School	10.1109/TE.2011.2131143
McGreevy D,Hoops S,Morris B	Tending to the K-12 talent pipeline	10.1109/TDC.2012.6281600
Morana LC,Bombardier J,Ippolito CV,Wyndrum RW	Future stem careers begin in the primary grades	10.1109/ISECon.2012.6240514
Morana LC,Bombardier J,Ippolito CV,Wyndrum RW	Future STEM careers begin in the primary grades	10.1109/ISECon.2012.6238556
Patterson MR,Elliott J,Niebuhr DH	A STEM experiment in informal science education: ROVs and AUVs survey shipwrecks from the American Revolution	10.1109/OCEANS.2012.6404865
Jin YG,Chong LM,Cho HK	Designing a robotics-enhanced learning content for STEAM education	10.1109/URAI.2012.6463032
Kruger D,Aviv D	Redefining success: Design of short-format engineering contests for maximal learning	10.1109/ISECon.2012.6204172
Ashdown J,Doria D	A robotics based design activity to teach the Doppler effect	10.1109/ISECon.2012.6204163
Khanlari A	Effects of educational robots on learning STEM and on students' attitude toward STEM	10.1109/ICEED.2013.6908304
Chattopadhyay A,Sellman G	Developing the cellbot learning framework (CLF) - An interdisciplinary model for integrating mobile computing with robotics to innovate STEM education and outreach	10.1109/FIE.2013.6685039



Hamner E,Cross J	Arts & Bots: Techniques for distributing a STEAM robotics program through K-12 classrooms	10.1109/ISECon.2013.6525207
Yilmaz M,Ozcelik S,Yilmazer N,Nekovei R	Design-Oriented Enhanced Robotics Curriculum	10.1109/TE.2012.2220775
Lawlor O,Moss M,Kibler S,Carson C,Bond S,Bogosyan S	Search-and rescue robots for integrated research and education in Cyber-Physical Systems	10.1109/ICELIE.2013.6701279
Maxwell A,Fogarty R,Gibbins P,Noble K,Kist AA,Midgley W	Robot RAL-ly international - Promoting STEM in elementary school across international boundaries using remote access technology	10.1109/REV.2013.6502895
Jordan ME,Schallert DL	Learning to manage uncertainty in collaborative engineering design projects: Lessons from a fifth grade class	10.1109/FIE.2013.6685175
Mitchell B,Wilkening E,Mahmoudian N	Developing an underwater glider for educational purposes	10.1109/ICRA.2013.6631055
Weissberger I,Qureshi A,Qureshi A	Delivering software engineering education through LEGO robotics	10.1109/ICCSE.2014.6926449
Molina C,Belfort R,Pol R,Chacón O,Rivera L,Ramos D,Rivera El	The use of unmanned aerial vehicles for an interdisciplinary undergraduate education: Solving quadrotors limitations	10.1109/FIE.2014.7044443
Chung CJ,Cartwright C,Chung C	Robot music camp 2013: An experiment to promote STEM and computer science	10.1109/ISECon.2014.6891012
Hui Z,Rojas J,Lin L,Ting H,Zhao C	A swarm framework for teaching elementary addition operations	10.1109/ROBIO.2014.7090467
Carvalho JR,de Oliveira EH,Silva AD	Generation of critical mass in education: An approach based on multiple vortexes	10.1109/FIE.2014.7044230
Nikou SA,Economides AA	Transition in student motivation during a scratch and an app inventor course	10.1109/EDUCON.2014.6826234
Altuger-Genc G,Issapour M	Introducing the design and development of energy & STEM K-12 program	10.1109/IESC.2014.7061841
Kimmel HS,Burr-Alexander LE,Hirsch L,Rockland RH,Carpinelli JD,Aloia M	Pathways to effective K-12 STEM programs	10.1109/FIE.2014.7044362
He S,Maldonado J,Uquillas A,Cetoute T	Teaching K-12 students robotics programming in collaboration with the robotics club	10.1109/ISECon.2014.6891023
Piliouras T,Yu R,Villanueva K,Chen Y,Robillard H,Berson M,Lauer J,Sampel G,Lapinski D,Attre M	A deeper understanding of technology is needed for workforce readiness — Playing games, texting, and tweets aren't enough to make students Tech-Savvy	10.1109/ASEEZone1.2014.6820656
Khanlari A,Mansourkiaie F	Using robotics for STEM education in primary/elementary schools: Teachers' perceptions	10.1109/ICCSE.2015.7250208
Bojic I,Jagust T,Sovic A	Selected examples of cooperation between universities and schools in STEM education	10.1109/ISECon.2015.7119921
Zhou H,Yuen TT,Popescu C,Guillen A,Davis DG	Designing Teacher Professional Development Workshops for Robotics Integration across Elementary and Secondary School Curriculum	10.1109/LaTiCE.2015.21
Andruseac GG,Adochiei RI,Păsărică A,Adochiei FC,Corciovă C,Costin H	Training program for dyslexic children using educational robotics	10.1109/EHB.2015.7391547
Rao A	The application of LeJOS, Lego Mindstorms Robotics, in an LMS environment to teach children Java programming and technology at an early age	10.1109/ISECon.2015.7119902



Boedeker P,Bicer A,Capraro RM,Capraro MM,Morgan J,Barroso L	STEM summer camp follow up study: Effects on students' SAT scores and postsecondary matriculation	10.1109/FIE.2015.7344330
Erickson-Ludwig A	A college lead informal learning engineering education program for school aged youth	10.1109/ISECon.2015.7119951
Karim ME,Lemaignan S,Mondada F	A review: Can robots reshape K-12 STEM education?	10.1109/ARSO.2015.7428217
Krofitsch C,Lepuschitz W,Klein M,Koppensteiner G	Flexible development environment for educational robotics	10.1109/ICCAR.2015.7165852
Verner IM,Gamer S	Reorganizing the industrial robotics laboratory for spatial training of novice engineering students	10.1109/ICL.2015.7318216
Uribe L,EGuchi A	4th Graders creating robots with sensors	10.1109/ISECon.2015.7119904
He S,Zubarrain J,Kumia N	Integrating robotics education in pre-college engineering program	10.1109/ISECon.2015.7119920
Butler S,Ahmed DT	Gamification to Engage and Motivate Students to Achieve Computer Science Learning Goals	10.1109/CSCI.2016.0053
Keshwani J,Barker B,Nugent G,Grandgenett N	WearTec: Empowering Youth to Create Wearable Technologies	10.1109/ICALT.2016.143
Gadjanski I,Radulović D,Vranić F,Raspopović M	Formation of Fab lab Petnica	10.1109/MEDO.2016.7746540
	[Title page]	10.1109/EDUCON.2016.7474515
Simister M	Motivating students through providing a middle school STEM rotation class	10.1109/ISECon.2016.7457547
Lin CS,Zhu Z,Ro T	Dynamic project-based STEM curriculum model for a small humanities high school	10.1109/ISECon.2016.7457545
Ros S,Tobarra L,Robles-Gómez A,Caminero AC,Hernández R,Pastor R,Ricoy A,Fernández A,Díaz LM,Cano J	Work in progress: On the improvement of STEM education from preschool to elementary school	10.1109/EDUCON.2016.7474671
Wang WH	A mini experiment of offering STEM education to several age groups through the use of robots	10.1109/ISECon.2016.7457516
Santos CB,Ferreira DJ,do Nascimento Rodrigues de Souza MC,Rodrigues Martins A	Robotics and programming: Attracting girls to technology	10.1109/ICACCI.2016.7732353
Aguar K,Arabnia HR,Gutierrez JB,Potter WD,Taha TR	Making CS Inclusive: An Overview of Efforts to Expand and Diversify CS Education	10.1109/CSCI.2016.0067
Jeon M,FakhrHosseini M,Barnes J,Duford Z,Zhang R,Ryan J,Vasey E	Making live theatre with multiple robots as actors bringing robots to rural schools to promote STEAM education for underserved students	10.1109/HRI.2016.7451798
Cheng YW,Sun PC,Chen NS	An Investigation of the Needs on Educational Robots	10.1109/ICALT.2017.115
Nabeel M,Latifee HO,Naqi O,Aqeel K,Huzaifa,Arshad M,Khurram M	Robotics education methodology for K-12 students for enhancing skill sets prior to entering university	10.1109/ROBIO.2017.8324663
Bir D,Paskach D,Wilkins G,Angstead L,Miskowicz K,Ooi H,Ahn B	Challenges encountered by elementary education major students when learning engineering	10.1109/FIE.2017.8190702
Knop L,Ziaeeafard S,Ribeiro GA,Page BR,Ficanha E,Miller MH,Rastgaar M,Mahmoudian N	A human-interactive robotic program for middle school STEM education	10.1109/FIE.2017.8190575



Karaman S,Anders A,Boulet M,Connor J,Gregson K,Guerra W,Guldner O,Mohamoud M,Plancher B,Shin R,Vivilecchia J	Project-based, collaborative, algorithmic robotics for high school students: Programming self-driving race cars at MIT	10.1109/ISECon.2017.7910242
Ziaefard S,Page BR,Knop L,Ribeiro GA,Miller M,Rastgaar M,Mahmoudian N	GUPPIE program — A hands-on STEM learning experience for middle school students	10.1109/FIE.2017.8190546
Chien YH,Chang YS,Hsiao HS,Lin KY	STEAM-oriented Robot Insect Design Curriculum for K-12 Students	10.1109/WEEF.2017.8466970
Jeon M,Barnes J,FakhrHosseini M,Vasey E,Duford Z,Zheng Z,Dare E	Robot Opera: A modularized afterschool program for STEAM education at local elementary school	10.1109/URAI.2017.7992869
DeMatteis CK,Allen EL,Ye Z	LAunchPad: The Design and Evaluation of a STEM Recruitment Program for Women	10.1109/FIE.2018.8659097
Chookaew S,Howimanporn S,Pratumsuwan P,Hutamarn S,Sootkaneung W,Wongwatkit C	Enhancing High-School Students' Computational Thinking with Educational Robotics Learning	10.1109/IIAI-AAI.2018.00047
Eguchi A,Okada H	Learning with social robots — The World Robot Summit's approach	10.1109/ISECon.2018.8340504
Miller B,Kirn A,Anderson M,Major JC,Feil-Seifer D,Jurkiewicz M	Unplugged Robotics to Increase K-12 Students' Engineering Interest and Attitudes	10.1109/FIE.2018.8658959
Choate B,Dubosarsky M,Chen K	An Innovative Professional Development Model for Teaching Robotics to Novice Educators	10.1109/FIE.2018.8658771
Mehdipour F,Pashna M,Mahanti A	A 3-Tier Solution for Facilitating STEM Education in Primary Schools	10.1109/LaTICE.2018.00-15
Burbaitė R,Dr\casutė V,Štuikys V	Integration of computational thinking skills in STEM-driven computer science education	10.1109/EDUCON.2018.8363456
Wang C,Frye M	Measuring the Influences of a STEM Enrichment Program on Middle School Girls' Self-efficacy and Career Development	10.1109/ISECon.2019.8882096
Bues D	STEM Education: How Best to “Illuminate the Lamp of Learning”	10.1109/ISECon.2019.8882034
Doherty E,Laubsch P,Goei E	An Example of Project Based Learning to Advance Women's Interest in STEM Education and Robotics	10.1109/CSCI49370.2019.00145
Sheetz L,Ivy S,Conn DB,Motupalli J	Developing a Model for Increasing Leadership and Diversity in STEM through Mobile STEM Workshops, Collaboration, and Community Involvement	10.1109/ISECon.2019.8882009
Wang C,Frye M	miniGEMS 2018 Summer Camp Evaluation: Empowering Middle School Girls in STEAM	10.1109/ISECon.2019.8881981
Chicas Y,Canek R,Rodas O	Developing STEM competences by building Low-Cost Technology Robots: A Work in Progress	10.1109/ISECon.2019.8882113
Kandhofer M,Steinbauer G,Menzinger M,Halatschek R,Kemény F,Landerl K	MINT-Robo: Empowering Gifted High School Students with Robotics	10.1109/FIE43999.2019.9028478
Ou Yang FC	The Design of AR-based Virtual Educational Robotics Learning System	10.1109/IIAI-AAI.2019.00224
Morais I,Bachrach MS	Analyzing the Impact of Computer Science Workshops on Middle School Teachers	10.1109/ISECon.2019.8882115

Islam A,Rouf Uday TI,Ahmad N,Islam MT,Ghosh A,Kamal S,Ahommed T,Islam Leon M,Dhrubo EA	EduBot: An Educational Robot for Underprivileged Children	10.1109/ICACTM.2019.8776756
Plaza P,Sancristobal E,Carro G,Blázquez-Merino M,García-Loro F,Muñoz M,Albert MJ,Moriñigo B,Castro M	Scratch as Driver to Foster Interests for STEM and Educational Robotics	10.1109/RITA.2019.2950130
Manikutty G,Frey LM,Natarajan A,Chilakapati U,V V,Rao R B	I Can Also Make Robots! Inspiring Rural Indian Children to Learn Robotics	10.1109/T4E.2019.00022
Crews T	Building the STEM Pipeline through Ongoing Research and Near-Peer Mentoring	10.1109/OCEANSE.2019.8867423
Barnes J,FakhrHosseini SM,Vasey E,Ryan J,Park CH,Jeon M	Promoting STEAM Education with Child-Robot Musical Theater	10.1109/HRI.2019.8673311
Gardeli A,Vosinakis S	ARQuest: A Tangible Augmented Reality Approach to Developing Computational Thinking Skills	10.1109/VS-Games.2019.8864603
Kimm H,Chaffers A	Interdisciplinary Internship Projects Utilizing Legacy Robotic Equipment under Budget Constraints at a Small-sized Institution	10.1109/ISECon.2019.8882037
Giang C,Piatti A,Mondada F	Heuristics for the Development and Evaluation of Educational Robotics Systems	10.1109/TE.2019.2912351
Mačinko M,Krzić AS,Mudri I	Distance learning: examples of good practice, analysis and experience	10.23919/MIPRO48935.2020.9245207
Simley T,Mack NA,Pittman T,Cook C,Cummings R,Moon D,Gosha K	Assessing the Efficacy of Integrating Computer Science, Math, and Science in a Middle School Sphero Robotics Summer Program	10.1109/RESPECT49803.2020.9272479
Archevapanich T,Sithiyopasakul J,Purahong B,Sithiyopasakul J,Sithiyopasakul P	Student Development towards Innovation in The Information Engineering Curriculum of Faculty of Engineering, KMITL	10.1109/iSTEM-Ed50324.2020.9332789
Yett B,Snyder C,Hutchins N,Biswas G	Exploring the Relationship Between Collaborative Discourse, Programming Actions, and Cybersecurity and Computational Thinking Knowledge	10.1109/TALE48869.2020.9368459
Neutens T,Wyffels F	Analyzing coding behaviour of novice programmers in different instructional settings: Creating vs. Debugging	10.1109/CSCIS1800.2020.00167
Roy RJ	A Futuristic Kitchen Assistant – Powered by Artificial Intelligence and Robotics	10.1109/ISEC49744.2020.9397856
Villafañe-Delgado M,Johnson EC,Hughes M,Cervantes M,Gray-Roncal W	STEM Leadership and Training for Trailblazing Students in an Immersive Research Environment	10.1109/ISEC49744.2020.9280735
Chen S,Fishberg A,Shimelis E,Grimm J,van Broekhoven S,Shin R,Karaman S	A Hands-on Middle-School Robotics Software Program at MIT	10.1109/ISEC49744.2020.9280694
Mizanoor Rahman SM	Metrics and Methods for Evaluating Learning Outcomes and Learner Interactions in Robotics-Enabled STEM Education	10.1109/AIM43001.2020.9158900
Storjak I,Pushkar L,Jagust T,Krzić AS	First steps into STEM for young pupils through informal workshops	10.1109/FIE44824.2020.9274139
Cecil J,Sweet-Darter M,Gupta A	Design and Assessment of Virtual Learning Environments to Support STEM Learning for Autistic Students	10.1109/FIE44824.2020.9274031
Camargo C,Brançalião L,Gonçalves J,Lima J,Ramos M,Fernandes L,Trovisco M,Conde M	Emídio Garcia School Pilot description: A Roboteam Erasmus+ Project Activity based on a Challenge based Learning Approach	10.1109/EDUCON45650.2020.9125231





Salas-Pilco SZ	Asia-Pacific STEAM Education in K-12 Schools: Systematic Literature Review	10.1109/TALES2509.2021.9678800
Goel A,Szeto C,Szeto M,Veerepalli R,Vij E	Leveraging Competitive Robotics Experience to Spread Marine Education	10.23919/OCEANS44145.2021.9705971
Misthou S,Moumoutzis N,Loukatos D	Coding Club: a K-12 good practice for a STEM learning community	10.1109/EDUCON46332.2021.9454039
Chai CW,Chao TW,Huang YH	Research on the Application of Educational Robots for Distance Teaching in Rural Area for Post-COVID-19 - taking the Cultivation of Seed Talent Students of Indigenous Tribes as an Example	10.1109/ICKI151822.2021.9574777
Hua D	An Autonomous Driving Simulation Platform as a Virtual HSAVC Competition Environment	10.1109/ISEC52395.2021.9763986
Pedersen BK,Larsen JC,Nielsen J	Understanding electronics and CT in school - a simplified method for drawing and building electronic circuits for the micro:bit and breadboards	10.1109/ISEC52395.2021.9763976
Manikutty G	My Robot can tell stories: Introducing robotics and physical computing to children using dynamic dioramas	10.1109/FIE49875.2021.9637460
de Carvalho JM,da Silva EV,de Carvalho EF,de Magalhães Netto JF	Arduino Baby Project: Robotics as a Tool to Support Permanence and Success of Technical Course Students in Informatics	10.1109/FIE49875.2021.9637315
Coccoli M,Ferrara FF,Maresca P	Smart Learning Communities for Bridging the Gender Gap in STEM	10.1109/RTSI50628.2021.9597223
Ilyas MU,Khan MM,Laghari F,Mansoor SB,Razzaque A,Alqarni MA	CODI Bot: An Accessible Robot for New Coders	10.1109/IHTC53077.2021.9698929
Zhang D,Zhang N,Ye N,Fang J,Han X	Hybrid Learning Algorithm of Radial Basis Function Networks for Reliability Analysis	10.1109/TR.2020.3001232
Bunse C,Wieck T	Experiences in Developing and Using a Remote Lab in Teaching Robotics	10.1109/GeCon55699.2022.9942749
Buckley E,Monaco JD,Schultz KM,Chalmers RW,Hadzic A,Zhang K,Hwang GM,Carr MD	An interdisciplinary approach to high school curriculum development: Swarming Powered by Neuroscience	10.1109/ISEC54952.2022.10025252
Andriole SJ	Immersive-Experiential Business-Technology in Simulated Business Cases	10.1109/ISEC54952.2022.10025168
Do Nascimento Neto GS,Da Paz Silva MA,De Lima Teixeira LR,Do Nascimento Araújo Maia CJ,Chiesa ER,Lima CH	Development of an Introduction to Robotics Course for 9th-grade Students of Public Schools Using the Flipped Classroom Methodology	10.1109/LARS/SBR/WRE56824.2022.9995924
Lerman M	The Ethics of Artificial Intelligence: How Educators Can Adapt to Close the Bias Gap	10.1109/ISEC54952.2022.10025126
Pastor-Mendoza J,Martín AJ,Llamazares-Llamazares Á,Magán GR,Gutiérrez CL,Gil-Jiménez P,García-Varela AB	Educational Project Eurobot Spain	10.1109/TAE54169.2022.9840531
Jiménez Gaona R,Maldonado González M	STEAM Skills Developed in Basic General Education Through the Creation of the Digital Robot Through the mBlock Platform	10.1109/ICI2ST57350.2022.00029
Vasconcelos V,Bigotte E,Marques L,Almeida R	Make a Lab – A Project Focused on the Gender Gap in STEM Fields	10.1109/EAEIE54893.2022.9820463
Dalal M,Carberry A,Efe S,James-Okeke P,Rogers D	Collaboration Instead of Competition: Blending Existing Pre-College Engineering Programs for Greater Impact	10.1109/FIE56618.2022.9962655





Pinugu JN, Ouano JA	School Settings and Conditions as Mediators of Academic Persistence in Engineering and Technical Programs	10.1109/HNICEM57413.2022.10109359
Kabashi Q, Shabani I, Caka N	Analysis of the Student Dropout Rate at the Faculty of Electrical and Computer Engineering of the University of Prishtina, Kosovo, From 2001 to 2015	10.1109/ACCESS.2022.3185620
Rokbani N, Shabou K, Essifi K	Design and deployment of K-12 Educational Robotics Activities in Tunisia Public Primary Schools	10.1109/EDUCON52537.2022.9766378
Ahmadaliev D, Saleh Metwally AH, Mohamed Fahmy Yousef A, Shuxratov D	The Effects of Educational Robotics on STEM Students' Engagement and Reflective Thinking	10.1109/FIE56618.2022.9962498
Alam A	Educational Robotics and Computer Programming in Early Childhood Education: A Conceptual Framework for Assessing Elementary School Students' Computational Thinking for Designing Powerful Educational Scenarios	10.1109/ICSTSN53084.2022.9761354
Pasalidou C, Fachantidis N	Contextualizing Educational Robotics Programming with Augmented Reality	10.23919/iLRN55037.2022.9815969
Storjak I, Krzic AS, Jagust T	Elementary School Pupils' Mental Models Regarding Robots and Programming	10.1109/TE.2022.3158472
Gao J, Gong J, Zhou G, Guo H, Qi T	Learning with Yourself: a Tangible Twin Robot System to Promote STEM Education	10.1109/IROS47612.2022.9981423
Garcia-Langley A, Alvarez I, Chen A, Li A, Wang H, Brancazio D, Gutierrez V, Bennett A, Triantafyllou M	Development of Educational Marine Soft Robotics STEM Platform as New Iteration of SeaPerch K-12 National Outreach Program	10.1109/OCEANS47191.2022.9977015
Danino O, Kaplan G, Feldman I, Shapira J	Junior High-School study of RoboPhysics	10.1109/ISEC54952.2022.10025317
Yang M, Tiwari B, Gautam R, Ma E, Zhang S, Muthukumar V	Engaging Girls in Learning Engineering through Building Ubiquitous Intelligent Systems	10.1109/TALES4877.2022.00041
Puškar L, Storjak I, Kržić AS	Evaluation of an Educational Microcontroller and Workshop from the Perspective of K-12 Teachers	10.1109/FIE56618.2022.9962564
Hsieh CT	Developing Motion Editor for 3D Printed Humanoid Robot by VTK and Python	10.1109/iFUZZY55320.2022.9985225
Johnson A, Martin A, Quintero M, Bailey A, Alwan A	Can Social Robots Effectively Elicit Curiosity in STEM Topics from K-1 Students During Oral Assessments?	10.1109/EDUCON52537.2022.9766662
Rocker Yoel S, Dori YJ	FIRST High-School Students and FIRST Graduates: STEM Exposure and Career Choices	10.1109/TE.2021.3104268
Abichandani P, Sivakumar V, Lobo D, Iaboni C, Shekhar P	Internet-of-Things Curriculum, Pedagogy, and Assessment for STEM Education: A Review of Literature	10.1109/ACCESS.2022.3164709
Ueyama Y, Sago T, Kurihara T, Harada M	An Inexpensive Autonomous Mobile Robot for Undergraduate Education: Integration of Arduino and Hokuyo Laser Range Finders	10.1109/ACCESS.2022.3194162
Zafari M, Bazargani JS, Sadeghi-Niaraki A, Choi SM	Artificial Intelligence Applications in K-12 Education: A Systematic Literature Review	10.1109/ACCESS.2022.3179356
Darmody K, Booth J, Bleach J, Pathak P, Stynes P	Work in Progress: A Virtual Educational Robotics Coding Club Framework to Improve K-6 Students Emotional Engagement in STEM	10.1109/EDUNINE57531.2023.10102844
Kazemnia AJ, Garg A, Wang LZ, Karikkineth AC, Koldobskiy DM	Enhancing STEM Education to Communities with Low Access to STEM Resources	10.1109/ISEC57711.2023.10402262

Naya-Varela M,Guerreiro-Santalla S,Baamonde T,Bellas F	Robobo SmartCity: An Autonomous Driving Model for Computational Intelligence Learning Through Educational Robotics	10.1109/TLT.2023.3244604
Farooq A,Zukhrif SZ,Maryam H,Attard C,Kamal M	Exploring the Impact of Robotics in STEM Education Activities and Competitive Challenges	10.1109/ICCIS7424.2023.10112422
Gutierrez V,Bennett A,Brancazio D,Triantafyllou M	Design of Fluidic Control Board for SeaPerch II	10.1109/OCEANSLimerick52467.2023.10244543
Clark JP,LaBelle E,Carrillo D,Yanco HA	Adjustable Platform for Exploring Soft Robotic Gripper Design	10.1109/ISEC57711.2023.10402156
Gonzalez V,Gonzalez P	¿Funciona? Impact of FIRST Robotics Programs on Minority Students	10.1109/FIE58773.2023.10343525
Nyagwencha J,Seals C	SMART Table: Virtual Environment for Teaching Mathematical Concepts - Continuum	10.23919/IST-Africa60249.2023.10187853
Garcia-Langley A,Alvarez I,Sarno M,Brancazio D,Bennett A,Triantafyllou MS	Sea Perch II: Educational Autonomous Underwater Vehicle for K-12+ Audiences	10.1109/OCEANSLimerick52467.2023.10244560
Vasconcelos V,Almeida R,Marques L,Bigotte E	Scratch4All Project - Educate for an All-inclusive Digital Society	10.23919/EAEIE55804.2023.10182189
Boltsi A,Kalovrektis K,Xenakis A,Chatzimisios P,Chaikalis C	Digital Tools, Technologies, and Learning Methodologies for Education 4.0 Frameworks: A STEM Oriented Survey	10.1109/ACCESS.2024.3355282
Demir F,Roels E,Terryn S,Vanderborcht B	An Engineering Outreach Activity: How to Develop a Tendon-Based Soft Robotic Finger?	
Mangina E,Psyrra G,Screpanti L,Scaradozzi D	Robotics in the Context of Primary and Preschool Education: A Scoping Review	10.1109/TLT.2023.3266631

### Resultado de la búsqueda en la base de datos ERIC:

Authors	Title	DOI
Williams K,Igel I,Poveda RL,Kapila V,Iskander M	Enriching K-12 science and mathematics education using LEGOs	
Liu A,Newsom J,Schunn C,Shoop R	Students learn programming faster through robotic simulation	
Lawanto O,Butler D,Cartier SC,Santoso HB,Goodridge W,Lawanto KN,Clark D	Pattern of Task Interpretation and Self-Regulated Learning Strategies of High School Students and College Freshmen during an Engineering Design Project	
Martin T,Berland M,Benton T,Smith CP	Learning programming with ipro: The effects of a mobile, social programming environment	
Yuen T,Yuen T,Boecking M,Stone J,Tiger EP,Gomez A,Guillen A,Arreguin A	Group Tasks, Activities, Dynamics, and Interactions in Collaborative Robotics..	
Chanjin Chung CJ, Cartwright C,Cole M	Assessing the Impact of an Autonomous Robotics Competition for STEM Education	



Mac Iver MA,Mac Iver DJ	"STEMming" the Swell of Absenteeism in Urban Middle Grade Schools: Impacts of a Summer Robotics Program	
Schuetze A,Claeys L,Flores BB,Sezech S	La Clase Mágica as a Community Based Expansive Learning Approach to STEM Education	
Barker BS,Nugent G,Grandgenett NF	Examining fidelity of program implementation in a STEM-oriented out-of-school setting	10.1007/s10798-013-9245-9
Sahin A,Ayar MC,Adjiguzel T	STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning	
Ayar MC	First-hand experience with engineering design and career interest in engineering: An informal STEM education case study	10.12738/estp.2015.6.0134
Christensen R,Knezek G,Tyler-Wood T	Alignment of hands-on STEM engagement activities with positive STEM dispositions in secondary school students	10.1007/s10956-015-9572-6
Yuan J,Kim C,Hill RB,Kim D	Robotics Integration for Learning with Technology	
Mosley P,Scollins L,Van P	Robotic Cooperative Learning Promotes Student STEM Interest	
Sullivan FR,Heffernan J	Robotic Construction Kits as Computational Manipulatives for Learning in the STEM Disciplines	
Leonard J,Buss A,Gamboa R,Mitchell M,Fashola OS,Hubert T,Almughyirah S	Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills	10.1007/s10956-016-9628-2
Witherspoon EB,Schunn CD,Higashi RM,Baehr EC	Gender, interest, and prior experience shape opportunities to learn programming in robotics competitions	10.1186/s40594-016-0052-1
McDonald CV	STEM Education: A Review of the Contribution of the Disciplines of Science, Technology, Engineering and Mathematics	
Sung W,Ahn J,Black JB	Introducing Computational Thinking to Young Learners: Practicing Computational Perspectives Through Embodiment in Mathematics Education	10.1007/s10758-017-9328-x
Byrne JR,O'Sullivan K,Sullivan K	An IoT and Wearable Technology Hackathon for Promoting Careers in Computer Science	10.1109/TE.2016.2626252
Jaipal-Jamani K,Angeli C	Effect of Robotics on Elementary Preservice Teachers' Self-Efficacy, Science Learning, and Computational Thinking	10.1007/s10956-016-9663-z
Elizabeth Casey J,Gill P,Pennington L,Mireles SV	Lines, roamers, and squares: Oh my! using floor robots to enhance Hispanic students' understanding of programming	10.1007/s10639-017-9677-z



Ioannou A, Makridou E	Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work	10.1007/s10639-018-9729-z
Conrad J, Polly D, Binns I, Algozzine B	Student Perceptions of a Summer Robotics Camp Experience	
Castro E, Cecchi F, Valente M, Buselli E, Salvini P, Dario P	Can educational robotics introduce young children to robotics and how can we measure it?	10.1111/jcal.12304
Barak M, Assal M	Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy—practice, problem solving, and projects	10.1007/s10798-016-9385-9
Coxon SV, Dohrman RL, Nadler DR	Children Using Robotics for Engineering, Science, Technology, and Math (CREST-M): The Development and Evaluation of an Engaging Math Curriculum	
Leonard J, Mitchell M, Barnes-Johnson J, Unertl A, Outka-Hill J, Robinson R, Hester-Croff C	Preparing Teachers to Engage Rural Students in Computational Thinking Through Robotics, Game Design, and Culturally Responsive Teaching	10.1177/0022487117732317
Kim JO, Kim J	Development and application of art based STEAM education program using educational robot	10.4018/IJMBL.2018070105
Kim CM, Yuan J, Kim D, Doshi P, Thai CN, Hill RB, Melias E	Studying the Usability of an Intervention to Promote Teachers' Use of Robotics in STEM Education	10.1177/0735633117738537
Kaloti-Hallak F, Armoni M, Ben-Ari M	The Effect of Robotics Activities on Learning the Engineering Design Process	
Cakir NK, Guven G	Arduino-Assisted Robotic and Coding Applications in Science Teaching: Pulsimeter Activity in Compliance with the 5E Learning Model	
Tsai MJ, Wang CY, Hsu PF	Developing the Computer Programming Self-Efficacy Scale for Computer Literacy Education	10.1177/0735633117746747
Baek Y, Wang S, Yang D, Ching YH, Swanson S, Chittoori B	Revisiting Second Graders' Robotics with an Understand/Use-Modify-Crete (U2MC) Strategy	10.20897/ejsteme/5772
Boakes NJ	Engaging Diverse Youth in Experiential STEM Learning: A University and High School District Partnership	
Wu T, Albion P	Investigating Remote Access Laboratories for Increasing Pre-Service Teachers' STEM Capabilities	
Diego-Mantecón JM, Arcera Ó, Blanco TF, Lavicza Z	An Engineering Technology Problem-Solving Approach for Modifying Student Mathematics-Related Beliefs: Building a Robot to Solve a Rubik's Cube	



Giang C, Piatti A, Mondada F	Heuristics for the Development and Evaluation of Educational Robotics Systems	10.1109/TE.2019.2912351
Ching YH, Yang D, Wang S, Baek Y, Swanson S, Chittoori B	Elementary School Student Development of STEM Attitudes and Perceived Learning in a STEM Integrated Robotics Curriculum	10.1007/s11528-019-00388-0
Yuan J, Kim C, Hill R, Kim D	Robotics Integration for Learning with Technology	
Cherniak S, Lee K, Cho E, Jung SE	Child-identified problems and their robotic solutions	10.1177/1476718X19860557
Luo W, Wei HR, Ritzhaupt AD, Huggins-Manley AC, Gardner-McCune C	Using the S-STEM Survey to Evaluate a Middle School Robotics Learning Environment: Validity Evidence in a Different Context	10.1007/s10956-019-09773-z
Knight VF, Wright J, Wilson K, Hooper A	Teaching Digital, Block-Based Coding of Robots to High School Students with Autism Spectrum Disorder and Challenging Behavior	10.1007/s10803-019-04033-w
Chapman A, Rodriguez FD, Pena C, Hinojosa E, Morales L, Del Bosque V, Tijerina Y, Tarawneh C	"Nothing is impossible": characteristics of Hispanic females participating in an informal STEM setting	10.1007/s11422-019-09947-6
Hennessy Elliott C	"Run It through Me." Positioning, Power, and Learning on a High School Robotics Team	
Bikar SS, Sharif S, Rathakrishnan B, Talin R	Students' Perceptions about the Use of Minimalist Robotic Games in Geography Education	10.33403/rigeo.739383
Hudson MA, Baek Y, Ching YH, Rice K	Using a Multifaceted Robotics-Based Intervention to Increase Student Interest in STEM Subjects and Careers	
Ching YH, Wang S, Yang D, Baek Y, Swanson S, Chittoori B	Elementary School Teachers' Professional Development through Facilitating an Integrated STEM Robotics Activity	
Chang CC, Chen Y	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	10.1007/s10956-020-09841-9
Newton KJ, Leonard J, Buss A, Wright CG, Barnes-Johnson J	Informal STEM: Learning with Robotics and Game Design in an Urban Context	

Michalek AM,Phalen L,Bobzien JL,Chen CH,Urbano M,Hartmann K,Okwara L,Gorrepati P,Deutsch S,Williams T	Using a STEM Activity to Improve Social Communication Interactions in Autism Spectrum Disorder	
Cervera N,Diago PD,Orcos L,Yáñez DF	The acquisition of computational thinking through mentoring: An exploratory study	10.3390/educsci10080202
Silva JB,Nardi Silva I,Bilessimo S	Technological Structure for Technology Integration in the Classroom, Inspired by the Maker Culture	
Moore TJ,Brophy SP,Tank KM,Lopez RD,Johnston AC,Hynes MM,Gajdzik E	Multiple Representations in Computational Thinking Tasks: A Clinical Study of Second-Grade Students	10.1007/s10956-020-09812-0
Essig RR,Elahi B,Hunter JL,Mohammadpour A,O'Connor KW	Future Girls of STEM Summer Camp Pilot: Teaching Girls about Engineering and Leadership Through Hands-On Activities and Mentorship	10.15695/jstem/v3i1.09
Bedar RW,Al-Shboul MA	The Effect of Using STEAM Approach on Motivation towards Learning among High School Students in Jordan	
Nemiro JE	Building Collaboration Skills in 4th- to 6th-Grade Students through Robotics	
Gallup J,Coffland D,Schultz K	Engaging Students in STEM Careers through the Mars Rover Challenge: Bridging Barriers through Multimodal Informal Learning	
Bezuidenhout HS	An early grade science, technology, engineering and mathematics dialogue reading programme: The development of a conceptual framework	10.4102/sajce.v11i1.1038
Hunter J,Fitzgerald T	STEAM Games Are Good for Learning: A Study of Teacher Professional Development in the Philippines	
Zhang Y,Luo R,Zhu Y,Yin Y	Educational Robots Improve K-12 Students' Computational Thinking and STEM Attitudes: Systematic Review	10.1177/0735633121994070
Casey JE,Pennington LK,Lopez D	Increasing hispanic students' awareness and use of floor-robots through structured activities	10.30935/cedtech/8706
Rahman SM	Assessing and benchmarking learning outcomes of robotics-enabled stem education	10.3390/educsci1020084
Bampasidis G,Piperidis D,Papakonstantinou VC,Stathopoulos D,Troumpetari C,Poutos P	Hydrobots, an Underwater Robotics STEM Project: Introduction of Engineering Design Process in Secondary Education	





Kim YR, Park MS, Tjoe H	Discovering Concepts of Geometry through Robotics Coding Activities	
Harper F, Stumbo Z, Kim N	When Robots Invade the Neighborhood: Learning to Teach PreK-5 Mathematics Leveraging Both Technology and Community Knowledge	
García-Carrillo C, Greca IM, Fernández-Hawrylak M	Teacher perspectives on teaching the stem approach to educational coding and robotics in primary education	10.3390/educsci11020064
Stewart WH, Baek Y, Kwid G, Taylor K	Exploring Factors That Influence Computational Thinking Skills in Elementary Students' Collaborative Robotics	10.1177/0735633121992479
Wright JC, Knight VF, Barton EE, Edwards-Bowyer M	Video Prompting to Teach Robotics and Coding to Middle School Students With Autism Spectrum Disorder	10.1177/0162643419890249
Copp DA, Isaacs JT, Hespanha JP	Programming, Robotics, and Control for High School Students	
Tsai MJ, Wang CY, Wu AH, Hsiao CY	The Development and Validation of the Robotics Learning Self-Efficacy Scale (RLSES)	10.1177/0735633121992594
Yuan J, Kim C, Vasconcelos L, Shin MY, Gleasman C, Umutlu D	Preservice Elementary Teachers' Engineering Design during a Robotics Project	
Chang CC, Chen Y	Using Mastery Learning Theory to Develop Task-Centered Hands-On STEM Learning of Arduino-Based Educational Robotics: Psychomotor Performance and Perception by a Convergent Parallel Mixed Method	
Graffin M, Sheffield R, Koul R	'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	
Bernstein D, Puttick G, Wendell K, Shaw F, Danahy E, Cassidy M	Designing biomimetic robots: iterative development of an integrated technology design curriculum	10.1007/s11423-021-10061-0
Plangg S, Fuchs KJ	A Gender-Related Analysis of a Robots' Math Class	
Francis K, Rothschild S, Poscente D, Davis B	Malleability of Spatial Reasoning With Short-Term and Long-Term Robotics Interventions	10.1007/s10758-021-09520-7
Cassidy M, Puttick G	"Because Subjects Don't Exist in a Bubble": Middle School Teachers Enacting an Interdisciplinary Curriculum	10.1007/s10956-021-09951-y



Darmody K,Booth J,O'Toole F,Alcala A,Bleach J,Stynes P,Pathak P	A STEM Family E-Learning Framework to Increase Family Engagement in Disadvantaged Communities	
Guyen G,Kozcu Cakir N,Sulun Y,Cetin G,Guyen E	Arduino-Assisted Robotics Coding Applications Integrated into the SE Learning Model in Science Teaching	
Mitchell A,Lott KH,Tofel-Grehl C	Cookie-Jar Alarms: An Analysis of First-Grade Students' Gendered Conceptions of Engineers following a Programming Design Task	10.3390/educsci12020110
Yoel SR,Dori YJ	FIRST High-School Students and FIRST Graduates: STEM Exposure and Career Choices	10.1109/TE.2021.3104268
Herro D,Quigley C,Plank H,Abimbade O,Owens A	Instructional Practices Promoting Computational Thinking in STEAM Elementary Classrooms	
Kılıç S	Tendencies towards Computational Thinking: A Content Analysis Study	10.17275/per.22.115.9.5
Yepes I,Barone DA,Porciuncula CM	Use of Drones as Pedagogical Technology in STEM Disciplines	
Demirbilek M	IT and Technology & Design Teachers Views on Utilizing Robots in Instruction	
Larkin K,Lowrie T	Teaching Approaches for STEM Integration in Pre- and Primary School: a Systematic Qualitative Literature Review	10.1007/s10763-023-10362-1
Caspi A,Gorsky P,Nitzani-Hendel R,Shildhouse B	STEM-Oriented Primary School Children: Participation in Informal STEM Programmes and Career Aspirations	
El-Hamamsy L,Bruno B,Audrin C,Chevalier M,Avry S,Zufferey JD,Mondada F	Correction: How are primary school computer science curricular reforms contributing to equity? Impact on student learning, perception of the discipline, and gender gaps (International Journal of STEM Education, (2023), 10, 1, (60), 10.1186/s40594-023-0043	10.1186/s40594-023-00456-1
Casler-Failing SL,Swann LC	Developing Proportional Reasoning via LEGO Robotics: Experiences of a 7th Grade Mathematics Class	
Shin M,Ok MW,Choo S,Hossain G,Bryant DP,Kang E	A content analysis of research on technology use for teaching mathematics to students with disabilities: word networks and topic modeling	10.1186/s40594-023-00414-x
Darmawansah D,Hwang GJ,Chen MR,Liang JC	Trends and research foci of robotics-based STEM education: a systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model	10.1186/s40594-023-00400-3
Chen TI,Lin SK,Chung HC	Gamified Educational Robots Lead an Increase in Motivation and Creativity in STEM Education	



Gkiolnta E,Zygopoulou M,Syriopoulou-Delli CK	Robot Programming for a Child with Autism Spectrum Disorder: A Pilot Study	
Sun L,Zhou D	Effective instruction conditions for educational robotics to develop programming ability of K-12 students: A meta-analysis	10.1111/jcal.12750
de Vink IC,Tolboom JL,van Beekum O	Exploring the Effects of Near-Peer Teaching in Robotics Education: The Role of STEM Attitudes	
Akkoyun N,Altun Yalcin S,Cakir Z,Yalcin P	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	
Stokes A,Aurini J,Rizk J,Gorbet R	Using Robotics to Support the Acquisition of STEM and 21st-Century Competencies: Promising (and Practical) Directions	
Mallik A,Liu D,Kapila V	Analyzing the outcomes of a robotics workshop on the self-efficacy, familiarity, and content knowledge of participants and examining their designs for end-of-year robotics contests	10.1007/s10639-022-11400-1
Hennessy Elliott C,Alcantara K,Brito Y,Dua P	Sociopolitical solidarity in STEM education: youth-centered relationships that resist learning as just achievement data	10.1007/s11422-023-10161-8
Ortega-Ruipérez B,Alcalde ML	Teachers' Perception about the Difficulty and Use of Programming and Robotics in the Classroom	
Zhong B,Liu X,Huang Y	Effects of Pair Learning on Girls' Learning Performance in Robotics Education	10.1177/07356331221092660
Chien YH,Liu CY,Chan SC,Chang YS	Engineering design learning for high school and college first-year students in a STEM battlebot design project	10.1186/s40594-023-00403-0
Nikolopoulou K	STEM Activities for Children Aged 4-7 Years: Teachers' Practices and Views	
Gurkez S,Korucu AT	Robotic Coding Education of Middle School Students Cognitive Skills Awareness and Its Effect on Responsibility for Learning: Abilix Krypton 7 Example	
Chiang FK,Tang Z,Zhu D,Bao X	Gender Disparity in STEM Education: A Survey Research on Girl Participants in World Robot Olympiad	
Yang Q,Hong JC,Gu J	A Delphi Consensus Checklist for Assessing Arts Design: A Case for Miniature Robots in a STEAM Contest	



Demir F, Roels E, Terryn S, Vanderborght B

An Engineering Outreach Activity: How to Develop a Tendon-Based Soft Robotic Finger?

