

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**REVISIÓN
SISTEMÁTICA SOBRE
ROBÓTICA
EDUCATIVA Y
ROBOTS**

Estudiante: Ana M^a Martí Navarro
Especialidad: Tecnología
Tutor/a: José María Sabater Navarro
Curso académico: 2023-24

ÍNDICE

Resumen y palabras clave	3
1. Introducción	4
2. Método	9
3. Resultados	13
4. Discusión y conclusiones	20
5. Referencias	25
6. Apéndices	35



Resumen y palabras clave

Este estudio examina sistemáticamente la robótica y los robots educativos (ERR por su siglas en inglés) con dos propósitos. (1) Clasificar la investigación sobre la ERR para identificar las tendencias y las brechas de la investigación, (2) Resumir los hallazgos experimentales relacionados con la ERR e interpretarlos de acuerdo con las afirmaciones de la literatura. En este estudio se ha empleado un método mixto que combina el mapeo sistemático y la revisión sistemática. Se han analizado mediante un proceso de mapeo sistemático noventa y tres artículos publicados en revistas indexadas en el Social Sciences Citation Index (SSCI) y que cumplieron con los criterios especificados. Los resultados mostraron que 40 de los 93 artículos no incluían ninguna teoría del aprendizaje. Treinta y dos estudios experimentales fueron analizados en el ámbito de la revisión sistemática. Se resumen los hallazgos empíricos que respaldan algunas de las afirmaciones sobre la ERR y se revelan las lagunas de investigación en las afirmaciones que deben ser respaldadas por enfoques teóricos y pedagógicos.

PALABRAS CLAVE: Robótica educativa; robots educativos; mapeo sistemático; revisión sistemática

ABSTRACT

This study, which systematically examines educational robotics and robots (ERR), has two purposes. (1) Classifying the research on the ERR to identify research trends and gaps, (2) Summarizing the experimental findings related to ERR and to interpret them according to the claims in the literature. A mixed method combining systematic mapping and systematic review were used in the study. Ninety-three articles published in Social Sciences Citation Index (SSCI) indexed journals and meeting the specified criteria were analyzed using a systematic mapping process. The results showed that 40 out of 93 articles did not include any learning theory. Thirty-two experimental studies were analyzed within the scope of the systematic review. The empirical findings supporting some of the claims about ERR are summarized and the research gaps in the claims that need to be supported by theoretical and pedagogical approaches are revealed.

KEYWORDS: Educational robotics; educational robots; systematic mapping; systematic review

1. Introducción

La robótica y los robots educativos (ERR) han demostrado ser herramientas de aprendizaje innovadoras que pueden transformar la educación y apoyar a los estudiantes en muchos contextos de aprendizaje (Evrpidou et al., 2020) considerándose ya una parte fundamental de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) (Sophokleous et al., 2021) y una herramienta educativa interdisciplinaria (Kubilinskiene et al., 2017). Se utiliza a menudo para introducir a los estudiantes en los conceptos de ingeniería (Okita, 2014) y fomentar las prácticas interdisciplinarias y el desarrollo profesional de los estudiantes. Pero recientemente ha aumentado y se ha extendido su aplicación en contextos K-12 y universitarios como aplicaciones y herramientas impulsadas por tecnologías de inteligencia artificial (Chen et al., 2020a) ya que proporciona un contexto educativo popular para integrar las aplicaciones de la IA en la educación (Chen et al., 2020b) y nuevas oportunidades para aplicarla al diseño de la enseñanza y el aprendizaje (Hwang et al., 2020). Además, este diferencial se vio afectado por factores económicos y tecnológicos factores que incluyen el fomento de una fuerza laboral con habilidades informáticas (Chen et al., 2017).

El uso de ERR en entornos educativos tiene muchas potencialidades. La robótica educativa apoya el desarrollo de muchas habilidades, como la resolución de problemas, la autoeficacia, el pensamiento computacional, la creatividad, la motivación y la cooperación (Evrpidou et al., 2020). Su integración en los procesos de aprendizaje y enseñanza contribuye en la educación de los estudiantes que no muestran un interés inmediato en las disciplinas académicas relacionadas con la ciencia o la tecnología (Anwar et al., 2019). Pero también permite su uso en otras áreas, como el desarrollo de habilidades sociopsicológicas y el aprendizaje de lenguas extranjeras para estudiantes con problemas de aprendizaje, por ejemplo a través de la manipulación de objetos y el uso de gestos (van den Berghe et al., 2019). Sin embargo, también existen preocupaciones en la literatura con respecto al potencial de la ERR. Alimisis (2009) informó que se critica la falta de investigación cuantitativa sobre cómo la robótica puede mejorar los resultados del aprendizaje. Además, se sugiere que se respondan preguntas sobre los importantes usos y propósitos de la ERR en la educación (Cheng et al., 2018) y se afirma que el papel de la robótica en el desarrollo del pensamiento computacional no permite asociar los supuestos teóricos con la práctica (Ioannou y Makridu, 2018).

En las críticas relacionadas con los estudios en el campo de las tecnologías de la enseñanza se plantean dos cuestiones. Una de ellas es que la mayoría de los estudios en el campo de las tecnologías instruccionales no se basan en teorías del aprendizaje y la segunda es que la razón de la diferencia en los estudios comparativos se centra en el método o proceso de intervención más que en discutir el mecanismo teórico (Hew et al., 2019). Pero al margen de estas cuestiones situadas en el contexto de la educación, lo cierto es que la mayoría de los estudiantes no utilizan la tecnología para lograr la educación y la producción (Gallardo-Echenique et al., 2015; Luckin et al., 2009; Usluel y Atal, 2013). La mayoría de los estudiantes utilizan las TIC en sus ratos libres y no con fines de aprendizaje (Hinojosa et al., 2014; Thomson, 2013; Wang et al., 2014; Yuen et al., 2016). Por otro lado, el uso cotidiano de la tecnología puede verse limitado en tareas que requieren habilidades de síntesis y evaluación crítica (Lai y Hong, 2015). Frente a todo ello, en el mundo se está explorando la posibilidad de que los

estudiantes sean productores en lugar de consumidores de contenidos, convirtiendo a la robótica educativa y los robots (ERR) en una solución para el uso productivo y creativo de la tecnología.

Desde estos puntos de vista, esta revisión tratará de hacer una comparación de la medida en que las afirmaciones sobre el potencial de la ERR están respaldadas por estudios experimentales centrados en sus usos y los marcos teóricos en los que se aplican. Así, la intención del estudio es mantener una proyección para futuras investigaciones.

1.1 Robótica educativa y robots

En este estudio, la ERR se discute bajo dos conceptos: robótica educativa y robots educativos. La razón principal por la que se aborda bajo dos epígrafes puede explicarse con las metáforas de "caja negra" y "caja blanca" (Kynigos, 2004). Según estas metáforas, los robots primero se prefabrican y programan para luego presentarse al usuario como una herramienta, que se denomina "caja negra"; pero por otro lado, la robótica permite al usuario crearlos y programarlos, lo que se denomina "caja blanca" (Ali-misis, 2009).

Los robots educativos se definen como máquinas programadas para realizar diferentes tareas, diseñadas con diversas piezas, trabajando con operarios o de forma autónoma (American Robotic Institute, 1979). Pueden tener forma de humanos, animales o vehículos de diferentes formas y tamaños. En cambio, la robótica educativa se presenta como una herramienta de enseñanza/aprendizaje que anima a los estudiantes a operar sus modelos utilizando lenguajes de programación gráficos o textuales y les permite utilizar habilidades de resolución de problemas en este proceso (Alimisis, 2009). Es decir, en las actividades de robótica educativa existe un proceso en el que el robot se construye y programa conforme a un modelo diseñado por el estudiante utilizando varios kits como bloques, motor, sensor y microcontrolador, mientras que el robot se presenta al alumno preprogramado.

Han surgido muchas afirmaciones sobre por qué la robótica y los robots deben utilizarse en entornos educativos y para responderlas se ha examinado la ERR bajo cuatro puntos de vista:

Alegación 1. La robótica educativa promueve habilidades de pensamiento de orden superior

Los estudios han afirmado que la robótica educativa puede beneficiarse del desarrollo de habilidades de pensamiento de alto orden, como el pensamiento profundo y la resolución de problemas individuales y colaborativos. En este contexto, la robótica ofrece una forma concreta para que los alumnos entiendan conceptos abstractos (Chambers et al., 2008; Hadjiachilleos et al., 2013; Kazakoss & Bers, 2014) a la vez que puede colaborar en procesos de resolución de problemas (Taylor y Baek, 2018), o el pensamiento computacional (Chen et al., 2017; Saritepeci y Durak, 2017) y mejorar habilidades de pensamiento de orden superior (Atmatzidou et al., 2018). Además, las actividades de robótica educativa proporcionan un contexto adecuado para la resolución de problemas y el aprendizaje profundo (Gomoll et al., 2017), el razonamiento analógico y la práctica de actividades de modelado (Cuperman y Verner, 2019).

Alegación 2. Los robots educativos mejoran las habilidades sociales de los alumnos

Se afirma que la interacción de los estudiantes con el robot educativo contribuye al desarrollo de habilidades sociales, por ello los robots podrían ser considerados actores sociales (Chin et al., 2014). Los alumnos pueden interactuar socialmente con un robot humanoide, un robot social o un robot compañero (Crompton et al., 2018; Fridin y Belokopytov, 2014; Han et al., 2015). Un robot compañero bajo control puede proporcionar confianza en sí mismo en la interacción social (Mazzoni y Benvenuti, 2015) y ampliar sus interacciones sociales (Hsiao et al., 2015).

Alegación 3. La robótica educativa y los robots apoyan las características afectivas de los estudiantes

Con respecto a la robótica educativa, Mitnik et al. (2009a), refiriéndose a Piaget (1981), afirmaron que un elemento físico en el entorno de aprendizaje en lugar de un objeto virtual genera vínculos más fuertes y afectivos. Otros casos en los que la robótica educativa se ha relacionado con vínculos afectivos son el aumento del interés de los estudiantes por las STEM (Gomoll et al., 2016; Jaipal-Jamani y Angeli, 2017) y su carrera STEM (Dolenc et al., 2016), que los alumnos prefieren el carácter físico y muestran un compromiso más profundo con los robots (Chang et al., 2010a), personas que sufren ansiedad por su desempeño en el aprendizaje de inglés pueden hablar con compañeros robots (Iio et al., 2019), puede aumentar el interés y la motivación de los estudiantes en inglés (Lee et al., 2011) y la lectura (Hsiao et al., 2015).

Alegación 4. La robótica educativa y los robots contribuyen al rendimiento del aprendizaje

Otra afirmación en la literatura sobre robótica educativa y robots es que mejoran el rendimiento de aprendizaje de los estudiantes en algunas materias tales como las disciplinas STEM (Kim et al., 2015; Sullivan y Bers, 2018; Taylor y Baek, 2018); alfabetización científica (Sullivan, 2008), lógica y matemáticas (Kazakoff & Bers, 2014) mejoran en general el aprendizaje y ayudan a los estudiantes (Wei y Hung, 2011) pueden ser beneficiosos en la enseñanza de lenguas extranjeras (Chang et al., 2010b; Chen et al., 2011; Wang et al., 2013; Wu et al., 2015).

Cabe destacar que las afirmaciones sobre la robótica y los robots a veces se cruzan y, en algunos casos, son diferentes. Por ejemplo, las discusiones sobre la promoción de habilidades de pensamiento de alto orden se plantean para la robótica, mientras que el desarrollo de habilidades sociales se enfatiza para los robots. Por el contrario, las discusiones sobre el apoyo al desarrollo de una característica afectiva y la contribución al desempeño del aprendizaje se plantean para ambos.

1.2 Estudios de revisión previos

Con la diversificación y el aumento de las investigaciones de ERR, comenzaron a llevarse a cabo investigaciones de revisión con diferentes enfoques. Existen revisiones sobre el potencial de la ERR en la educación STEM (Çetin & Demirci, 2020; Pedersen et al., 2021; Sapounidis y Alimisis, 2020), revisiones sobre el papel de la inteligencia artificial y la robótica educativa en el proceso de aprendizaje (Cox, 2021), estudios de revisión sistemática se han centrado en el uso específico de ERR (Anwar et al., 2019; Benitti, 2012; Spolaôr y Benitti, 2017; Toh et al., 2016; van de Berghe et al., 2019; Xia y Zhong, 2018). La Tabla 1 representa estos estudios cronológicamente con explicaciones sobre su propósito y alcance.

A pesar de que los estudios previos de revisión sistemática contribuyen a la comprensión de la ERR, hay que informar de algunas limitaciones. En primer lugar, los estudios de revisión anteriores se han

centrado solo en uno de los roles de la ERR, como la robótica (es decir, Anwar et al., 2019; Benitti, 2012; Xia & Zhong, 2018) o robots (van den Berghe et al., 2019). Sin embargo, como se dijo en la introducción, incluso usándolo para diferentes fines educativos, es necesario abordar los robots y la robótica de manera holística. Se ha realizado un estudio de revisión previo considerando dos formas de uso, robot y robótica (Toh et al., 2016), pero se limita únicamente al jardín de infantes. En este contexto, existe un vacío en la literatura con respecto a un Estudio de mapeo sistemático que trate sobre robótica y robots. En cuanto a los estudios de revisión sistemática de la literatura (SLR), Benitti (2012) examinó diez estudios sobre el uso de la robótica como herramienta en la enseñanza de una asignatura, pero se centró en los estudios experimentales resumiendo los hallazgos sobre la efectividad de la robótica y sin realizar ningún análisis de acuerdo con los marcos teóricos en los que se basan los estudios. Xia y Zhong (2018), revisaron 22 estudios experimentales sobre el conocimiento del contenido de la robótica, pero tiene limitaciones como la selección de participantes con el enfoque de bola de nieve e incluir solo estudios experimentales. En consecuencia, se observa que es necesario realizar un estudio de revisión más exhaustivo sobre el potencial de la ERR.

Tabla 1

Referencia	Objeto del estudio	Robotica/ robots	Grupos estudiado	nº
Benitti (2012)	Revisión de la efectividad en el uso de robótica como herramienta en el aprendizaje de una asignatura	Robotica	K12	10
Toh et al. (2016)	Formas en las que los robots pueden ayudar a los niños pequeños a desarrollar habilidades	Robotica y Robots	Ed. Infantil	27
Spoalor and Beniti (2017)	Revisión de temas y teorías del aprendizaje impartidos a través de la robótica educativa en la universidad	Robotica	Universidad	15
Xia and Zhong (2018)	Revisión de enfoques de intervención que son efectivos en el aprendizaje y la enseñanza de conocimientos sobre contenidos de robótica	Robotica	K12	22
Anwar et al. (2018)	Clasificación de los estudios relevantes de la robótica educativa según su contribución al aumento de las capacidades de los estudiantes considerando mecanismos psicológicos, organizacionales y culturales.	Robotica	K12	147
van der Berghe et al (2019)	Revisión de las posibilidades y limitaciones actuales del uso del aprendizaje de idiomas asistido por robot (RALL) para el aprendizaje de la primera y segunda lengua.	Robots	Sin restricción de edad	32

(K-12: fase de escolarización pública, hasta los 18 años en EEUU)

1.3 Propósito del estudio

Este estudio tiene dos propósitos. El primero es identificar tendencias y brechas en la literatura abordando de manera integral cómo se utilizan los robots y la robótica en la educación, clasificando la investigación y describiendo su distribución. El segundo objetivo es resumir los hallazgos experimentales relacionados con la ERR e interpretarlos de acuerdo con las afirmaciones de la literatura. Con ello, se pueden identificar las tendencias futuras de la investigación discriminando las

afirmaciones que necesitan apoyo empírico y obtener conclusiones con respecto a las consideraciones para investigadores y profesionales.

En consecuencia, se formularon cuatro preguntas de investigación para la revisión: las tres primeras se examinarán con mapeo sistemático (SM) y la cuarta pregunta con el enfoque de revisión sistemática (SLR). Las preguntas de investigación son las siguientes:

(PI1): ¿Cuáles son las tendencias de investigación en ERR en términos de sus problemas de investigación y demografía?

(PI2): ¿En qué modelos teóricos se basan los estudios?

(PI3): ¿Cómo y de qué manera se utilizan las RER en la investigación?

(PI4): ¿Cuáles son los hallazgos experimentales sobre la ERR?



2. Método

El SM y el SLR, también conocidos como investigación secundaria, son enfoques que investigan, revisan, clasifican o sintetizan estudios previos. Mientras que los estudios de SM se centran en la clasificación de artículos relacionados con el campo de investigación, los enfoques de SLR se centran en el proceso de revisión centrándose en preguntas de investigación específicas. Un estudio de SM es un inventario de artículos emparejados con una clasificación en el área temática (Wieringa et al., 2005). Por otro lado, los estudios de SLR sintetizan los resultados de los estudios para ser relevantes a las preguntas de investigación (Budgen et al., 2018). En este estudio se utilizó un método mixto que combina el mapeo sistemático (SM) y la revisión sistemática (SLR).

2.1 Proceso de investigación

La investigación se realizó mediante el Social Science Citation Index (SSCI) para acceder a los artículos de alta calidad. Se escanearon 3400 revistas en 58 disciplinas diferentes de las ciencias sociales; para seleccionar estas revistas se utilizaron 24 criterios de calidad y cuatro de impacto (Clarivate Analytics, 2020). Se utilizó una búsqueda temática empleando dos grupos de palabras clave:

- (a) relacionadas con el proceso de aprendizaje y enseñanza
- (b) relacionadas con los robots y la robótica.

El operador OR se utilizó entre los sinónimos y significados cercanos de estas palabras y el operador AND para asociar los dos grupos de palabras clave. Dado que este estudio tratará de clasificar los estudios relacionados con la ERR, se incluyeron en la revisión los artículos que informan sobre los métodos y los hallazgos. En este sentido, considerando la posibilidad de no llegar a las secciones de los capítulos de libros y publicaciones de congresos, se formuló la cadena de búsqueda para devolver registros en tipo artículo. Como resultado, se utilizó la siguiente línea de investigación:

```
((TS = ((teach * OR learn * OR education * OR instruction OR course OR student OR child *) AND (robot * OR Lego))) AND LANGUAGE: (English) AND DOCUMENT TYPES: (Article) Timespan: All years. Indexes: SSCI.
```

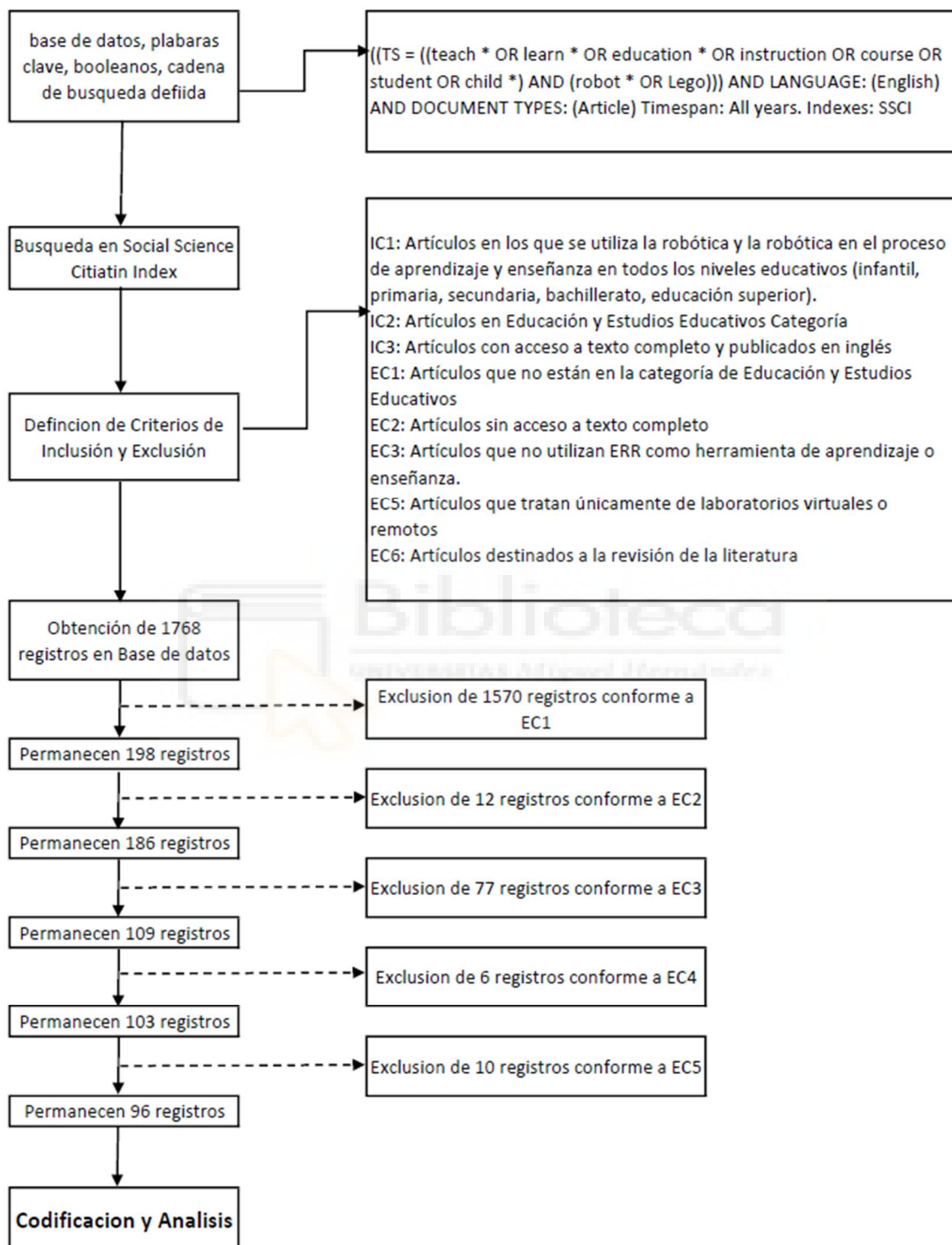
2.2 Selección de estudios

En el proceso de selección de los estudios, se especificaron los siguientes Criterios de Inclusión (CI) y Criterios de Exclusión (CE) para evaluar los registros recuperados:

- IC1: Artículos en los que se utiliza la robótica y la robótica en el proceso de aprendizaje y enseñanza en todos los niveles educativos (infantil, primaria, secundaria, bachillerato, educación superior).
- IC2: Artículos en Educación y Estudios Educativos Categoría
- IC3: Artículos con acceso a texto completo y publicados en inglés
- EC1: Artículos que no están en la categoría de Educación y Estudios Educativos
- EC2: Artículos sin acceso a texto completo
- EC3: Artículos que no utilizan ERR como herramienta de aprendizaje o enseñanza.
- EC4: Artículos que tratan únicamente de laboratorios virtuales o remotos
- EC5: Artículos destinados a la revisión de la literatura.

Una vez determinada la cadena de búsqueda y los criterios de inclusión/exclusión, la búsqueda se realizó en Abril de 2024. Los pasos seguidos en la selección del estudio se presentan en la Figura 1.

Figura 1



Como se observa en la Figura 1, se accedió a un total de 1768 registros como resultado de la primera búsqueda. Entre estos registros, se excluyeron 1570 registros porque no están clasificados en Educación y Estudios Educativos (EC1). De los 198 artículos restantes se fueron haciendo sucesivas exclusiones al aplicar el resto de Criterios de exclusión: 12 fueron

excluidos de acuerdo con el EC2, ya que no tenían acceso al texto completo; 77 artículos no fueron incluidos de acuerdo con la EC3, ya que se estableció que la ERR no se utilizó en los procesos de aprendizaje y enseñanza; 6 artículos se excluyeron porque se centraron en laboratorios remotos o virtuales (EC4) y 10 artículos se excluyeron de acuerdo con la CE5, ya que la revisión de la literatura no abordó la revisión sistemática, el análisis de necesidades, la propuesta de marco curricular o las aplicaciones pedagógicas. Como resultado del proceso de búsqueda se obtuvieron 93 artículos que se sometieron a revisión.

2.3 Codificación y análisis

Para cada pregunta de investigación se seleccionaron las características que debían ser codificadas en los artículos. De acuerdo con las preguntas de investigación, se definieron 16 características. En la selección de estas características se utilizaron esquemas de codificación en estudios de revisión previos.

Para ello, se examinaron los componentes del modelo de aprendizaje tecnológico para aulas invertidas desarrollado por Lin y Hwang (2019). Este modelo consta de seis componentes: (a) Participantes, (b) Cuestiones de investigación, (c) Estrategias de aprendizaje, (d) Tecnologías y entornos de aprendizaje adoptados, (e) Dominios de aplicación u objetivos de aprendizaje, (f) Métodos de investigación. Los seis componentes, excluyendo los métodos de investigación en este marco, se utilizaron después de realizar ajustes y adaptaciones de acuerdo con la ERR en el presente estudio. Además, se decidió codificar teorías de aprendizaje además de estrategias de aprendizaje. Por último, se han descrito las características que se han añadido al marco de codificación. Como resultado, se identificaron siete componentes para el marco de codificación cuyas características se definen a continuación:

- **Demografía:** Metadatos que contienen el año del artículo, la revista publicada y las palabras clave utilizadas.
- **Participantes:** Los grupos de estudio se clasificaron en educación infantil, estudiantes de primaria, estudiantes de secundaria, estudiantes de secundaria, pregrado/posgrado y mixtos. Además, los maestros y los padres se han agregado al esquema de codificación, ya que son partes interesadas importantes.
- **Temas de investigación:** Se estudiaron los enfoques de clasificación en la literatura para determinar los temas de investigación del estudio (Lin y Hwang, 2019; Petersen et al., 2015; Wieringa et al., 2005). Sin embargo, ha surgido la necesidad de un nuevo sistema de clasificación para las cuestiones de investigación relacionadas con el ERR generando diferentes categorías que organizara los estudios relacionados con la ERR. Para ello, en primer lugar se extrajo las frases de los artículos con el propósito previsto y se procesaron en la hoja de cálculo, y luego se creó la lista de categorías leyendo todo el artículo. Tras varias revisiones se establecieron los nombres y alcances de las categorías. Como resultado, se definieron 11 categorías de investigación: intervención, exploración, opinión y percepción, diseño y desarrollo, interacción, difusión y adopción, desarrollo profesional, comparación de grupos, progresión, predicción y desarrollo de instrumentos.

- **Modelos teóricos y estrategias de aprendizaje:** La clasificación relacionada con el marco teórico consistió en 10 categorías: constructivismo, construccionismo, aprendizaje experiencial, autoaprendizaje, aprendizaje dirigido, aprendizaje situado, teoría de la autodeterminación, teoría de la actividad, aprendizaje auténtico, teorías de la adopción y la aceptación, y otras.
- **Tecnologías y entornos de aprendizaje adoptados:** Los estudios sobre ERR se clasifican principalmente como robots y robótica. Los estudios en los que se utiliza el robot se clasifican como tutor y compañía de aprendizaje de acuerdo con el marco propuesto por Mubin et al. (2013). Los estudios que utilizan robótica se clasifican en cuatro epígrafes: (a) enseñanza de conceptos básicos de robótica, (b) problemas estructurados, (c) problemas mal estructurados, (d) integración de la robótica en el área temática.
- **Dominio de aplicación:** La distribución de ERR por área temática se divide en ocho: (a) inglés, (b) ciencias, (c) matemáticas, (d) programación, (e) educación especial, (f) arte, (g) otros, (h) no definido.
- **Estudios experimentales:** El estudio de Benitti (2012) se basó en la selección de características a codificar para estudios experimentales. Se extrajo la intervención del estudio (variable independiente), el modelo experimental, el análisis de los datos, los instrumentos de recolección de datos, la variable dependiente y los hallazgos.

El proceso de codificación y análisis se llevó a cabo de forma iterativa. En primer lugar, se extrajeron algunos artículos para llegar a un entendimiento común de las opciones de clasificación de la codificación. Más tarde, se agregaron notas explicativas sobre cómo codificar a la hoja de cálculo. De esta manera, se trató de minimizar la amenaza de validez descriptiva asegurando la objetividad del formulario. Se revisaron las clasificaciones que permanecían inciertas y los artículos fueron analizados retrospectivamente actualizando sucesivamente la hoja de cálculo hasta completar la codificación.

3. Resultados

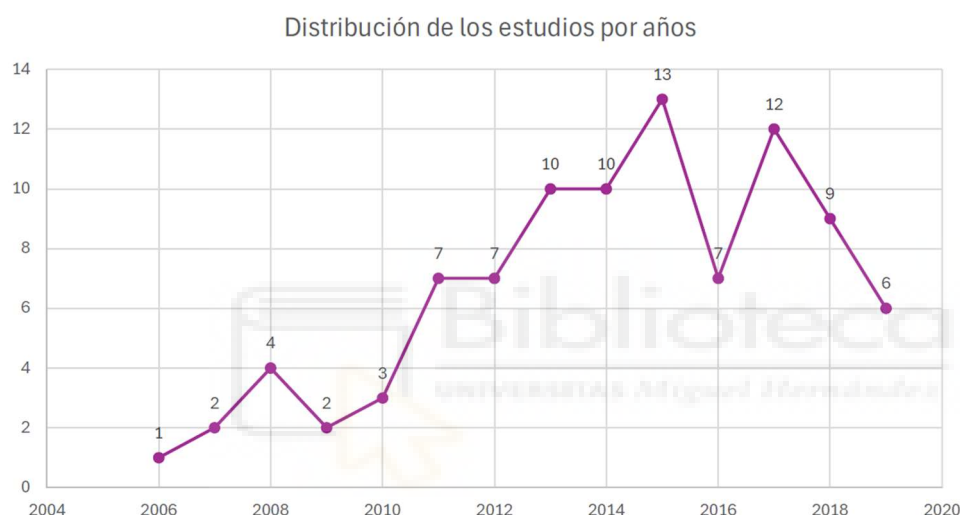
3.1 ¿Cuáles son las tendencias de investigación de ERR en términos de sus problemas de investigación y demografía?

Demografía

En esta sección se presentaron las características demográficas, los objetivos de investigación y las categorías del grupo de estudio. La distribución de los artículos por años se muestra en la Figura 2.

De acuerdo con la Figura 2, solo siete de los 93 estudios seleccionados para la revisión se publicaron antes de 2008.

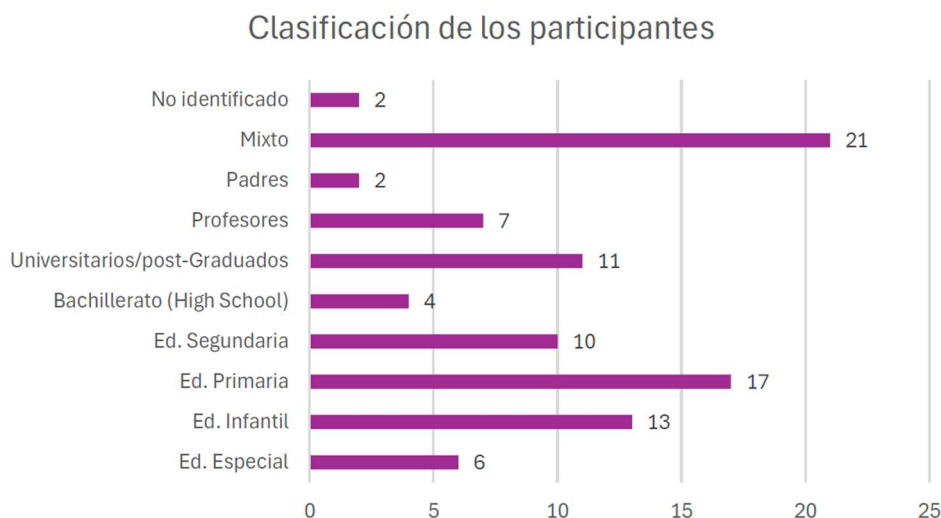
Figura2



Participantes

La distribución de los artículos por grupos participantes se muestra en la Figura 3.

Figura3



De acuerdo con la Figura 3, los estudios se realizaron con estudiantes de educación especial, educación infantil, primaria, secundaria, bachillerato (High School en la clasificación educativa

norteamericana), universitarios, docentes y padres de familia. El grupo de estudio no se especificó en dos estudios porque se trataba de una investigación de diseño y desarrollo. Los estudios se realizaron principalmente con grupos mixtos (N = 21). Además, los estudios realizados en primaria (N = 17) y jardín de infantes (N = 13) fueron altos frente al grupo de estudiantes de secundaria, que fue relativamente bajo (N = 4).

Cuestiones de investigación

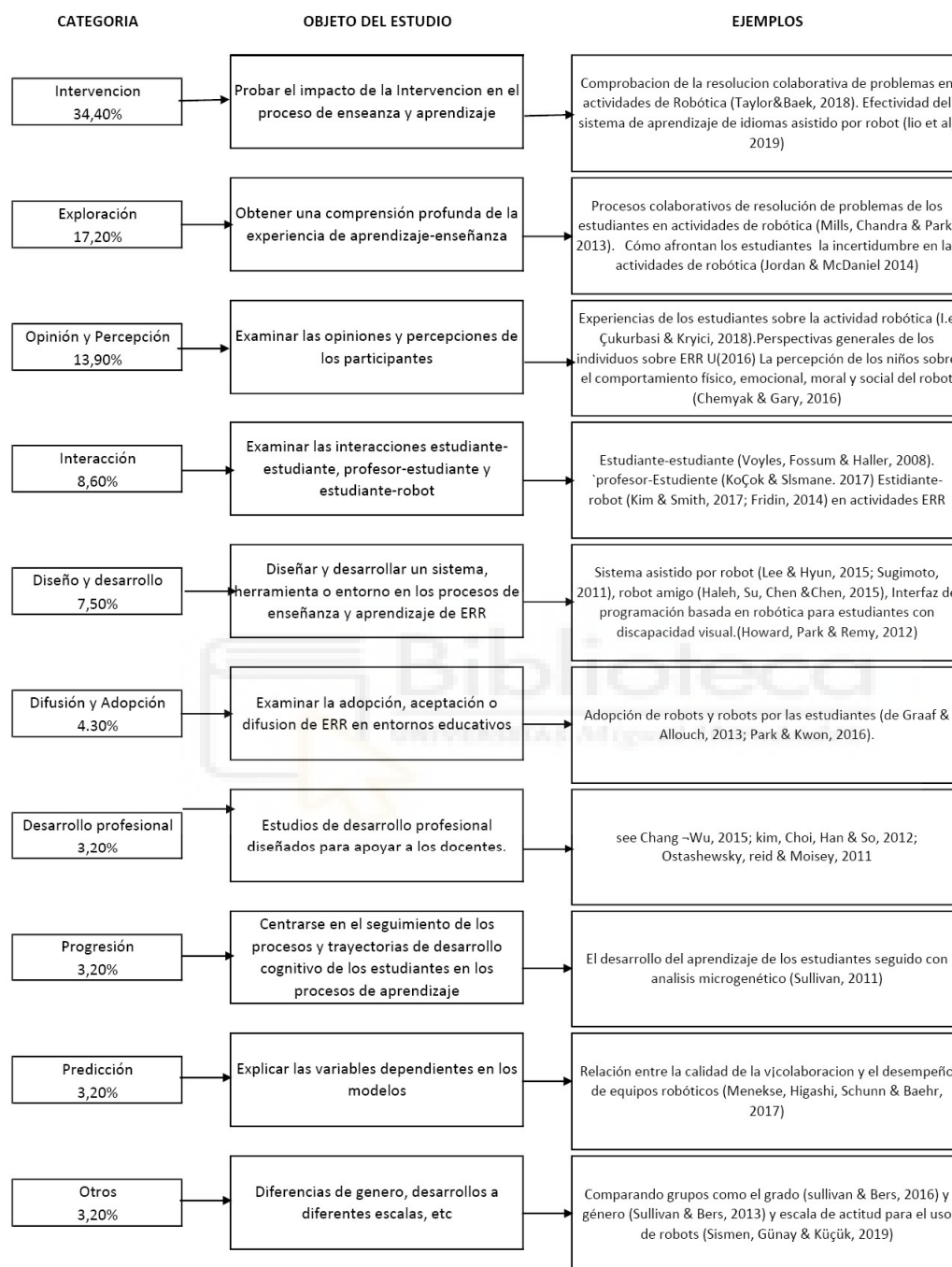
Los artículos incluidos en esta revisión fueron clasificados de acuerdo con sus temas y categorías de investigación.

Como se observa en la Figura 4, las categorías de investigación de los estudios estaban dispersas en una amplia gama, pero se concentraban más en los estudios que tienen como objetivo estudiar la eficacia. Los estudios de la categoría de intervención constituyeron el 34,4% de los estudios. Las explicaciones relacionadas con la intervención, las variables, la recopilación de datos y el análisis en estos estudios se darán en detalle en la sección de hallazgos de la PI4. Los estudios en la categoría exploratoria constituyeron el 17,2% de los artículos incluidos en la búsqueda. La investigación en esta categoría busca comprender las experiencias de aprendizaje, como la resolución de problemas y el pensamiento creativo. Los artículos de la categoría opiniones y percepciones constituyeron el 13,9% de los artículos seleccionados. Los estudios en esta categoría incluyeron experiencias de estudiantes y profesores, percepciones y opiniones generales de las personas sobre la ERR. Los estudios de interacción han consistido en el 8,6% de los estudios. En estos estudios, se examinó la interacción entre alumno-alumno, profesor-alumno o alumno-robot. El 7,5% de los estudios consistieron en estudios en la categoría de diseño y desarrollo, incluido el sistema asistido por robots, el patio de recreo de aprendizaje digital, la interfaz de programación basada en robótica para estudiantes con discapacidad visual y un portal web para profesores de robótica en la educación STEM.

Finalmente hay algunos estudios dirigidos a la identificación de factores que afectan al proceso de adopción de la robótica y robots por parte de estudiantes y profesores y se encontró que la frecuencia de los estudios en la categoría de abandono profesional era relativamente baja.

A continuación, se presentan las categorías de investigación que se han definido anteriormente (figura 4):

Figura 4. Categorías, problemas y frecuencias de investigación.



3.2 ¿En qué modelos teóricos se basan los estudios?

En primer lugar, los estudios se investigaron a fondo para determinar si se referían a alguna teoría del aprendizaje, pero no se citó ninguna teoría del aprendizaje en cuarenta (40) de los noventa y tres (93) estudios. Por otro lado, son datos a leer con precaución ya que la cuestión de si el estudio tiene fundamentos teóricos requiere una evaluación más allá de la mera referencia a teorías. Por ello, el hecho de que no se informe de la teoría del aprendizaje no significa que no tenga una base teórica.

Diecisiete (17) de los cincuenta y ocho estudios (58) sobre robótica educativa no se referían a ninguna teoría del aprendizaje. Doce de ellos se referían al constructivismo y al construccionismo. Además, el aprendizaje experiencial (Peleg y Baram-Tsabari, 2017), la teoría del aprendizaje autodirigido (Dolenc et al., 2016), el aprendizaje situado (Shih et al., 2013; Verma et al., 2015), teorías del aprendizaje de orientación social (Jordan y McDaniel, 2014; Mills et al., 2013), el dialogismo (Sullivan, 2008), la teoría del aprendizaje mediado de Feuerstein (Mitnik et al., 2009a), la teoría de la autodeterminación (Ayar, 2015), la teoría de la actividad (Norton et al., 2007) se incluyeron en los estudios como otras teorías.

Enfoques como la orientación metacognitiva para la resolución de problemas (Atmatzidou et al., 2018), el aprendizaje basado en problemas (Gomoll et al., 2018; Gomoll et al., 2016; Çukurbaşı & Kiyıcı, 2018), el aprendizaje colaborativo (Gomoll et al., 2017; Menekşe y cols. 2017; Hwang y Wu, 2014; Taylor y Baek, 2018), los enfoques basados en la indagación (Cuperman y Verner, 2019) y la enseñanza de la robótica uno a uno (Kazakoff y Bers, 2014; Küçük y Şişman, 2017) se utilizaron en los estudios. Además, se incluyó el modelo de enseñanza centrado en el estudiante – dirigido por el instructor (McDonald & Howell, 2012) perteneciente a Fu et al. (2010) y el método didáctico basado en la evidencia basado en el constructivismo (Castro et al., 2018).

De los 35 estudios relacionados con robots educativos, 23 no se referían a ninguna teoría del aprendizaje. El constructivismo (Burlison et al. 2018; Wei y Hung, 2011), el aprendizaje auténtico (Chen et al., 2013), el aprendizaje situado (Chang et al., 2010a; Chen et al., 2013; Hung et al. 2015) y el aprendizaje basado en la indagación (Chang y Wu, 2015) fueron adoptados en los estudios de esta categoría. Mazzoni y Benvenuti (2015) estudiaron el aprendizaje de un estudiante de jardín de infantes con un robot humanoide y su compañero en una estrategia de conflicto sociocognitivo. Özdemir y Karaman (2017) seleccionaron el principio de corrección inmediata del método de enseñanza programado de Skinner en los estilos de preguntas presentados por el robot. Las teorías de adopción y aceptación se dieron en los estudios (De Graaf y Allouch, 2013; Fridin y Beloko-pytov, 2014).

3.3 ¿Cómo y de qué manera se utilizan las ERR en la investigación?

Tecnologías y entornos de aprendizaje adoptados

Los estudios sobre ERR se clasifican principalmente como robots y robótica. La robótica educativa incluye estudios que apuntan a cómo el alumno está programando un robot y aprende sobre otras disciplinas. 58 de los 93 estudios se realizaron dentro de este ámbito (62,4%). Las actividades robóticas se examinaron bajo cuatro epígrafes (Figura 5).

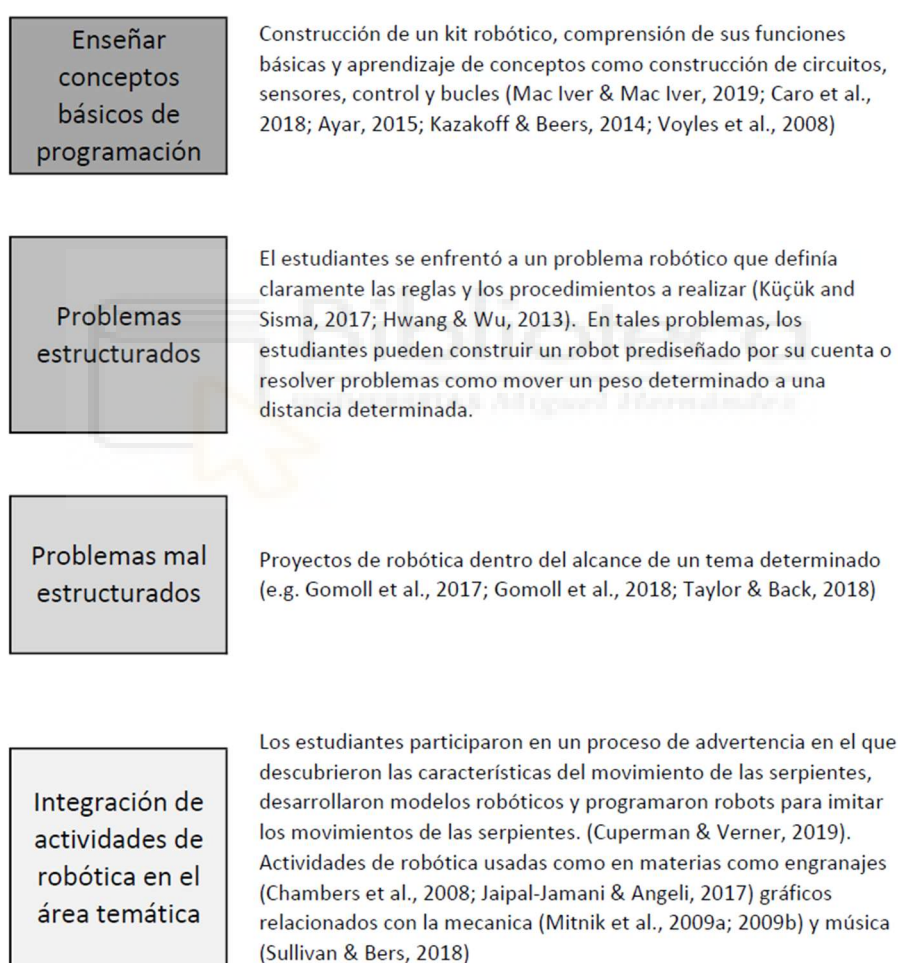
Por otro lado, los estudios en la categoría de robots educativos se centran en el aprendizaje del individuo del robot o con el robot a través de sistemas asistidos por robots, robots humanoides o sociales. El 37,6% de las investigaciones se incluyeron en el alcance de los robots educativos. Los robots educativos se utilizan de dos maneras: como tutor y compañero de aprendizaje.

- Tutor: Los estudios centrados en los robots educativos como tutor se aplicaron en los procesos de enseñanza-aprendizaje por ejemplo en el aprendizaje de idiomas (Hong et al., 2016; Iio et al., 2019; Lee et al., 2011), y en algunos casos de educación especial (Krishnaswamy et al., 2014; Özdemir y Karaman, 2017). En algunos estudios se utilizaron entornos compatibles con la realidad

mixta (Chang et al., 2010a; Sugimoto, 2011) y otros enfatizaron el proceso de diseño instruccional e incluyeron robots como asistentes de enseñanza (Chang et al., 2010b; Wu et al., 2015).

- **Compañeros de aprendizaje:** Los estudios de este ámbito se centran en la participación del individuo en las actividades de aprendizaje con el robot. En ellos el robot puede asumir el papel de un compañero con el que el alumno puede hablar inglés (Wang et al., 2013) o resolver problemas juntos mientras aprenden palabras en inglés (Mazzoni y Benvenuti, 2015). Los estudios de este ámbito muestran que los robots se utilizan en las terapias de niños con TEA (Pop et al., 2013) y mejoran sus habilidades de comunicación (So et al., 2016).

Figura 5. Formas de utilizar la robótica educativa



Dominios de aplicación

De acuerdo con el Cuadro 2, existen 58 estudios dentro del ámbito de la robótica educativa. Se incluyeron 15 artículos sobre opinión general, desarrollo profesional, difusión y predicción en robótica educativa. De los 43 restantes, la mayoría (36) se refieren al campo de la programación.

En cuanto a los Robots, existen 35 estudios: Siete de estos estudios se llevaron a cabo con el propósito de aceptación y difusión de los robots educativos, el desarrollo de escalas, la percepción y la opinión.

Aproximadamente la mitad de los 28 estudios restantes se realizaron en el área temática de inglés. Llama la atención la baja frecuencia de estudios relacionados con las matemáticas y las ciencias.

Así, los robots educativos se aplican a las áreas temáticas en un rango más amplio, mientras que la robótica se centra más en la programación.

Cuadro 2. Distribución de los Dominios de aplicación

Área de conocimiento	Robots	Robótica educativa
Inglés	13	–
Ciencias	1	6
Matemáticas	1	–
Programación	–	36
Educación Especial	5	–
Arte	1	1
Otros (Lectura, Redacción, Actitud y comportamiento)	7	–
N/A	7	15
Total	35	58

3.4 ¿Cuáles son los hallazgos experimentales sobre la ERR?

Los resultados de los estudios experimentales sobre ERR se examinaron por separado para robótica y robots y se explican a continuación.

Resultados de estudios experimentales relacionados con la robótica educativa

Hay 15 estudios experimentales sobre robótica educativa. En el apéndice 1 se ofrece información detallada sobre estos estudios cronológicamente:

- Siete de los 15 estudios probaron el efecto de un protocolo que incluía actividades robóticas educativas (Castro et al., 2018; Jaipal-Jamani y Angeli, 2017; Kazakoff y Bers, 2014; Sullivan, 2008).
- Dos estudios compararon entornos de programación (Okita, 2014; Özüorçun y Biçen, 2017).
- Cuatro estudios se centraron en otras temáticas (i.e. Mitnik et al., 2009b; Sullivan y Bers, 2018).
- Dos estudios analizaron la efectividad del enfoque pedagógico con robótica (Atmatzidou et al., 2018; Taylor y Baek, 2018).

Se utilizaron mayoritariamente instrumentos consistentes en preguntas cerradas (cuestionarios, escalas y pruebas de opción múltiple). En algunos estudios, los problemas abiertos se midieron con rúbricas.

En los 15 estudios se probaron 32 hipótesis:

- Más de la mitad de estas hipótesis (N = 20) fueron apoyadas. Las variables dependientes de los estudios pueden examinarse en tres grupos: (a) Habilidades, (b) Características afectivas, (c) Rendimiento en el aprendizaje.
- En el ámbito de sus competencias, se pusieron a prueba ocho hipótesis relacionadas con la conciencia metacognitiva, el pensamiento computacional, la secuenciación y el proceso científico. A excepción de una de estas hipótesis, el resto se consideró significativamente respaldada.

- Se probaron nueve hipótesis en el ámbito de características afectivas como motivación, interés, disfrute, y seis de estas hipótesis fueron probadas, y tres de ellas no.
- En el contexto del desempeño en el aprendizaje de ciencias, matemáticas y programación, se probaron 14 hipótesis. La mitad de estas hipótesis fueron apoyadas y la otra mitad no.

Resultados de estudios experimentales relacionados con robots educativos

Se realizaron 16 estudios experimentales sobre robots educativos. Los detalles de los estudios se presentan cronológicamente en el apéndice 2:

- En lo referente a las intervenciones se distribuyeron de la siguiente forma: en siete estudios se utilizaron robots como tutores, en seis estudios los robots fueron compañeros de aprendizaje, en dos casos los robots eran asistentes de enseñanza en el diseño de tecnología instruccional y en un estudio, el robot fue utilizado como material de aprendizaje por estudiantes de enfermería (Huang et al., 2017).
- De los 16 estudios experimentales, once fueron cuasiexperimentales, tres fueron experimentales débiles y cuatro fueron verdaderos diseños experimentales.

De acuerdo con los instrumentos de los estudios, los comportamientos de los individuos fueron evaluados en siete estudios, se utilizaron cuestionarios para evaluar datos cualitativos en cuatro estudios y se empleó encuestas en tres estudios.

En los 16 estudios se probaron 47 hipótesis:

- Se encontró que más de la mitad de estas hipótesis eran significativamente soportadas.
- Se confirmaron 12 de las 14 hipótesis en el ámbito del aprendizaje del inglés.
- Se probaron todas las hipótesis de los dos estudios sobre las habilidades de los estudiantes con necesidades especiales.
- De las 14 hipótesis relacionadas con características afectivas como la motivación y el interés nueve fueron apoyadas, y cinco no.
- La mitad de las seis hipótesis relacionadas con la interacción fueron apoyadas.

4. Discusión y conclusiones

Los resultados del estudio se discutieron bajo el epígrafe de problemas de investigación.

4.1 ¿Cuáles son las tendencias de investigación de ERR en términos de sus problemas de investigación y demografía?

Resulta significativo que, aunque ha habido un aumento significativo en los estudios sobre ERR en los últimos años, el primer estudio incluido en la revisión fue en 2006, año en el que el MIT lanzó Scratch. Esta aplicación ha permitido la introducción de la programación basada en bloques en los entornos educativos para los grupos de edad más jóvenes y la ha hecho aplicable a muchos niveles de enseñanza.

En este estudio los artículos relacionados con la ERR fueron clasificados en once categorías de investigación de acuerdo con sus objetivos y la mayoría de los estudios (35%) se realizaron en la categoría de intervención. Algunos estudios de revisión recientes sobre robótica educativa informaron hallazgos que han sido probados y no probados en estudios experimentales con robótica y concluyeron que se necesita más evidencia experimental para llegar a conclusiones claras sobre su efectividad (Benitti, 2012; Xia y Zhong, 2018).

En segundo lugar por importancia se sitúan los estudios de exploración. La investigación exploratoria es un estudio que proporciona formas lógicas de examinar y explicar una sección limitada de la realidad y tiene como objetivo comprender cómo y de qué manera se asocian los factores en este proceso, ayudando así a crear conciencia al descubrir conexiones y mecanismos causales previamente insospechados (Reiter, 2017). Los estudios exploratorios aportan información sobre lo que sucede en procesos como la resolución de problemas, la construcción del conocimiento, la colaboración y la creatividad en las actividades de robótica educativa.

La tercera categoría en frecuencia (medianamente alta) de estudios fue la de Opinión y Percepción sobre la ERR. Se puede predecir que el examen de las percepciones de los niños nacidos en la era digital con respecto a si el robot está vivo o no seguirá siendo un tema social e individual importante a tratar en el futuro.

Por el contrario, se observó un número relativamente bajo en los estudios de la categoría de investigación para el desarrollo profesional, lo cual es significativo teniendo en cuenta el papel crucial de los docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, diseñar el curso haciendo coincidir la tecnología de forma adecuada con la pedagogía puede hacer que el profesor se enfrente a una situación difícil. En este sentido se ve la necesidad de aumentar la formación encaminada al desarrollo profesional de los profesores.

Si bien los estudios en la categoría de difusión y aceptación estaban relacionados principalmente con robots educativos, en el futuro es recomendable examinar los factores que afectan a los procesos de aceptación e implementación de las actividades de robótica.

4.2 ¿En qué modelos teóricos se basan los estudios?

Cabe destacar que los estudios sobre ERR no incluyen demasiadas teorías del aprendizaje. En un estudio realizado para dilucidar la afirmación de que la tecnología educativa está poco teorizada (Hew

et al., 2019), se analizaron 503 artículos, y se concluyó que el 41,55% de ellos no tenían rastro de teoría. En este estudio se llegó a conclusiones similares: la gran mayoría de las investigaciones no se refieren a ninguna teoría cerrada. Muy pocos estudios demuestran que la parte teórica sea exacta. Si bien los estudios teóricos se centran en cómo se usa la tecnología y si afecta los resultados del aprendizaje, las bases teóricas ayudan a comprender por qué la tecnología afecta a esos resultados, el mecanismo detrás del fenómeno y sus razones (Hew et al., 2019).

4.3 ¿Cómo y de qué manera se utilizan las ERR en la investigación?

En este estudio, se comprobaron dos formas en el uso de ERR: robótica y robots. Los robots educativos se utilizaron principalmente en el aprendizaje de idiomas, mientras que la robótica educativa se utilizó principalmente en el aprendizaje de la programación.

Teniendo en cuenta que el surgimiento de la robótica educativa es la concreción de conceptos matemáticos a través de la programación y la profundización cognitiva (Feurzeig et al., 2011), se deben tener en cuenta las limitaciones de los estudios en los que se ha aplicado la robótica educativa a asignaturas matemáticas.

La clasificación de la robótica educativa como un rol integrador dentro del alcance de este estudio se realizó de acuerdo con los informes presentados sobre su integración con otras disciplinas. A pesar de que en los títulos y discusiones de algunos estudios se enfatizó en STEM, la operación solo trató de aprender conceptos básicos de robótica. En algunos estudios, las explicaciones sobre el problema resuelto por la robótica fueron muy limitadas o no lo fueron en absoluto.

En consecuencia, son recomendables futuros estudios sobre el uso de ERR en diferentes áreas de aprendizaje.

4.4 ¿Cuáles son los hallazgos experimentales sobre la ERR?

En la parte introductoria de este estudio las afirmaciones relativas a la promesa educativa de la ERR se agruparon en cuatro epígrafes. A continuación, se muestra los resultados obtenidos en cada una de ellas.

Alegación 1. La robótica educativa promueve habilidades de pensamiento de orden superior

En los estudios sobre robótica educativa se determinó que las variables dependientes examinadas sobre el pensamiento de orden superior son la resolución colaborativa de problemas, la conciencia metacognitiva, el pensamiento computacional, las habilidades de proceso científico y el pensamiento sistémico. En cambio, las intervenciones que abordan la robótica con el enfoque pedagógico son muy pocas. En dos estudios experimentales que involucraron actividades robóticas con un enfoque pedagógico se plantearon hipótesis relacionadas con problemas colaborativos

Se apoyaron cuestiones como la resolución y la conciencia metacognitiva (Atmatzidou et al., 2018; Taylor y Baek, 2018), el efecto de las actividades robóticas en el pensamiento computacional (Chen et al. 2017; Jaipal-Jamani y Angeli, 2017) y las habilidades de interpretación gráfica (Mitnik et al., 2009a; 2009b). Estos hallazgos respaldan la relación entre el desarrollo del pensamiento de orden superior y las habilidades de pensamiento computacional de la robótica educativa.

Alegación 2. Los robots educativos mejoran las habilidades sociales de los alumnos

Dos estudios experimentales sobre esta afirmación afectan positivamente las habilidades sociales de los estudiantes con necesidades especiales (Pop et al., 2013; So et al., 2016). En consecuencia, se deduce que los grupos de estudio deben diversificarse y que se necesitan más estudios experimentales.

En estudios realizados con robots educativos se analizaron las interacciones de los estudiantes con los sistemas asistidos por robots. La calidad de la interacción alumno-robot puede aumentarse con el desarrollo de las características tecnológicas existentes y la personalización de esta interacción puede ser una dirección de investigación esencial en el futuro (van den Berghe et al., 2019).

Alegación 3. La robótica educativa y los robots apoyan las características afectivas de los estudiantes

La afirmación relacionada con las características afectivas se incluyó tanto en los estudios de robótica como en los de robots educativos. Sin embargo, no hay homogeneidad en los resultados de manera que hubo hipótesis aceptadas y rechazadas. Además, existen insuficiencias en la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados para medir las características afectivas en los estudios de robots educativos.

Por ello se define como necesario examinar las características afectivas del estudiante en los procesos de aprendizaje y enseñanza que involucran robots educativos con herramientas de recolección de datos cuya validez y confiabilidad sean comprobadas. En resumen, se necesitan más estudios para aclarar estas afirmaciones tanto para la robótica como para los robots.

Alegación 4. La robótica educativa y los robots contribuyen al rendimiento del aprendizaje

Los hallazgos relacionados con las afirmaciones relativos a que la ERR mejora el rendimiento del aprendizaje difieren según la robótica y los robots educativos.

En cuanto a la robótica, los hallazgos sobre el rendimiento en el aprendizaje mostraron que esta afirmación está abierta a discusión. El éxito en matemáticas se consideró una variable dependiente en dos estudios, pero no fue respaldado (Apéndice 1). El efecto de la robótica en el aprendizaje de las ciencias también está abierto a discusión. Como resultado, se necesita más evidencia experimental para comprender si la robótica mejora el rendimiento del aprendizaje.

En cuanto a los robots educativos, los hallazgos apoyan las afirmaciones especialmente sobre el rendimiento en el aprendizaje de lenguas extranjeras. No obstante, dos hipótesis ponen a prueba la conversación y la comprensión lectora en el aprendizaje de lenguas extranjeras, pero no fueron apoyadas. Es de destacar el hecho de que muy pocos estudios sobre diseño instruccional incluyan robots educativos.

Solo dos estudios informaron que el robot en sí mismo no causará resultados educativos, pero debe manejarse como una herramienta de diseño instruccional (Hung et al., 2013; Wu et al., 2015). La realización de nuevos estudios con estos enfoques contribuirá a la literatura en cuanto a la integración de los robots educativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

4.5 Implicaciones

Se concluyó que la mayoría de los artículos examinados en este estudio no se referían a un marco teórico o que existían incertidumbres en la aplicación de la teoría. Por lo tanto, tanto los profesionales como los investigadores deben tener en cuenta los enfoques pedagógicos al diseñar procesos de enseñanza-aprendizaje utilizando ERR.

En los estudios que examinaron el papel interdisciplinario de la ERR, se determinó que existían limitaciones en la notificación de cómo se lograba la integración. Por lo tanto, se debe profundizar en las explicaciones sobre la integración de la ERR en otras áreas temáticas y cómo se pone en práctica el marco teórico. Además, cabe señalar que la diversidad de las reivindicaciones no se refleja suficientemente en los resultados experimentales. Esta situación puede interpretarse como que la dificultad de no evaluar adecuadamente las expectativas prometidas por las TIC en la literatura sobre integración tecnológica (Sanders y George, 2017) continúa en el caso de la ERR. Por lo tanto, es necesario tomar medidas para evaluar el potencial de la ERR como innovación.

Los investigadores, los responsables de la toma de decisiones y los profesionales deben responder primero por qué se utilizará la ERR y luego participar en la planificación sobre cómo debe tener lugar la ERR en los procesos de aprendizaje y enseñanza.

Además, se revelaron algunas lagunas en la investigación con respecto a la ERR. A pesar de que se llegó a hallazgos experimentales con respecto a que su uso mejora el aprendizaje, se observó que hubo resultados no concluyentes. Esto resalta la importancia de que los profesores diseñen y planifiquen sus lecciones para apoyar el aprendizaje de las áreas temáticas de ERR.

Se observó que los hallazgos experimentales referentes a que la ERR apoya las características afectivas de los estudiantes están abiertos a discusión. Por esta razón, los profesores deben seguir los procesos emocionales de los estudiantes y apoyarlos considerando la naturaleza dinámica de las aulas robóticas.

Aunque hay hallazgos positivos referentes a que los robots educativos mejoran las habilidades sociales, se puede decir que se necesitan más estudios para aclarar esta afirmación. Los investigadores deben centrarse tanto en los aspectos tecnológicos de los robots educativos como en los factores psicológicos que subyacen al desarrollo de las habilidades sociales. Aunque los hallazgos de la investigación de apoyo fomentan las actividades robóticas educativas fomentan las habilidades de pensamiento de orden superior. Sin embargo, es importante diseñar cada intervención planificada para los grupos experimental y control de acuerdo con diferentes enfoques pedagógicos, incluyendo actividades robóticas, con el fin de revelar la relación causa-efecto.

4.6 Limitaciones y recomendaciones

En este estudio, se han recopilado los hallazgos empíricos de la literatura sobre las afirmaciones relacionadas con la ERR. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio llaman la atención sobre los aspectos que deben tenerse en cuenta para futuras investigaciones y la identificación de lagunas en la investigación, en lugar de proporcionar pruebas de la autenticidad de las afirmaciones planteadas.

A medida que aumenten los estudios sobre ERR en la literatura, se pueden realizar estudios de metaanálisis en el futuro sobre la autenticidad de cada afirmación.

Además, en los estudios experimentales examinados no se tuvo en cuenta la duración del proceso de intervención. Futuros estudios de metaanálisis pueden considerar este elemento para dilucidar las afirmaciones sobre la ERR. Además, se debe prestar especial atención a las limitaciones metodológicas de los estudios cuando se comparan las reivindicaciones y los resultados experimentales. La mayoría de los estudios experimentales fueron diseños cuasi-experimentales. Este hallazgo fue similar a estudios de revisión anteriores (por ejemplo, Xia y Zhong, 2018). En muy pocos estudios se utilizaron modelos estadísticos para el control de las variables covariables que pueden afectar a la variable dependiente. Por último, la duración, los grupos de participantes, el kit robótico utilizado y la formación pedagógica de los estudios experimentales también difieren entre los estudios.



5. Referencias

- Alimisis, D. (2009). Teacher education on robotics-enhanced constructivist pedagogical methods. School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE).
https://www.robolab.in/wp-content/uploads/2016/10/book_TeacherEducationOnRobotics-ASPETE.pdf
- American Robotic Institute. (1979). Retrieved from
<https://web.archive.org/web/20060718024255/http://www.faculty.ucr.edu/~currie/roboadam.htm>
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), 2.
<https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>
- *Atmatzidou, S., Demetriadis, S., & Nika, P. (2018). How does the degree of guidance support students' metacognitive and problem-solving skills in educational robotics? *Journal of Science Education and Technology*, 27(1), 70–85.
<https://doi.org/10.1007/s10956-017-9709-x>
- *Ayar, M. C. (2015). First-hand experience with engineering design and career interest in engineering: An informal STEM education case study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(6), 1655–1675.
<https://doi.org/10.12738/estp.2015.6.0134>
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Budgen, D., Brereton, P., Drummond, S., & Williams, N. (2018). Reporting systematic reviews: Some lessons from a tertiary study. *Information and Software Technology*, 95, 62–74. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.10.017>
- *Burleson, W. S., Harlow, D. B., Nilsen, K. J., Perlin, K., Freed, N., Jensen, C. N., Lahey, B., Lu, P., & Muldner, K. (2018). Active learning environments with robotic tangibles: Children's physical and virtual spatial programming experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 11(1), 96–106.
<https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2724031>
- *Castro, E., Cecchi, F., Valente, M., Buselli, E., Salvini, P., & Dario, P. (2018). Can educational robotics introduce young children to robotics and how can we measure it? *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(6), 970–977.
<https://doi.org/10.1111/jcal.12304>
- Cetin, M., & Demircan, HÖ. (2020). Empowering technology and engineering for STEM education through programming robots: A systematic literature review. *Early Child Development and Care*, 190(9), 1323–1335.
<https://doi.org/10.1080/03004430.2018.1534844>

- *Chambers, J. M., Carbonaro, M., & Murray, H. (2008). Developing a conceptual understanding of mechanical advantage through the use of Lego robotic technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(4), 387–401.
<https://doi.org/10.14742/ajet.1199>
- *Chang, C. W., Lee, J. H., Po-Yao, C., Chin-Yeh, W., & Gwo-Dong, C. (2010b). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(2), 13–24.
<https://www.istor.org/stable/pdf/jeductechsoci.13.2.13.pdf>
- *Chang, C-W, Lee, J-H., Wang, C-Y., Chen, G-D. (2010a). Improving the authentic learning experience by integrating robots into the mixed-reality environment. *Computers & Education*, 55(4), 1572–1578.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.023>
- *Chang, Y. L., & Wu, H. H. (2015). A case study of increasing vocational high school teachers practices in designing inter-disciplinary use of scientific inquiry in curriculum design. *Eurasia Journal of mathematics. Science & Technology Education*, 11(1), 37–51.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1304a>
- Chen, X., Xie, H., & Hwang, G. J. (2020a). A multi-perspective study on artificial intelligence in education: Grants, conferences, journals, software tools, institutions, and researchers. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100005.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100005>
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020b). Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>
- *Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X. & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162–175.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- *Chen, G. D., Nurkhamid, Wang, C. Y., Yang, S. H., Lu, W. Y., & Chang, C. K. (2013). Digital learning playground: Supporting authentic learning experiences in the classroom. *Interactive Learning Environments*, 21(2), 172–183.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2012.705856>
- *Chen, N. S., Quadir, B., & Teng, D. C. (2011). Integrating book, digital content and robot for enhancing elementary school students' learning of English. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(3), 546–561.
<https://doi.org/10.14742/ajet.960>
- Cheng, Y. W., Sun, P. C., & Chen, N. S. (2018). The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors. *Computers & Education*, 126, 399–416.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.020>

- *Chin, K. Y., Hong, Z. W., & Chen, Y. L. (2014). Impact of using an educational robot-based learning system on students' motivation in elementary education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(4), 333–345.
<https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2346756>
- Clarivate Analytics. (2020). "Web of Science: Social Sciences Citation Index".
<https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/webofscience-ssci/>
- Cox, A. M. (2021). Exploring the impact of Artificial Intelligence and robots on higher education through literature-based design fictions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1–19.
<https://doi.org/10.1186/s41239-020-00238-7>
- *Crompton, H., Gregory, K., Burke, D. (2018). Humanoid robots supporting children's learning in an early childhood setting. *British Journal of Educational Technology*, 49(5), 911–927.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12654>
- *Çukurbaşı, B., & Kiyıcı, M. (2018). High school students' views on the pbl activities supported via flipped classroom and lego practices. *Educational Technology & Society*, 21(2), 46–61.
<http://www.istor.org/stable/26388378>
- Cuperman, D., & Verner, I. M. (2019). Fostering analogical reasoning through creating robotic models of biological systems. *Journal of Science Education and Technology*, 28(2), 90–103.
<https://doi.org/10.1007/s10956-018-9750-4>
- De Graaf, M. M., & Allouch, S. B. (2013). Exploring influencing variables for the acceptance of social robots. *Robotics and Autonomous Systems*, (12), 1476–1486.
- *Dolenc, N. R., Mitchell, C. E., & Tai, R. H. (2016). Hands off: Mentoring a student-led robotics team. *International Journal of Science education. Part B*, 6(2), 188–212.
<https://doi.org/10.1080/21548455.2015.1039467>
- Evripidou, S., Georgiou, K., Doitsidis, L., Amanatiadis, A. A., Zinonos, Z., & Chatzichristofis, S. A. (2020). Educational robotics: Platforms, competitions and expected learning outcomes. *IEEE Access*, 8, 219534–219562.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042555>
- Feurzeig, W., Papert, S. A., & Lawler, B. (2011). Programming-languages as a conceptual framework for teaching mathematics. *Interactive Learning Environments*, 19(5), 487–501.
- *Fridin, M., & Belokopytov, M. (2014). Acceptance of socially assistive humanoid robots by preschool and Elementary school teachers. *Computers in Human Behavior*, 33, 23–31.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.12.016>
- Fu, M., Li, Z., & Fu, Y. (2010). Logo mathematics experiments in the middle schools of guizhou in the people's republic of China. *British Journal of Educational Technology*, 41(4), 621–623.

- <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01076.x>
- Gallardo-Echenique, E. E., Marqués-Molíás, L., Bullen, M., & Strijbos, J. W. (2015). Let's talk about digital learners in the digital era. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(3), 156–187.
<https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i3.2196>
- *Gomoll, A., Hmelo-Silver, C. E., Šabanović, S., & Francisco, M. (2016). Dragons, ladybugs, and softballs: Girls' STEM engagement with human-centered robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 899–914.
<https://doi.org/10.1007/s10956-016-9647-z>
- *Gomoll, A., Tolar, E., Hmelo-Silver, C. E., Sabanovic, S. (2018). Designing human-centered robots: The role of constructive failure. *Thinking Skills and Creativity*, 30, 90–102.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.03.001>
- *Gomoll, A. S., Hmelo-Silver, C. E., Tolar, E., Šabanović, S., & Francisco, M. (2017). Moving apart and coming together: Discourse, engagement, and deep learning. *Educational Technology & Society*, 20(4), 219–232.
<http://www.jstor.org/stable/26229219>
- *Hadjiachilleos, S., Avraamidou, L., & Papastavrou, S. (2013). The use of lego technologies in elementary teacher preparation. *Journal of Science Education and Technology*, 22(5), 614–629.
<https://doi.org/10.1007/s10956-012-9418-4>
- Han, J., Jo, M., Hyun, E., & So, H. J. (2015). Examining young children's perception toward augmented reality-infused dramatic play. *Educational Technology Research and Development*, 63(3), 455–474.
<https://doi.org/10.1007/s11423-015-9374-9>
- Hew, K. F., Lan, M., Tang, Y., Jia, C., & Lo, C. K. (2019). Where is the “theory” within the field of educational technology research? *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 956–971.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12770>
- Hinostroza, J., Matamala, C., Labbé, C., Claro, M., & Cabello, T. (2014). Factors (not) affecting what students do with computers and internet at home. *Learning, Media and Technology*, 40(1), 43–63.
<https://doi.org/10.1080/17439884.2014.883407>
- *Hong, Z. W., Huang, Y. M., Hsu, M., & Shen, W. W. (2016). Authoring robot-assisted instructional materials for improving learning performance and motivation in EFL classrooms. *Educational Technology & Society*, 19(1), 337–349.
<http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.1.337>
- *Hsiao, H. S., Chang, C. S., Lin, C. Y., & Hsu, H. L. (2015). Irobiq”: the influence of bidirectional interaction on kindergarten's reading motivation, literacy, and behavior. *Interactive Learning Environments*, 23(3), 269–292.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2012.745435>

- *Huang, Z., Lin, C., Kanai-Pak, M., Maeda, J., Kitajima, Y., Nakamura, M., Kuveyt, N., Ogata, T., & Ota, J. (2017). Impact of using a robot patient for nursing skill training in patient transfer. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(3), 355–366.
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7542122>
<https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2599537>
- *Hung, I. C., Chao, K. J., Lee, L., & Chen, N. S. (2013). Designing a robot teaching assistant for enhancing and sustaining learning motivation. *Interactive Learning Environments*, 21(2), 156–171.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2012.705855>
- *Hung, I. C., Hsu, H. H., & Chen, N. S. (2015). Communicating through the body: A situated embodiment-based strategy with flag semaphore for procedural knowledge construction. *Educational Technology Research and Development*, 63(5), 749–769.
<https://doi.org/10.1007/s11423-015-9386-5>
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education.
- Hwang, W-Y. & Wu, S-Y. (2014). A case study of collaboration with multi-robots and its effect on children's interaction. *Interactive Learning Environments*, 22(4), 429–443.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2012.680968>
- Iio, T., Maeda, R., Ogawa, K., Yoshikawa, Y., Ishiguro, H., Suzuki, K., Aoki, T., Maesaki, M., Hama, M. (2019). Improvement of Japanese adults' English speaking skills via experiences speaking to a robot. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35 (2), 228–245.
<https://doi.org/10.1111/jcal.12325>
- Ioannou, A., & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2531–2544.
<https://doi.org/10.1007/s10639-018-9729-z>
- *Jaipal-Jamani, K., & Angeli, C. (2017). Effect of robotics on elementary preservice teachers' self-efficacy, science learning, and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 175–192.
<https://doi.org/10.1007/s10956-016-9663-z>
- Jordan, M. E., & Mcdaniel, R. R. (2014). Managing uncertainty during collaborative problem-solving in elementary school teams: The role of peer influence in robotics engineering activity. *Journal of the Learning Sciences*, 23(4), 490–536.
- *Kazakoff, E. R., & Bers, M. U. (2014). Put your robot in, put your robot out. Sequencing through programming robots in early childhood. *Journal of Educational Computing Research*, 50(4), 553–573.
<https://doi.org/10.2190/EC.50.4.f>

- *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/10.1016/j.compedu.2015.08.005>
- *Krishnaswamy, S., Shriber, L., & Srimathveeravalli, G. (2014). The design and efficacy of a robot-mediated visual-motor program for children learning disabilities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(2), 121–131.
<https://doi.org/10.1111/jcal.12025>
- Kubilinskiene, S., Zilinskiene, I., Dagiene, V., & Sinkevičius, V. (2017). Applying robotics in school education: A systematic review. *Baltic Journal Modern Computing*, 5(1), 50–69.
<https://doi.org/10.22364/bjmc.2017.5.1.04>
- *Küçük, S., & Şişman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. *Computers & Education*, 111, 31–43.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.002>
- Kynigos, C. (2004). A “black-and-white box” approach to user empowerment with component computing. *Interactive Learning Environments*, 12(1-2), 27–71.
<https://doi.org/10.1080/1049482042000300896>
- Lai, K. W., & Hong, K. S. (2015). Technology use and learning characteristics of students in higher education: Do generational differences exist? *British Journal of Educational Technology*, 46(4), 725–738.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12161>
- *Lee, S., Noh, H., Lee, J., Lee, K., Lee, G. G., Sagong, S., & Kim, M. (2011). On the effectiveness of robot-assisted language learning. *ReCALL*, 23(1), 25–58.
<https://doi.org/10.1017/S0958344010000273>
- Lin, H. C., & Hwang, G. J. (2019). Research trends of flipped classroom studies for medical courses: A review of journal publications from 2008 to 2017 based on the technology-enhanced learning model. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 1011-1027.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1467462>
- *Lindth, J., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & Education*, 49(4), 1097–1111.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.12.008>
- Luckin, R., Clark, W., Graber, R., Logan, K., Mee, A., & ve Oliver, M. (2009). Do Web 2.0 tools really open the door to learning? Practices, perceptions and profiles of 11–16-year-old students. *Learning, Media and Technology*, 34(2), 87–104.
<https://doi.org/10.1080/17439880902921949>
- Mac Iver, M. A., & Mac Iver, D. J. (2019). STEMming” the swell of absenteeism in the middle years: Impacts of an urban district summer robotics program. *Urban Education*, 54, 65–88.

- *Mazzoni, E. & Benvenuti, M. (2015). A robot-partner for preschool children learning English using socio-cognitive conflict. *Educational Technology & Society*, 18(4), 474–485.
<http://www.istor.org/stable/jeductechsoci.18.4.474>
- Mcdonald, S., & Howell, J. (2012). Watching, creating and achieving: Creative technologies as a conduit for learning in the early years. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 641–651.
- *Menekşe, 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.
- *Mills, K. A., Chandra, V., & Park, J. Y. (2013). The architecture of children's use of language and tools when problem solving collaboratively with robotics. *The Australian Educational Researcher*, 40(3), 315–337.
- Mitnik, R., Recabarren, M., Nussbaum, M., & Soto, A. (2009b). Collaborative robotic instruction: A graph teaching experience. *Computers & Education*, 53(2), 330–342.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.02.010>
- *Mitnik, R., Nussbaum, M., & Recabarren, M. (2009a). Developing cognition with collaborative robotic activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(4), 317.
<http://www.istor.org/stable/jeductechsoci.12.4.317>
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(209-0015), 1-7.
<https://doi.org/10.2316/Journal.209.2013.1.209-0015>
- *Norton, S. J., McRobbie, C. J., & Ginns, I. S. (2007). Problem-solving in a middle school robotics design classroom. *Research in Science Education*, 37(3), 261–277.
<https://doi.org/10.1007/s11165-006-9025-6>
- *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/10.1111/bjet.12101>
- *Özdemir, D., & Karaman, S. (2017). Investigating interactions between students with mild mental retardation and humanoid robots in terms of feedback types. *Education and Science*, 42(191), 109–138.
<https://doi.org/10.15390/EB.2017.6948>
- *Özüorçun, N. Ç., & Bicen, H. (2017). Does the inclusion of robots affect engineering students' achievement in computer programming courses. *Science and Technology Education*, 13(8), 4779–4787.
- Pedersen, B. K. M. K., Weigelin, B. C., Larsen, J. C., & Nielsen, J. (2021, August). Using educational robotics to foster girls' interest in STEM: A systematic review. In 2021

- 30th IEEE International conference on robot & human Interactive communication (RO-MAN) (pp. 865-872). IEEE.
- *Peleg, R., & Baram-Tsabari, A. (2017). Learning robotics is a science museum theatre play: An investigation of learning outcomes, contexts, and experiences. *Journal of Science Education and Technology*, 26(6), 561–581.
<https://doi.org/10.1007/s10956-017-9698-9>
- Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64, 1–18.
<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>
- Piaget, J. (1981). Intelligence and affectivity: Their relationship during child development. (Trans & Ed T. A. Brown & C. E. Kaegi). *Annual Reviews*.
- *Pop, C. A., Simut, R. E., Pinte, S., Saldien, J., Rusu, A. S., Vanderfaellie, J., David, D. O., Lefeber, D., & Vanderborcht, B. (2013). Social robots vs. Computer display: Does the way social stories are delivered make a difference for their effectiveness on ASD children? *Journal of Educational Computing Research*, 49(3), 381–401.
<https://doi.org/10.2190/EC.49.3.f>
- Reiter, B. (2017). Theory and methodology of exploratory social science research. *International Journal of Science and Research Methodology*, 5(4), 129–150.
https://scholarcommons.usf.edu/gia_facpub/132
- Sanders, M., & George, A. (2017). Viewing the changing world of educational technology from a different perspective: Present realities, past lessons, and future possibilities. *Education and Information Technologies*, 22(6), 2915–2933.
<https://doi.org/10.1007/s10639-017-9604-3>
- Sapounidis, T., & Alimisis, D. (2020). Educational robotics for STEM: A review of technologies and some educational considerations. In L. Leite, E. Oldham, A. Afonso, V. Floriano, L. Dourado, & M. H. Martinho (Eds.), *Science and mathematics education for 21st century citizens: Challenges and ways forward* (pp. 167–190). Nova Science Publishers.
- Saritepeci, M., & Durak, H. (2017). Analyzing the effect of block and robotic coding activities on computational thinking in programming education. In I. Koleva & G. Duman (Eds.), *Educational research and practice*, (Chapter 49, pp. 490- 501). St. Kliment Ohridski University Press.
- *Shih, B-Y., Chen, T-H., Wang, S-M., & Chen, C- Y. (2013). The exploration of applying LEGO NXT in situated science and technology learning. *Journal of Baltic Science Education*, 12(1), 73–91.
<http://oaji.net/articles/2015/987-1425757780.pdf>
- *So, W. C., Wong, M. Y., Cabibihan, J. J., Lam, C. Y., Chan, R. Y., & Qian, H. H. (2016). Using robot animation to promote gestural skills in children with autism spectrum disorders. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(6), 632–646.
<https://doi.org/10.1111/jcal.12159>

- Sophokleous, A., Christodoulou, P., Doitsidis, L., & Chatzichristofis, S. A. (2021). Computer vision meets educational robotics. *Electronics*, 10(6), 730.
<https://doi.org/10.3390/electronics10060730>
- Spolaôr, N., & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education*, 112, 97–107.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.001>
- *Sugimoto, M. (2011). A mobile mixed-reality environment for children's storytelling using a handheld projector and a robot. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4(3), 249–260.
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5744068>.
<https://doi.org/10.1109/TLT.2011.13>
- *Sullivan, A., & Bers, M. U. (2018). Dancing robots: Integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 325–346.
<https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>
- *Sullivan, F.R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills, and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373–394.
<https://doi.org/10.1002/tea.20238>
- *Taylor, K., & Baek, Y. (2018). Collaborative robotics, more than just working in groups. *Journal of Educational Computing Research*, 56(7), 979–1004.
<https://doi.org/10.1177/0735633117731382>
- Thomson, P. (2013). The digital natives as learners: Technology uses patterns and approaches to learning. *Computers & Education*, 65, 12–33.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.022>
- Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., & Yeo, S. H. (2016). A review of the use of robots in education and young children. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 148–163.
<http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.2.148>.
- Usluel, Y. K., & Atal, D. (2013). Students' approach to social network in educational context. *International Journal of Web Based Communities*, 9(2), 188–198.
<https://doi.org/10.1504/IJWBC.2013.053243>
- van den Berghe, R., Verhagen, J., Oudgenoeg-Paz, O., van der Ven, S., & Leseman, P. (2019). Social robots for language learning: A review. *Review of Educational Research*, 89(2), 259–295.
<https://doi.org/10.3102/0034654318821286>
- *Verma, G., Purviraja, A., & Webb, H. (2015). Enacting acts of authentication in a robotics competition: An interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 268–295.
<https://doi.org/10.1002/tea.21195>
- Wang, S., Hsu, H., Campbell, T., Coster, D., & Longhurst, M. (2014). An investigation of middle school science teachers and students' use of technology inside and outside of

- classrooms: Considering whether digital natives are more technology-savvy than their teachers? *Educational Technology Research & Development*, 62(6), 637–662.
<https://doi.org/10.1007/s11423-014-9355-4>
- *Wang, Y.-H., Young, S. S.-C., & Jang, R. J.-S. (2013). Using tangible companions for enhancing learning English conversation. *Educational Technology & Society*, 16(2), 296–309.
<https://www.jstor.org/stable/pdf/jeductechsoci.16.2.296.pdf>
- *Wei, C. W., & Hung, I. (2011). A joyful classroom learning system with a robot learning companion for children to learn mathematics multiplication. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(2), 11–23.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ932221.pdf>
- Wieringa, R., Maiden, N., Mead, N., & Rolland, C. (2005). Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: A proposal and a discussion. *Requirements Engineering*, 11(1), 102–107.
<https://doi.org/10.1007/s00766-005-0021-6>
- *Wu, W. C. V., Wang, R. J., & Chen, N. S. (2015). Instructional design using an in-house built teaching assistant robot to enhance elementary school English-as-a-foreign-language learning. *Interactive Learning Environments*, 23(6), 696–714.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2013.792844>
- Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review of teaching and learning robotics content knowledge in K–12. *Computers & Education*, 127, 267–282.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.007>
- Yuen, A. H., Lau, W. W., Park, J. H., Lau, G. K., & Chan, A. K. (2016). Digital equity and students' home computing: A Hong Kong study. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 25(4), 509-518.
<https://doi.org/10.1007/s40299-016-0276-3>

6. Apéndices



Tabla A1: Estudios experimentales relacionados con la robótica educativa

Referencia Variable	Intervención	Experimental diseño	Datos Análisis	Instrumento	Dependiente	Estado de apoyo
Mac Iver y Mac Iver (2019)	Asistir a campamentos de verano STEM Grupos: (E) Robótica (C1) Arte (C2) Deporte	Cuasi-experimental con grupo control pre – post test	Modelo lineal jerárquico	Tasas de absentismo escolar	Escuela asistencia	+
Atmatzidou et al. (2018)	Protocolos de orientación metacognitiva y de resolución de problemas Grupos: (E) orientación sólida (C) orientación mínima	Método Mixto Diseño cuasi-experimental 1 × 2	Prueba t de muestra pareada ANCOVA (preprueba como covariable)	Cuestionario Protocolo de reflexión en voz alta Observaciones de la entrevista	Metacognitivo+ conciencia	+
Taylor y Baek, 2018	Resolución colaborativa de problemas en robótica Grupos: Grupos colaborativos con (E1) Discusión en el aula (E2) Asignación de roles grupales (C) Práctica instruccional previa con grupos colaborativos	Diseño experimental 2 × 3	Análisis de covarianza (covariable de la prueba previa)	Formulario de evaluación de habilidades de la encuesta.	Aprendizaje motivación robótica) Problema colaborativo Resolución Los hallazgos anteriores corresponden al grupo experimental al que se le asignaron roles de grupo	+
Castro y cols. (2018)	Actividad de Robótica Educativa	Cuasi-experimental single- Diseño grupal pre-post	Wilcoxon firmado-rango	Un cuestionario compuesto por ítems de opción múltiple	Robótica logro	+
Sullivan & Bers (2018)	Un currículo integrado de robótica y arte	Cuasi experimental único Prueba intermedia grupal – Post prueba	Prueba t de muestra pareada	Preguntas abiertas evaluadas	Concepto de programación conocimiento	+
Chen y cols. (2017)	Plan de estudios de robótica	Prueba pre y post de un solo grupo	Prueba de muestra pareada	Instrumento con ítems de opción múltiple y preguntas abiertas	Computacional pensamiento	+
Özorçun y Biçen (2017)	Programación e instrucción de algoritmos Grupos: (E) Robótica (C) Acción del robot en la computadora con un programa de juego	Diseño cuasi experimental 1 × 2	Prueba t de muestra pareada	Instrumento con ítems de opción múltiple y preguntas abiertas	Programación logro Pretest experimental /postest significativo; El control de la prueba previa y posterior no es significativo	+
Jaipal-Jamani and Angeli (2017)	Participación en la actividad robótica	Cuasi experimental Diseño grupal pretest-postest	Prueba t de muestra pareada	Evaluación pre post incluyendo preguntas abiertas Cuestionario	Enseñanza de la autoeficacia en la enseñanza de la robótica	

Tabla A1: Estudios experimentales relacionados con la robótica educativa (Continuación)

Referencia Variable	Intervención	Experimental diseño	Datos Análisis	Instrumento	Dependiente	Estado de apoyo
Kim et al. (2015)	La programación robótica y el desarrollo. planes de lecciones usando robótica	Método Mixto Sencillo pre-postest grupal diseño	Prueba t de muestra pareada Wilcoxon Signed-Rank Test	Observación en el aula. Participe entrevista encuesta lección	Conceptos científicos Pensamiento computacional Interés en tecnología Interés en matemáticas Interés en carreras STEM Interés en Ciencias Interés en Ingeniería Conocimiento de ciencia Conocimiento de la tecnología Conocimiento de ingeniería Conocimiento de matemáticas programación visual rendimiento – Medio Prueba	+
Okita, (2014)	Grupos de instrucciones de programación: programación visual (C) programación sintáctica	Prueba intermedia experimental – Diseño post prueba 1x2	ANCOVA	Exámenes que incluyen problemas de programación	Metacognitivo+ Conciencia Programación sintáctica rendimiento – Prueba media Programación visual rendimiento Programación sintáctica rendimiento – Prueba posterior	+
Kazakoff and Bers (2014)	Plan de estudios de actividades, incluido un híbrido. interfaz de programación gráfica tangible	Pre-postest de grupo único diseño	Prueba t de muestra pareada	Formulario de evaluación de habilidades de la encuesta.	Secuenciación	+
Shih et al. (2012)	Curso de Ciencia y Tecnología. Grupos: (E) Actividad de robótica, (C) integración TIC	Pre-experimental cuasi-postest con un control diseño de grupo	ANCOVA	Prueba de opción múltiple	Rendimiento de aprendizaje	+
Mitnik et al (2009).	Actividad de trazador gráfico asistido por computadora. Grupos: E) robótica (C) simulación	Pre-experimental cuasi-postest con un control diseño de grupo	ANCOVA	Prueba de opción múltiple	Interpretación de gráficos habilidades	+

Tabla A1: Estudios experimentales relacionados con la robótica educativa (Continuación)

Referencia Variable	Intervención	Experimental diseño	Datos Análisis	Instrumento	Dependiente	Estado de apoyo
Sullivan. (2009)	Actividad de robótica	Método Mixto Sencillo pre-postest grupal	Prueba t de muestra pareada	Grabaciones de vídeo Final abierto	Systems understanding	+
Lindth and Holgersson (2007)	Actividad de robótica implementada por el profesor. Grupos: (E) Actividades robóticas (C) anterior práctica de instrucción	Método mixto cuasi experimental con grupo de control pre-diseño posterior a la prueba	Independiente prueba t de muestras	Observación, entrevistas. Memos Prueba de opción múltiple	Logro matemático	+



Tabla A2: Estudios experimentales relacionados con los robots educativos

Referencia Variable	Intervención	Experimental diseño	Datos Análisis	Instrumento	Dependiente	Estado de apoyo
lio et al. (2019))	Sistema de aprendizaje de idiomas asistido por robot	Un solo grupo repetido	Repeate de ANCOVA	unidad de habla	Numero de palabras Tasa de errores gramaticales/léxicos Numero de palabras por minuto Duración de pausas silenciosas Aspecto segmentario de Pronunciación Tarea logro (conversación c con robot)	+
Huang y cols. (2017)	Uso de un paciente robot para el entrenamiento de habilidades de enfermería en grupos de transferencia de pacientes: E1: transferencia de paciente simulado humano, E2: paciente robot; C1: transferencia humana simulada; C2: paciente robot	Experimental Tres factores 2 × 2×2 mixtos 1 × 2	Pruebas t de muestras independientes, incluida la lectura,	Lista de verificación para el desempeño de habilidades	Habilidad de transferencia de pacientes	+
Así, et al. (2016) repetido	Modelado de vídeo con animación de robots	Un solo grupo	ANCOVA repetido (coordinación visomotora y percepción visual controlada)	Grabaciones de vídeo que incluyen gestos infantiles	Gestual Habilidades	
Hong et al. (2016)	Marco de Aprendizaje de Idiomas Asistido por Robot Grupos: (E) Sistema asistido por robot (C) Práctica educativa previa	Cuasi experimental con el diseño posttest del grupo control	Pruebas t de muestras independientes, incluida la lectura	Encuesta de escritura, expresión oral y comprensión	Rendimiento de aprendizaje (inglés) Motivación (material didáctico)	+
Hsiao et al. (2015)	Aprendizaje de idiomas con robot Grupos: E: Actividad de aprendizaje con robot inteligente, C: Actividad de aprendizaje con tableta	Cuasi-experimental single- Diseño grupal pre-posttest	ANCOVA (pretest controlado) Conductas en el aprendizaje	Conductas en el proceso	Comprensión lectora+ Habilidad para contar historias Palabra reconocimiento+ Recuento cuento	+
Wu et al. (2015)	Diseño instruccional utilizando una enseñanza múltiple Método Mixto Cuasi Pruebas t de muestras independientes Prueba de opción	Método Mixto Cuasi Prueba intermedia grupal – Post prueba	Prueba t de muestras independientes	Cuestionario de varias respuestas	Motivación e interés para inglés	+

Tabla A2: Estudios experimentales relacionados con los robóts educativos (Continuación)

Referencia Variable	Intervención	Experimental diseño	Datos Análisis	Instrumento	Dependiente	Estado de apoyo
Han et al. (2015)	Realidad aumentada asistida por robot Grupos de juegos dramáticos: (E) Grupo de robots, C) Grupo informático	Diseño pre-postest del grupo de control Cuasi experimental con el grupo control solo diseño postest	Prueba t de muestra independiente. Cuestionario	Observación Grabaciones de video	Interés por el juego dramático Usuario amigabilidad Propio compromiso Medio ambiente compromiso Colaboración con los medios de comunicación Medio función	+
Hung et al. (2015)	Sistema de aprendizaje basado en la realización situado Grupos: (E) Situado Estrategia basada en la realización (C) Estrategia basada en la realización Estrategia basada en la realización (C) Estrategia basada en la realización	Cuasi experimental con postest del grupo control diseño	Prueba t de muestra independiente (sin diferencias significativas en los entre grupos según la prueba de secuenciación de letras y números)	Cuestionario de la prueba de rendimiento de la tarea Auriculares Brainwave	Rendimiento de aprendizaje (bandera semáforo) Programación Atención	+
Chin et al. (2014)	Sistema educativo de aprendizaje basado en robots Grupos: (E) sistema de aprendizaje asistido por robot, (C) sistema de aprendizaje basado en PowerPoint	Método Mixto Cuasi – diseño experimental pre-postest	Prueba t de muestra pareada	Cuestionario Observación Entrevista	Rendimiento del aprendizaje	+
Krishnaswamy y cols. (2014)	Programa de motricidad visual mediada por robots Grupos: (E) programa de motricidad visual y terapia ocupacional, (C) terapia ocupacional tradicional	Experimental Con un grupo control diseño pre – postes	Pruebas t de muestras independientes para la motricidad visual	Integración	Integración visomotora	+
Cherr y cols. (2013)	Implementación Zona de Juegos de Aprendizaje Digital. Grupos: (E) patio de juegos de aprendizaje digital, (C) Práctica instructiva previa	Experimental con un diseño pre-postest de grupo control	Cuestionario de prueba t de muestras independientes	Prueba de opción múltiple	Interpretación de gráficos habilidades	+
Hung et all., (2013)	Aprendizaje de idiomas asistido por robots. Ambos grupos asignados a la enseñanza de robots	Cuasi Experimental Con un grupo control pre-postest	ANOVA de medidas Repetidas ANCOVA	Encuesta	Sostenibilidad el aprendizaje Motivación	+

Tabla A2: Estudios experimentales relacionados con los robots educativos (Continuación)

Referencia Variable	Intervención	Experimental diseño	Datos Análisis	Instrumento	Dependiente	Estado de apoyo
Wang et al. (2013)	Asistente con diferentes diseños instruccionales Marco con compañero robot tangible para conversaciones en inglés (E) Compañeros tangibles (C) Práctica educativa previa	Diseño posttest (Asignación aleatoria) Método Mixto: Cuasi experimental con grupo control pre – posttest de diseño	Prueba t de muestras pareadas e independientes	Prueba de cloze Tarea de expresión oral evaluada con la rúbrica Encuesta de entrevista de observación	Aprendizaje rendimiento+ Intención de continuación+ Rendimiento de aprendizaje (inglés) La prueba t de grupos independientes no es significativa para la prueba previa y posterior La prueba t de muestras pareadas es significativa para ambos grupos	+
Pop et al. (2013)	Entrega de historias sociales para niños con TEA. Grupos: (E1) Robots Sociales (E2) Pantalla de Ordenador (C) no recibieron ninguna intervención	Cuasi experimental (asignación aleatoria) con grupo control	Mann Whitney U	Evaluación de la conducta Uso de la grabación de vídeo.	Interacción social (E1 y C) Interacción social (E1 y E2) Interacción social (E2 y C)	+
Wei y Hung (2011)	Sistema de aprendizaje con robot. Grupos: (E) Robot como compañero de aprendizaje (C) Práctica instruccional previa	Método Mixto: Cuasi experimental con grupo control pre-post diseño		Cuestionario Observación Entrevista	Experiencial aprendizaje Alegre aprendizaje	+
Lee et al. (2011)	Sistema de aprendizaje de idiomas asistido por robot	Un solo grupo pre-Diseño posttest	Prueba t de muestras pareadas	Prueba de opción múltiple. Tarea de expresión oral Cuestionario	Interpretación auditiva (inglés) Actuación oral (Inglés)	
Chang et al. (2010a)	Aprendizaje de realidad mixta integrado por robot entorno Grupos: (E) Robot físico, (C) Robot virtual	Experimental con grupo de control pre-postprueba	Prueba t de muestra independiente		Rendimiento de aprendizaje Sentido de autenticidad Compromiso Motivación de aprendizaje	