



El efecto del uso de robots en el aprendizaje de las matemáticas en Educación Infantil

The Effect of Using Robots on Mathematics Learning in Early Childhood Education

Maria del Carmen Canto-López, Universidad de Cádiz (España) (mari.cantolopez@uca.es)
(<https://orcid.org/0000-0003-3077-4835>)

Santiago José Reguera Lozano*, Universidad de Cádiz (España) (santiago.reguera@uca.es)
(<https://orcid.org/0000-0002-3619-1094>)

Malena Manchado Porras, Universidad de Cádiz (España) (malena.manchado@uca.es)
(<https://orcid.org/0000-0001-5152-1912>)

Estívaliz Lorena Aragón Mendizábal, Universidad de Cádiz (España) (estivaliz.aragon@uca.es)
(<https://orcid.org/0000-0002-0440-5705>)

Carlos Mera Cantillo, Universidad de Cádiz (España) (carlos.mera@uca.es)
(<https://orcid.org/0000-0002-2557-5906>)

RESUMEN

La inclusión de la robótica educativa en los procesos de enseñanza-aprendizaje ha cobrado un interés creciente dentro del enfoque interdisciplinario de la metodología STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas). Las habilidades matemáticas comienzan a desarrollarse desde edades tempranas, existiendo diversos precursores que influyen en su aprendizaje. Este estudio analiza la influencia de la robótica educativa en la competencia matemática temprana en alumnado de Educación Infantil mediante un diseño cuasi-experimental con medidas pretest y posttest utilizando la prueba TEMT. La muestra incluyó 43 niños y niñas ($M = 67.98$ meses). La aplicación del programa Robotimath constó de 8 sesiones. Los resultados evidenciaron una mejora significativa en la competencia matemática en el grupo experimental, siendo este el grupo que presentaba inicialmente menor nivel, con diferencias estadísticamente significativas según el Test de Wilcoxon: en el subtest relacional ($p = .007$, $d = .49$); en el subtest numérico ($p = .015$, $d = .40$); y en la puntuación total del test ($p = .002$, $d = .50$). Estos hallazgos sugieren que el uso de la robótica educativa puede favorecer el desarrollo de la competencia matemática en el segundo ciclo de Educación Infantil.

ABSTRACT

The inclusion of educational robotics in teaching and learning processes has gained increasing interest within the interdisciplinary approach of the STEAM methodology (science, technology, engineering, arts, and mathematics). Mathematical skills begin to develop at an early age, with various precursors influencing their learning. This study analyzes the influence of educational robotics on early mathematical competence in preschool students through a quasi-experimental design with pretest and posttest measurements using the TEMT test. The sample included 43 children ($M = 67.98$ months). The application of the Robotimath program consisted of 8 sessions. The results showed a significant improvement in mathematical competence in the experimental group, which initially had the lowest level, with statistically significant differences according to the Wilcoxon Test: in the relational subtest ($p = .007$, $d = .49$); in the numerical subtest ($p = .015$, $d = .40$); and in the total test score ($p = .002$, $d = .50$). These findings suggest that the use of educational robotics can support the development of mathematical competence in the second cycle of preschool education.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Robótica, Steam, Matemáticas, Sentido numérico, Educación infantil, Intervención.
Robotics, Steam, Mathematics, Number Sense, Kindergarten Education, Intervention.

1. Introducción

La escuela tiene como responsabilidad formar a las nuevas generaciones considerando su contexto cultural y social, por lo que la educación del siglo XXI debe considerar la introducción y el uso de las nuevas tecnologías en la llamada era digital (Karakoyun y Lindberg, 2020; Papadakis, 2021). Si bien es cierto que el uso de pantallas táctiles está generalizado y forma parte de la dinámica diaria de las aulas, no ocurre de la misma manera con la robótica como herramienta en el proceso de enseñanza aprendizaje. Esta puede favorecer la motivación del alumnado por su uso novedoso y por el atractivo tecnológico, y lúdico en la educación inicial.

1.1. Aprendizaje matemático y sentido numérico

El desarrollo de las capacidades numéricas en las primeras etapas escolares ha suscitado en las últimas décadas un creciente interés entre la comunidad científica, provocando que el término sentido numérico haya ido evolucionando a lo largo de los años. Dehaene (1997) concebía que el sentido numérico era la capacidad de procesar magnitudes no simbólicas. Posteriormente, el concepto de sentido numérico evolucionó para ser considerado como el marco cognitivo que permite al niño la comprensión intuitiva del número, las cantidades y sus relaciones (Gersten y Chard, 1999; Spelke, 2000). La capacidad de contar, identificar números, clasificar objetos por color, tamaño y forma, así como reconocer figuras geométricas y la correspondencia entre objetos, son habilidades fundamentales (Piaget, 1980). Estos aspectos son esenciales para la adaptación a la vida cotidiana (Berciano-Alcaraz, Jiménez-Gestal y Salgado-Somoza, 2016) y requieren tanto la curiosidad como la manipulación activa del aprendiz, ya que a estas edades el conocimiento se construye principalmente a través del juego (Dewi Nur, Herman y Mariyana, 2018). De hecho, la importancia del sentido numérico radica en su relevancia a la hora de aprender matemáticas y se arraiga a una edad temprana, mucho antes de la etapa de educación primaria, siendo un poderoso predictor de los logros matemáticos posteriores (Jordan, Glutting y Ramineni, 2010; Liu, Peng y Yan, 2025).

En los últimos años se constata que hay una gran variabilidad individual entre el alumnado en el desarrollo numérico temprano. Los estudios longitudinales muestran que estas diferencias se mantienen a lo largo del desarrollo y los estudiantes tienden a permanecer en el mismo rango con respecto a sus iguales a lo largo de la escolaridad (Caviola et al., 2021; Dowker, 2023; Tosto et al., 2017). En ocasiones, estas diferencias se asocian con la desventaja socioeconómica (Aragón et al., 2022; Aunio y Niemivirta, 2010; Bojorque et al., 2019). En cualquier caso, los hallazgos sugieren que reforzar tempranamente el aprendizaje matemático podría reportar un beneficio para los estudiantes, independientemente del origen de estas diferencias.

Siguiendo esta línea, la investigación se ha centrado en conocer qué variables permiten mejorar la competencia matemática desde edades tempranas, llevando a distinguir entre dos tipos de predictores, los de dominio general y los de dominio específico; siendo los de dominio general aquellos que no solo contribuyen a las matemáticas, sino también a otras materias, destacando la memoria de trabajo, la memoria a corto plazo, la velocidad de procesamiento y la inteligencia (Aragón-Mendizábal et al., 2019; Aragón Mendizábal y Navarro Guzmán, 2016; Hawes et al., 2019; Orrantía Rodríguez et al., 2018; Xenidou-Dervou et al., 2018). Los predictores de dominio específico de las matemáticas se relacionan con las nociones que preceden a los conceptos numéricos que habitualmente son conocidas como las habilidades de tipo relacional o piagetiano, las cuales funcionan como base para destrezas de mayor complejidad como la resolución de problemas, o habilidades que requieren mayor cantidad de recursos cognitivos y conocimiento del sistema de representaciones numéricas (Aragón Mendizábal, Delgado Casas y Marchena Consejero, 2017). Entre estas habilidades se encuentra la comparación, la clasificación, la correspondencia uno a uno y la seriación. Como se indicó anteriormente, el enfoque interaccionista (Van De Rijt y Van Luit, 1998) asume la contribución en el desarrollo de la competencia matemática temprana tanto de las operaciones lógicas piagetianas como del conteo. Por tanto, no solo las habilidades relacionales anteriormente mencionadas estarían contribuyendo al desarrollo del número, sino también las habilidades numéricas o de naturaleza más cognitiva. Entre ellas se encuentra el conteo verbal, el conteo estructurado, el conteo resultante y el conocimiento general de los números (Cerda et al., 2011). En definitiva, el concepto de competencia matemática temprana lleva implícito que tanto las denominadas operaciones lógicas piagetianas como las habilidades de conteo contribuyen de forma significativa al desarrollo matemático (Nunes y Bryant, 1996, citado en Cerda et al., 2011). En este sentido, Nguyen et al. (2016), encontraron que las habilidades

numéricas tempranas son los predictores más fuertes del rendimiento matemático posterior. Es decir, las competencias de conteo al final de Educación Infantil, y en especial las de conteo avanzado, correlacionan con el rendimiento matemático al final de la Educación Primaria. En otros estudios como el de Hirsch et al. (2018), se destaca un modelo de cuatro competencias numéricas tempranas, incluyendo habilidades relacionales y numéricas: seriación, comparación no simbólica, conteo y conocimiento simbólico de los números, que predicen el rendimiento matemático en 6º de Educación Primaria.

La literatura especializada cuenta con numerosas intervenciones en este sentido, en esta línea, se puede mencionar el estudio de Aragón Mendizábal et al. (2015) sobre la intervención para mejorar habilidades relacionales y numéricas en niños en riesgo de dificultades de aprendizaje, utilizando un programa de entrenamiento computarizado. Los resultados mostraron que el grupo experimental mejoró significativamente en subtests numéricos y tareas relacionales, mientras que el grupo control también incrementó sus puntuaciones post-test. La intervención tuvo un impacto positivo, especialmente en tareas piagetianas, aunque los incrementos en destrezas numéricas fueron menores que en habilidades relacionales. Estos resultados inciden en la importancia de intervención precoz y rompen una lanza a favor de la eficacia del uso de nuevas tecnologías a edades tempranas.

1.2. Metodología STEAM

Uno de los desafíos educativos actuales es la integración de la tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como el fomento de habilidades en el ámbito de la Ciencia (s), Tecnología (t), Ingeniería (e), Arte (a) y Matemáticas (m) (STEAM, por sus siglas en inglés). Actualmente, existe suficiente justificación empírica sobre la efectividad de la metodología STEAM en el desarrollo del aprendizaje, siendo aplicable tanto a las matemáticas como a diversas materias, pero la investigación sobre este tipo de enfoques requiere aún más evidencia empírica que respalde su integración en las políticas curriculares (Gonzalez-Fernández, González-Flores y Muñoz-López, 2021). La educación mediante este enfoque implica diversas metodologías de enseñanza y requiere el tratamiento eficiente de diferentes saberes, estableciendo conexiones entre disciplinas científicas (Acosta y Alsina, 2018). Además, pretende promover el uso de diferentes enfoques de pensamiento como el cualitativo, el cuantitativo, el espacial y el crítico, los cuales son imprescindibles para una adecuada resolución de problemas en diferentes contextos (Ferrada et al., 2021). Asimismo, es importante superar las barreras que tradicionalmente han afectado a los estudiantes en el área de las matemáticas y orientar el aprendizaje al desarrollo del pensamiento computacional, una destreza clave en el desarrollo de la Competencia Matemática y Competencia en Ciencia, Tecnología e Ingeniería, recogida en el currículo de la etapa de Educación Infantil (Orden de 30 de mayo de 2023, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Andalucía). Del mismo modo, en relación con las competencias específicas 1 y 2 del Área de Exploración del Entorno (Segundo ciclo), la propuesta busca acercar a los más pequeños a los conceptos lógico-matemáticos de manera divertida y lúdica, promoviendo su alfabetización científica, facilitando el contacto, de manera progresiva, con los procedimientos del método científico y las destrezas del pensamiento computacional básico.

Este cambio de enfoque en las prácticas educativas mediante programas de formación docente en metodología STEAM refleja resultados beneficiosos en la autoeficacia de los profesionales y las prácticas docentes, pero no está exento de un intenso esfuerzo formativo y de obstáculos como la falta de recursos, la resistencia al cambio en algunos profesionales y la organización escolar (Romero-Ariza et al., 2021). Es relevante considerar que el uso de la robótica educativa contribuye no solo al aprendizaje y perfeccionamiento de habilidades duras, sino también de habilidades blandas, que en última instancia pueden favorecer el aprendizaje de las duras y favorecer el gusto por las carreras STEAM (Ching y Hsu, 2024). En concreto, respecto al aprendizaje matemático, el enfoque STEAM transforma la enseñanza de las matemáticas al integrarlas con otras áreas, promoviendo habilidades clave como el razonamiento lógico y la resolución de problemas en estudiantes de todos los cursos a través del uso de estrategias como juegos, gamificación, materiales manipulativos y herramientas tecnológicas en contextos diversos (Acendra Pertuz y Conde Carmona, 2024). La intervención didáctica con robots educativos, como el Bee-Bot, puede facilitar el enfoque STEAM en la Educación Infantil ya que no solo se enseñan habilidades básicas de programación, sino que también se fomentan otras habilidades duras como el pensamiento computacional y algorítmico (Chaldi y Mantzanidou, 2021) así como destrezas blandas relacionadas con la competencia social del trabajo y la resolución de problemas en grupo (Scheerens, van der Werf y de Boer, 2020).

1.3. Robótica educativa

El uso de la robótica facilita la instrucción y promueve el trabajo en áreas científicas y tecnológicas desde edades tempranas, por lo que su inclusión en actividades educativas se considera un recurso pedagógico valioso, aportando un valor añadido a las metodologías basadas en la manipulación y experimentación (Goodgame, 2018; Karampinis, 2018). Además, influye en la motivación de los estudiantes al desarrollar diversas tareas que enriquecen conocimientos y competencias al integrar diferentes áreas de conocimiento. La Robótica Educativa (RE) encuentra sus principales sustentos en las teorías de aprendizaje constructivistas y construccionistas (Bravo Sánchez y Forero Guzmán, 2012). Mims-Word (2012) indica que, al igual que en Educación Infantil se introducen a los niños en el alfabeto para que puedan desarrollar su idioma para comunicarse, se deberían introducir en la codificación y programación, porque implican las bases de la alfabetización del siglo XXI.

La RE se puede integrar en el proceso enseñanza-aprendizaje mediante diversos enfoques prácticos, uno de estos es su implementación como objeto principal de aprendizaje (Goodgame, 2018; Karampinis, 2018); un segundo enfoque sería concebirla como medio de aprendizaje (Kucuk y Sisman, 2017) y, el tercero, consistiría en utilizarla como apoyo al desarrollo de aprendizajes (Moro, Nejat y Mihailidis, 2018). En los primeros dos enfoques la orientación va dirigida a la construcción y programación de robots, empleando piezas de engranajes, sensores, actuadores y codificando instrucciones de acuerdo con la sintaxis propia de un lenguaje de programación. En el tercer enfoque, los robots se emplean dentro de la clase, como un recurso didáctico (Bruni y Nisdeo, 2017; Serholt, 2018). En el presente estudio se utiliza este tercer enfoque, pues permite la incorporación de elementos de RE en la etapa de Educación Infantil, como un recurso añadido a las dinámicas habituales de enseñanza en el aula, a través de facilitar el aprendizaje por indagación, y experimentación, donde los errores son considerados como una oportunidad de aprendizaje (Bruni y Nisdeo, 2017; Serholt, 2018).

Tras conocer las bases del aprendizaje matemático, junto al sentido numérico, y la vinculación de la robótica educativa con las nuevas metodologías STEAM se plantea como finalidad el análisis de los resultados derivados de la implementación de un programa de robótica educativa. En las próximas secciones se describen los participantes y los materiales empleados tanto para la evaluación como para la puesta en marcha del programa de intervención matemática. A continuación, se especifica el tipo de estudio y el procedimiento, describiendo paso a paso la secuencia seguida en el trabajo. Finalmente, se proporciona el análisis de datos descriptivo e inferencial, su discusión y las conclusiones finales del estudio.

1.4. Objetivos

El objetivo general que se persigue es:

Analizar la influencia de la robótica educativa en la competencia matemática temprana en el alumnado que se inicia en la matemática formal.

Los objetivos específicos que se plantean son los siguientes:

- Evaluar la competencia matemática temprana del alumnado de 5-6 años, antes y después de la aplicación del programa.
- Diseñar e implementar en el aula un programa de intervención basado en robótica educativa para fomentar el desarrollo de la competencia matemática temprana.
- Analizar los resultados y estudiar sus posibles implicaciones en la realidad educativa.

A partir de los objetivos planteados se pretende contribuir, mediante la implementación de un programa de intervención con robótica educativa, a la mejora de habilidades matemáticas en edades tempranas de manera significativa.

2. Material y métodos

2.1. Participantes

La muestra de este estudio estuvo compuesta por 43 participantes (17 niños y 26 niñas de edades comprendidas entre 5 años y 3 meses y los 6 años y 6 meses $X = 67.98$). El total de la muestra pertenecía al tercer curso del segundo ciclo de Educación Infantil de un centro educativo de la provincia de Cádiz.

2.2. Materiales

Para la evaluación de la competencia matemática se utilizó la adaptación española del Test de evaluación

matemática temprana (TEMT) (Van-Luit et al., 2011). La prueba permite la evaluación de la competencia matemática temprana en niños de 4 a 7 años a través de 40 ítems, agrupados en 8 componentes del pensamiento matemático, que a su vez se agrupan en dos grupos que permiten evaluar las habilidades de tipo relacional (Comparación, Clasificación, Correspondencia, Seriación) y las de tipo numérico (Conteo verbal, estructurado y resultante y Conocimiento general de los números).

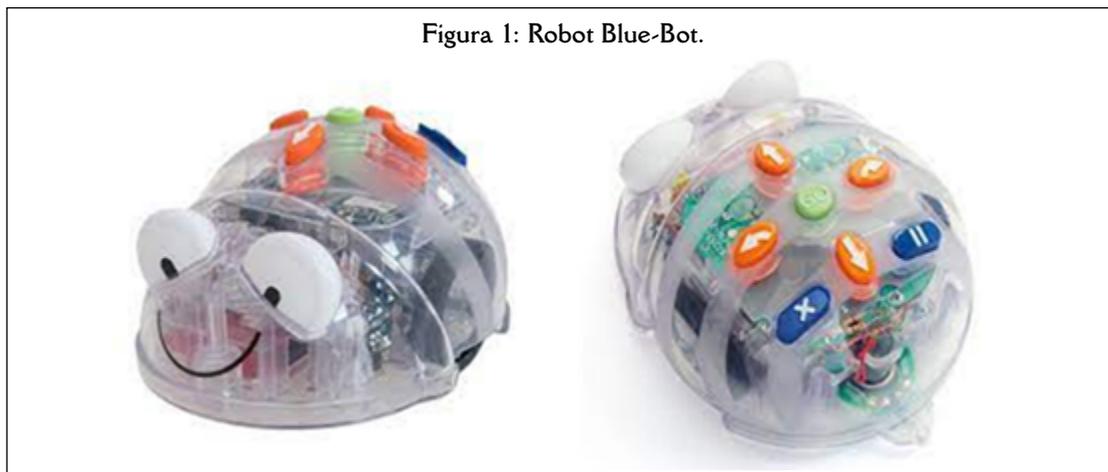
En lo referente a la validez de constructo del test se mostró que el factor resultante explicaba el 69% de la varianza. En cuanto a la validez concurrente, se observó en comparación con otra prueba similar, valores significativos ($r=0.689$; $p < 0.01$). Además, el TEMT muestra validez predictiva del rendimiento matemático para los dos cursos académicos posteriores (obteniéndose $r=0.689$ para el subtest relacional y $r=0.633$ para el subtest numérico). En cuanto a la fiabilidad, el test cuenta con un alfa de Cronbach=0.95.

2.2.1. Blue-Bot

Para la intervención, se utilizó el kit de robótica Blue-Bot® (figura 1), un robot en forma de abeja con una estructura que combina resistencia y sutileza al mismo tiempo. Es un recurso recomendado para niños entre 3 y 8 años, ya que presenta unas dimensiones adecuadas para su manipulación y sus colores, sonidos y movimientos lo hacen muy atractivo. El robot cuenta con botones para programar la secuencia de movimientos que él deberá realizar: avanzar, retroceder, girar a la izquierda o derecha, comenzar a moverse, pausar los movimientos y borrar los comandos anteriores. El robot se desplaza en movimientos de 15 cm, realiza giros de 90° y almacena en memoria hasta 40 instrucciones.

Para el estudio se utilizó una serie de tapetes o alfombrillas que fueron diseñadas para la investigación, en función de los objetivos de las actividades que se planteaban en las diferentes sesiones. Además, se diseñaron para cada sesión una serie de personajes y materiales diferentes que involucraban entre sus personajes al propio robot Blue-Bot®.

Figura 1: Robot Blue-Bot.



2.3. Método

El estudio se desarrolló mediante un diseño de tipo cuasi-experimental con medidas pretest y postest. Los participantes se dividieron en dos grupos: el experimental (Ge), que recibió las sesiones del programa de intervención, y el grupo de control (Gc), compuesto por sujetos que no participaron en actividades de robótica. La asignación de los sujetos a los grupos fue a través de muestreo no probabilístico de grupos preexistentes debido a condiciones contextuales. Siguiendo los criterios metodológicos de este tipo de diseño de investigación, se recogieron medidas de cada individuo (Gc y Ge) antes y después de la intervención.

2.4. Procedimiento

La secuencia utilizada para el estudio fue: evaluación pre-test, intervención y evaluación post-test.

1) Evaluación pre-test

Se llevaron a cabo sesiones informativas con el profesorado y la dirección para presentar el proyecto y solicitar su participación. Posteriormente, el equipo se reunió con los padres y madres en sesiones informativas. La implementación del trabajo empírico comenzó al inicio del segundo trimestre, solicitando la autorización previa a los padres. Posteriormente, se administró el test TEMT para evaluar la competencia matemática del alumnado.

2) Intervención

Se llevó a cabo la intervención con el robot Blue-bot a lo largo de 8 sesiones (figura 2). La duración de cada una fue de 30-40 minutos aproximadamente. Los grupos estaban formados por 5-6 participantes (figura 3).



Descripción de las sesiones

Sesión 1. Desplazamiento por la recta numérica. Sin robot, se trabajó el recorrido en la recta numérica con tres niveles de actividad. La ejecución se realizaba de dos maneras: 1) desplazándose físicamente sobre una alfombra con línea numérica y 2) moviendo un juguete.

Nivel 1: Contar pasos hacia adelante desde un número inicial.

Nivel 2: Contar los pasos necesarios entre dos números.

Nivel 3: Dado un número final y los pasos realizados, encontrar el número de partida.

Sesión 2. Introducción del robot. Se explicaron sus movimientos (avanzar, retroceder, acción y borrar memoria) y cada participante lo manipuló para familiarizarse. Se trabajaron los mismos niveles que en la sesión anterior, introduciendo las secuencias de movimiento en el robot sobre un panel de la línea numérica.

Sesión 3. Tarjetas direccionales. Se incorporaron tarjetas direccionales para planificar la secuencia antes de introducirla en el robot. El trabajo en parejas consistía en que un participante organizaba la secuencia con tarjetas y el otro la introducía en el robot sobre el panel de la línea numérica.

Nivel 1: Introducir una secuencia de hasta dos pasos.

Nivel 2: Introducir una secuencia de tres a cuatro pasos.

Nivel 3: Elegir la secuencia correcta entre dos posibles destinos.

Sesión 4. Cambios de dirección. De nuevo sin robot, se realizaron actividades sobre un tablero numérico (5x2) utilizando señales táctiles para indicar movimientos (avanzar, retroceder, girar). Se apoyaron en tarjetas direccionales y se emplearon tanto el propio cuerpo como un juguete.

Nivel 1: Seguir indicaciones para determinar el número de llegada (máximo un paso y un giro).

Nivel 2: Determinar el número de llegada con un máximo de dos pasos y un giro.

Nivel 3: Encontrar la secuencia necesaria entre un número inicial y un destino dado.

Sesión 5. Cambio de dirección con el robot. Se explicaron los giros del robot y, tras la manipulación, se

repitieron los tres niveles de la sesión anterior con el robot sobre un panel 5x5. La ejecución fue individual y sin tarjetas.

Sesiones 6 y 7. Trabajando por parejas. Se retomaron los tres niveles de la sesión anterior, aumentando ligeramente la cantidad de pasos y giros. Un participante creaba la secuencia con tarjetas y el otro la programaba en el robot.

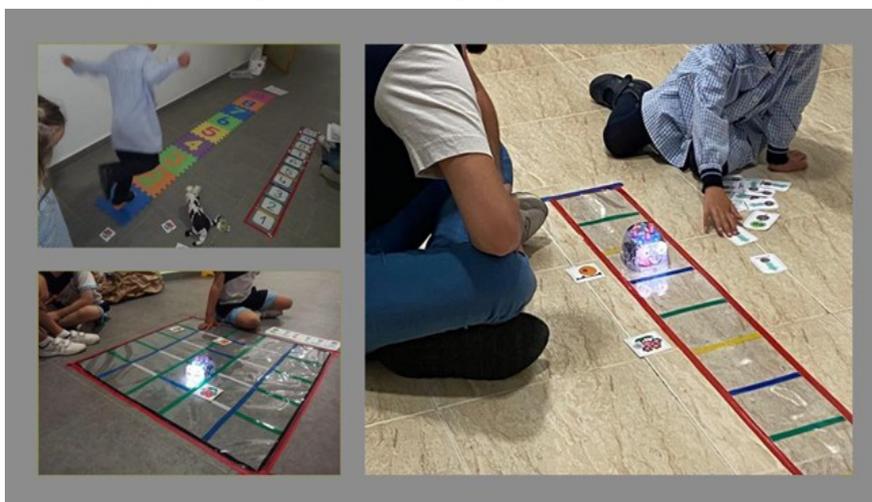
Sesión 8. Depuración. Se practicó la detección y corrección de errores en secuencias programadas, manteniendo tres niveles de actividad:

Nivel 1: Verificar y corregir una secuencia de dos pasos y un giro.

Nivel 2: Verificar y corregir una secuencia de tres pasos y un giro.

Nivel 3: Verificar y corregir una secuencia de tres pasos y dos giros.

Figura 3: Implementación del programa ROBOTIMATH.



3) Evaluación post-test

Se administró de nuevo el test TEMT, siguiendo el procedimiento descrito en la fase 1 de evaluación pretest. Una vez recogidos los datos se redactaron los informes de resultados que fueron entregados a padres y tutores de los grupos participantes en una sesión informativa organizada al finalizar las fases de evaluación e intervención.

Consideraciones éticas del estudio: Pevio al inicio del estudio, se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los padres o tutores de los participantes, así como el del centro escolar. En todo momento del estudio se siguieron los protocolos legales de garantías éticas, tanto en lo relativo a las autorizaciones como a la protección de datos. Este trabajo ha seguido el Código Internacional de Ética en Humanidades y Ciencias Sociales del *Centre for Research Ethics & Bioethics*.

3. Análisis y resultados

3.1. Análisis de datos

Se realizó un análisis descriptivo e inferencial de los resultados para comprobar las diferencias existentes entre los dos grupos participantes empleando el paquete estadístico SPSS 23.0. Se calcularon las medidas de distribución central y de dispersión. A continuación, se realizó el estudio de normalidad de la muestra poblacional a través del test de normalidad Kolmogorov-Smirnov que reveló que la mayoría de las variables no muestran compatibilidad con una distribución normal ($\text{sig.} > .05$), por lo que se optó por aplicar pruebas de contraste no paramétricas como la U de Mann-Whitney y la W de Wilcoxon para la comparación de las medidas pretest y posttest. Asimismo, se calcularon las ganancias producidas en cada grupo y se estudió el tamaño de su efecto considerando el estadístico d de Cohen.

3.2. Resultados

Para dar respuesta a las preguntas de investigación, en primer lugar, se compararon los resultados en el test de competencia matemática temprana del pretest entre los dos grupos participantes para verificar su equivalencia. Los datos obtenidos muestran que los grupos son equivalentes en la mayoría de las variables, existiendo diferencias significativas entre ambos grupos en las medias de las tareas de comparación, seriación y en el subtest de matemática relacional ($p < .05$). Además de estas diferencias significativas, se observó que uno de los grupos arrojó medias inferiores en la mayoría de las subtareas, en las dos subpruebas y en el total de la prueba (tabla 1). Por lo anterior, se optó por aplicar el programa en el grupo que mostró medias inferiores, para comprobar si la implementación del programa mejoraría las habilidades matemáticas.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos en pretest y análisis de medias

Estadísticos descriptivos de los diferentes componentes del TEMT en el pretest

	grupo	N	Media	Desviación típ.	Sig.
pretest tarea comparación	Gc	19	4.90	.32	.044
	Ge	24	4.59	.58	
pretest tarea clasificación	Gc	19	4.58	.61	.170
	Ge	24	4.25	.79	
pretest tarea correspondencia	Gc	19	3.32	.95	.675
	Ge	24	3.21	1.14	
pretest tarea seriación	Gc	19	3.53	.90	.003
	Ge	24	2.25	1.45	
pretest tarea conteo verbal	Gc	19	3.16	1.07	.442
	Ge	24	3.33	1.09	
pretest tarea conteo estructurado	Gc	19	2.58	1.22	.990
	Ge	24	2.54	1.18	
pretest tarea conteo resultante	Gc	19	2.32	1.25	.097
	Ge	24	1.67	1.58	
pretest tarea conocimiento números	Gc	19	3.11	1.20	.292
	Ge	24	2.71	1.33	
pretest subtest relacional	Gc	19	16.37	1.50	.004
	Ge	24	14.29	2.73	
pretest subtest numérico	Gc	19	11.63	4.00	.224
	Ge	24	10.25	4.19	
Pretest total TEMT	Gc	19	28.00	4.64	.060
	Ge	24	24.54	6.41	

A continuación, se presentan los estadísticos descriptivos de los componentes evaluados en el Ge y Gc obtenidos en el pretest y posttest. Los resultados indican que las medias obtenidas en los subtest numérico y relacional, y en la puntuación total del test han sido superiores en el posttest para el Ge, mostrando una mejora en las puntuaciones (tabla 2).

Tabla 2: Estadísticos descriptivos grupos de estudio.

Puntuaciones Media y Desviación típica de Gc y Ge en los subtests del TEMT

	Grupo	N	Mínimo	Máximo	Media	SD
Gc	pretest subtest relacional	19	14.00	19.00	16.37	1.49
	pretest subtest numérico	19	4.00	18.00	11.63	4.00
	pretest total TEMT	19	20.00	36.00	28.00	4.60
	posttest subtest relacional	18	12.00	19.00	16.55	2.03
	posttest subtest numérico	18	6.00	20.00	11.72	3.94
	posttest total TEMT	18	18.00	39.00	27.66	5.28
Ge	pretest subtest relacional	24	8.00	19.00	14.29	2.72
	pretest subtest numérico	24	2.00	20.00	10.25	4.18
	pretest total TEMTU	24	15.00	39.00	24.54	6.41
	posttest subtest relacional	24	11.00	19.00	15.58	2.56
	posttest subtest numérico	24	4.00	18.00	11.70	3.05
	posttest total TEMT	24	17.00	37.00	27.33	4.71

Finalmente, para analizar si dentro de cada grupo las diferencias de medias entre pretest y postest fueron significativas, se aplicó la prueba de W de Wilcoxon para muestras relacionadas. Los resultados mostraron que el Gc no presentaba diferencias significativas entre pretest y postest ($p > .05$), mientras que el Ge muestra diferencias significativas en las siguientes medidas evaluadas: seriación, conteo estructurado, subtest relacional, subtest numérico y puntuación total de la prueba de competencia matemática temprana ($p < .05$).

Tabla 3: Análisis de medias de las muestras relacionadas entre los Gc y Ge en pretest y postest.
Análisis de las medias en los diferentes componentes del TEMT tras la intervención con Robotimath

	Grupo							
	Gc				Ge			
	Z	gl	Sig.	d	Z	gl	Sig.	d
pretest – postest tarea comparación	-.447	17	.542	0.21	-.832	23	.417	0.23
pretest – postest tarea clasificación	-.973	17	.331	0.34	-.842	23	.405	0.22
pretest - postest tarea correspondencia	-1.661	17	.095	0.5	-.711	23	.512	0.22
pretest - postest tarea seriación	-1.513	17	.138	0.37	-2.941	23	.002	0.58
pretest - postest tarea conteo verbal	-.881	17	.386	0.18	-.206	23	.866	0.04
pretest - postest tarea conteo estructurado	-.960	17	.341	0.31	-2.078	23	.032	0.60
pretest - postest tarea conteo resultante	-.139	17	.848	0.12	-1.786	23	.069	0.58
pretest - postest tarea conocimiento números	-.144	17	.863	0.05	-1.740	23	.086	0.34
pretest - postest subtest relacional	-.526	17	.686	0.05	-2.697	23	.003	0.49
pretest - postest subtest numérico	-.158	17	.881	0.02	-2.426	23	.008	0.4
pretest - postest total TEMT	-.182	17	.773	0.07	-3.110	23	.001	0.50

Respecto a la magnitud de las diferencias encontradas en el Gc, la tabla 3 muestra tamaños del efecto pequeños para las siguientes medidas relativas a la evaluación postest: comparación, clasificación, seriación, conteo estructurado, y un tamaño del efecto moderado para la medida de correspondencia. Para el Ge, en esta misma tabla se observan tamaños del efecto pequeños para las siguientes medidas relativas a la evaluación postest: comparación, clasificación, correspondencia, conocimiento general de los números, subtest numérico y subtest relacional, este último con un tamaño del efecto casi moderado. Los tamaños del efecto fueron moderados en el Ge para seriación, conteo estructurado, conteo resultante, y total en el test de competencia matemática temprana en la evaluación postest.

4. Discusión y conclusiones

El presente trabajo pretendió arrojar luz a las ventajas derivadas del uso de robots en el aprendizaje de las matemáticas en la etapa de Educación Infantil. Considerando que la competencia matemática temprana se va construyendo en función de la complejidad de las habilidades que se van alcanzando (Clements et al., 2020; Fuson y Hall, 1992), tomando como base conceptos y destrezas previas, es importante implementar intervenciones tempranas que contribuyan a reducir el riesgo de presentar dificultades de aprendizaje de las matemáticas en los más pequeños (Allen et al., 2024).

Como resultado de la implementación de las sesiones de intervención se observó una ganancia moderada en el Ge en seriación y habilidades de conteo, así como en la puntuación global del test. Partiendo de que la habilidad de seriación es un requisito básico para el aprendizaje del conteo, se puede deducir que el entrenamiento para el Ge contribuyó, a una mejora significativa y perfeccionamiento de dicha habilidad que proporcionó el sustento para el aprendizaje de habilidades numéricas y más cercanas al pensamiento matemático formal (Fuson y Hall, 1992) tales como el conteo estructurado y resultante. Asimismo, se demostró una mejora significativa para el Ge, en el desempeño global de la prueba aplicada, alzando de esta manera la implementación del programa como recurso preventivo en la competencia matemática temprana (Angeli y Georgiou, 2023; Sullivan y Heffernan, 2016).

Es importante considerar que, aun partiendo de una desventaja del Ge sobre el Gc, la puesta en marcha de una intervención temprana con base en la robótica educativa puede reforzar la competencia matemática temprana, siendo especialmente relevante para aquel alumnado que presenta riesgo de presentar dificultades de aprendizaje de las matemáticas (DAM). Por tanto, esta intervención podría reducir posibles barreras existentes en el aprendizaje inicial de las matemáticas condicionando un desempeño adecuado en cursos posteriores (Benvenuto y González, 2017; Hellstrand et al., 2023).

En la actualidad un número significativo de investigaciones han centrado su interés en las dificultades de aprendizaje de las matemáticas (Butterworth, Varma y Laurillard, 2011; González, Benvenuto y Lanciano, 2017; Lucangeli y Mammarella, 2010; Piazza et al., 2010), concretamente, en un estudio reciente se arrojó evidencia sobre el momento de aparición de las dificultades de aprendizaje, indicando que por lo general surgen antes de la educación formal (Aunio et al., 2015). Este hecho demuestra y avala la importancia de establecer estrategias de prevención, evaluación e intervención temprana, tanto oportuna como eficaz, especialmente si se adaptan a las características individuales del alumno.

4.1 Conclusiones

El presente estudio muestra que utilizar un robot educativo (Bee-Bot, Blue-Bot) en un aula de Educación Infantil, no sólo acerca a los estudiantes a las metodologías STEAM (Chaldi y Mantzanidou, 2021) sino que, además, mejora el aprendizaje matemático tan relacionado con el pensamiento computacional. Los robots educativos, utilizados con la adecuada intervención y aprovechando la tendencia a la exploración del alumnado de Educación Infantil, parecen contribuir a la mejora del aprendizaje matemático (Diago Nebot, Arnau Vera y González-Calero Somoza, 2018; Ferrada et al., 2021; González et al., 2019).

4.2. Limitaciones y consideraciones finales

Entre las limitaciones del estudio, se encuentra el tamaño de la muestra que dificulta la generalización de resultados encontrados. Si bien en el metaanálisis realizado por Ching y Hsu (2024) la mayoría de los estudios en Educación Infantil contaban con muestras inferiores o iguales a 50 alumnos, se plantea como perspectiva futura aumentar la muestra de estudio para poder generalizar la validez y efectividad del programa RobotiMATH. Asimismo, se considera relevante incluir la evaluación de habilidades blandas que puedan ser relevantes para el éxito integral del alumnado en cursos posteriores, especialmente considerando el carácter grupal de la intervención del que se puede obtener beneficios en competencias de corte más transversal (Scheerens et al., 2020).

Sin duda, la influencia de la robótica educativa en el aprendizaje matemático en edades tempranas es un ámbito aún por explorar, precisando de un mayor número de estudios que avalen los resultados encontrados en la presente investigación. De aquí se deriva la relevancia del estudio y la innovación que se presenta al incluir el uso de robots para la mejora del aprendizaje matemático, a partir de la indagación y experimentación del alumnado, tomando como base del aprendizaje el análisis de errores y la comprensión de las situaciones problemas que se deben resolver.

Apoyos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto Plan Propio UCA con referencia PR2022-003 y el Proyecto MINECO-FECER con referencia PID2023-151018OA-I00.

Referencias

- Acendra Pertuz, J. M. y Conde Carmona, R. J. (2024). STEAM para el desarrollo del pensamiento matemático: una revisión documental. *Praxis*, 20(2), 351-370. <https://doi.org/10.21676/23897856.5783>
- Acosta, Y. y Alsina, Á. (2018). Alfabetización algebraica a partir de 3 años: El caso de los patrones. En L. J. Rodríguez-Muñiz, L. Muñiz-Rodríguez, A. Aguilar-González, P. Alonso, F. J. García García, y A. Bruno (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXII* (pp. 111-120). Gijón: SEIEM. https://www.unioviado.es/XXIISeiem/wp-content/uploads/2018/07/22_SIMPOSIO_SEIEM_Comunicacion_defini_54.pdf
- Allen, A. A., Smith, R. A., Burns, M. K. y Lembke, E. S. (2024). Early academic and behavior skills as predictors of later mathematics achievement. *Psychology in the Schools*, 61(7), 3010-3025. <https://doi.org/10.1002/pits.23205>
- Angeli, C. y Georgiou, K. (2023). Investigating the effects of gender and scaffolding in developing preschool children's computational thinking during problem-solving with Bee-Bots. *Frontiers in Education*, 7, 757627. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.757627>
- Aragón-Mendizábal, E., Cerda, G., Delgado-Casas, C., Aguilar-Villagran, M. y Navarro-Guzman, J. I. (2019). Individual differences in general and specific cognitive precursors in early mathematical learning. *Psicothema*, 31, 156-162. <https://doi.org/10.7334/psicothema2018.306>
- Aragón, E., Cerda, G., Pérez, C., Aguilar, M. y Navarro, J. I. (2022). Socio-Economic and Cultural Context in the Development of Early Mathematical Competencies: A Comparative Study of Specific Educational Contexts in Chile and Spain. *Psychological Reports*, 126(6), 2904-2923. <https://doi.org/10.1177/00332941221097950>
- Aragón Mendizábal, E., Aguilar Villagrán, M., Navarro Guzmán, J. I. y Araujo Hoyos, A. (2015). Efectos de la aplicación de un programa de entrenamiento específico para el aprendizaje matemático temprano en educación infantil. *Revista Española de Pedagogía*, 73(260), 105-119. <https://doi.org/10.22550/2174-0909.2617>

- Aragón Mendizábal, E. y Navarro Guzmán, J. I. (2016). Exploración de diferencias de género en los predictores de dominio general y específico de las habilidades matemáticas tempranas. *Suma Psicológica*, 23(2), 71-79. <https://doi.org/10.1016/j.sumpsi.2016.04.001>
- Aragón Mendizábal, E. L., Delgado Casas, C. I. y Marchena Consejero, E. (2017). Diferencias de aprendizaje matemático entre los métodos de enseñanza ABN y CBC. *Psychology, Society & Education*, 9(1), 61-70. <https://doi.org/10.25115/psye.v9i1.462>
- Aunio, P., Heiskari, P., Van Luit, J. E. H. y Vuorio, J.-M. (2015). The development of early numeracy skills in kindergarten in low-, average- and high-performance groups. *Journal of Early Childhood Research*, 13(1), 3-16. <https://doi.org/10.1177/1476718x14538722>
- Aunio, P. y Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 427-435. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.06.003>
- Benvenuto, G. y González, I. (2017). Evaluación de la matemática temprana mediante la primera validación italiana del Early Numeracy Test-Revised (ENT-R). *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies*, 15, 127-142. <https://doi.org/10.7358/ecps-2017-015-gonz>
- Berciano-Alcaraz, A., Jiménez-Gestal, C. y Salgado-Somoza, M. (2016). Tratamiento de la Orientación en el Aula de Educación Infantil desde la perspectiva de la Educación Matemática Realista. *Números. Revista de Didáctica de Las Matemáticas*, 93, 31-44. <https://www.sinepton.org/numeros>
- Bojorque, G., Torbeyns, J., Van Hoof, J., Van Nijlen, D. y Verschaffel, L. (2019). Influencia del nivel socioeconómico en el desarrollo de las competencias numéricas de los niños ecuatorianos de jardín infantil. *Perfiles Educativos*, 41(166), 90-104. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.166.59183>
- Bravo Sánchez, F. Á. y Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 13(2), 120-136. <https://doi.org/10.14201/eks.9002>
- Bruni, F. y Nisdeo, M. (2017). Educational Robots and Children's Imagery: A Preliminary Investigation in the First Year of Primary School. *Research on Education and Media*, 9(1), 37-44. <https://doi.org/10.1515/rem-2017-0007>
- Butterworth, B., Varma, S. y Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From Brain to Education. *Science*, 332(6033), 1049-1053. <https://doi.org/10.1126/science.1201536>
- Caviola, S., Toffalini, E., Giofrè, D., Ruiz, J. M., Szűcs, D. y Mammarella, I. C. (2021). Math Performance and Academic Anxiety Forms, from Sociodemographic to Cognitive Aspects: a Meta-analysis on 906,311 Participants. *Educational Psychology Review*, 34(1), 363-399. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09618-5>
- Cerda, G., Pérez, C., Ortega, R., Lleujo, M. y Sanhueza, L. (2011). Fortalecimiento de competencias matemáticas tempranas en preescolares, un estudio chileno. *Psychology, Society & Education*, 3(1), 23-39. <https://doi.org/10.25115/psye.v3i1.550>
- Chaldi, D. y Mantzanidou, G. (2021). Educational robotics and STEAM in early childhood education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 1(2), 72-81. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2021.02.003>
- Ching, Y.-H. y Hsu, Y.-C. (2024). Educational Robotics for Developing Computational Thinking in Young Learners: A Systematic Review. *TechTrends*, 68(3), 423-434. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00841-1>
- Clements, D. H., Sarama, J., Baroody, A. J. y Joswick, C. (2020). Efficacy of a learning trajectory approach compared to a teach-to-target approach for addition and subtraction. *ZDM Mathematics Education*, 52(4), 637-648. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01122-z>
- Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. (2023). Orden de 30 de mayo de 2023, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y a las diferencias individuales, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determinan los procesos de tránsito entre ciclos y con Educación Primaria. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, 30 de mayo de 2023.
- Dehaene, S. (1997). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. Oxford University Press.
- Dewi Nur, I. R., Herman, T. y Maryana, R. (2018). Logical-Mathematics Intelligence in Early Childhood Students. *International Journal of Social Science and Humanity*, 8(4), 105-109. <https://doi.org/10.18178/ijssh.2018.V8.944>
- Diago Nebot, P. D., Arnau Vera, D. y González-Calero Somoza, J. A. (2018). Elementos de resolución de problemas en primeras edades escolares con Bee-bot. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 7(1), 12-41. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2018.12-41>
- Dowker, A. (2023). The componential nature of arithmetical cognition: some important questions. *Frontiers in Psychology*, 14, 1188271. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1188271>
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N. y Parraguez, R. (2021). Propuesta de actividades STEM con Bee-bot en matemática. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 8(1), 33-43. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2019.33-43>
- Fuson, K. y Hall, J. (1992). The Acquisition of Early Number Word Meanings: A Conceptual Analysis and Review. En H. Ginsburg (Ed.), *The Development of Mathematical Thinking* (pp. 49-107). New York: Academic Press. The Child's Understanding of Number. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Gersten, R. y Chard, D. (1999). Number Sense: Rethinking Arithmetic Instruction for Students with Mathematical Disabilities. *The Journal of Special Education*, 33(1), 18-28. <https://doi.org/10.1177/002246699903300102>
- Gonzalez-Fernández, M. O., González-Flores, Y. A. y Muñoz-López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2301. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301
- González, I., Benvenuto, G. y Lanciano, N. (2017). Dificultades de Aprendizaje en Matemática en los niveles iniciales: Investigación y formación en la escuela italiana. *Psychology, Society & Education*, 9(1), 135-145. <https://doi.org/10.25115/psye.v9i1.468>
- González, J., Morales, I., Nielsen, M., Muñoz, L. y Villarreal, V. (2019). Improving the Teaching of Mathematics through Robotics. *Proceedings*, 31(1), 5. <https://doi.org/10.3390/proceedings2019031005>

- Goodgame, C. (2018). BeeBots and Tiny Tots. En E. Langran y J. Borup (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1179-1183). Washington, D.C., United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/primary/p/182675>
- Hawes, Z., Nosworthy, N., Archibald, L. y Ansari, D. (2019). Kindergarten children's symbolic number comparison skills relates to 1st grade mathematics achievement: Evidence from a two-minute paper-and-pencil test. *Learning and Instruction, 59*, 21-33. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.09.004>
- Hellstrand, H., Holopainen, S., Korhonen, J., Räsänen, P., Hakkarainen, A., Laakso, M.-J., et al. (2023). Arithmetic Fluency and Number Processing Skills in Identifying Students with Mathematical Learning Disabilities. *PsyArXiv Preprints*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/jtk8c>
- Hirsch, S., Lambert, K., Coppens, K. y Moeller, K. (2018). Basic numerical competences in large-scale assessment data: Structure and long-term relevance. *Journal of Experimental Child Psychology, 167*, 32-48. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.09.015>
- Jordan, N. C., Glutting, J. y Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences, 20*(2), 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.07.004>
- Karakoyun, F. y Lindberg, O. J. (2020). Preservice teachers' views about the twenty-first century skills: A qualitative survey study in Turkey and Sweden. *Education and Information Technologies, 25*(4), 2353-2369. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10148-w>
- Karampinis, T. (2018). Robotics-Based Learning Interventions and Experiences From our Implementations in the RobESL Framework. *International Journal of Smart Education and Urban Society (IJSEUS), 9*(1), 13-24. <https://doi.org/10.4018/IJSEUS.2018010102>
- Kucuk, S. y Sisman, 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>
- Liu, Y., Peng, P. y Yan, X. (2025). Early Numeracy and Mathematics Development: a Longitudinal Meta-Analysis on the Predictive Nature of Early Numeracy. *Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1037/edu0000925>
- Lucangeli, D. y Mammarella, I. C. (2010). *Psicologia della cognizione numerica: Approcci teorici, valutazione ed intervento*. Franco Angeli. <https://hdl.handle.net/11577/2429677>
- Mims-Word, M. (2012). The Importance of Technology Usage in the Classroom, Does Gender Gaps Exist. *Contemporary Issues in Education Research, 5*(4), 271-278. <https://doi.org/10.19030/cier.v5i4.7271>
- Moro, C., Nejat, G. y Mihailidis, A. (2018). Learning and Personalizing Socially Assistive Robot Behaviors to Aid with Activities of Daily Living. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI), 7*(2), 1-25. <https://doi.org/10.1145/3277903>
- Nguyen, T., Watts, T. W., Duncan, G. J., Clements, D. H., Sarama, J. S., Wolfe, C., et al. (2016). Which preschool mathematics competencies are most predictive of fifth grade achievement? *Early Childhood Research Quarterly, 36*, 550-560. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2016.02.003>
- Nunes, T. y Bryant, P. (1996). *Children Doing Mathematics*. Blackwell.
- Orrantia Rodríguez, J., San Romualdo Corral, S., Sánchez Fernández, M. d. R., Matilla Cordero, L., Múñez Méndez, D. y Verschaffel, L. (2018). Procesamiento de magnitudes numéricas y ejecución matemática. *Revista de Educación, 381*, 133-154. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-381-383>
- Papadakis, S. (2021). Tools for evaluating educational apps for young children: a systematic review of the literature. *Interactive Technology and Smart Education, 18*(1), 18-49. <https://doi.org/10.1108/ITSE-08-2020-0127>
- Piaget, J. (1980). *Biología y conocimiento*. Siglo Veintiuno.
- Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A. N., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli, D., et al. (2010). Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia. *Cognition, 116*(1), 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.03.012>
- Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A.-M. y Cobo, C. (2021). Changing teachers' self-efficacy, beliefs and practices through STEAM teacher professional development (Cambios en la autoeficacia, creencias y prácticas docentes en la formación STEAM de profesorado). *Journal for the Study of Education and Development, 44*(4), 942-969. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1926164>
- Scheerens, J., van der Werf, G. y de Boer, H. (2020). *Soft Skills in Education: Putting the evidence in perspective*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-54787-5>
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior, 81*, 250-264. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.030>
- Spelke, E. S. (2000). Core Knowledge. *American Psychologist, 55*(11), 1233-1243. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.11.1233>
- Sullivan, F. R. y Heffernan, J. (2016). Robotic Construction Kits as Computational Manipulatives for Learning in the STEM Disciplines. *Journal of Research on Technology in Education, 48*(2), 105-128. <https://doi.org/10.1080/15391523.2016.1146563>
- Tosto, M. G., Petrill, S. A., Malykh, S., Malki, K., Haworth, C., Mazzocco, M. M., et al. (2017). Number Sense and Mathematics: Which, When and How? *Developmental Psychology, 53*(10), 1924-1939. <https://doi.org/10.1037/dev0000331>
- Van-Luit, J. E. H., van-de-Rijt, B. A. M., Navarro, J. I., Aguilar, M., Alcalde, C., Marchena, E., et al. (2011). *Test de evaluación matemática temprana (TEMT)*. Editorial EOS.
- Van De Rijdt, B. A. M. y Van Luit, J. E. H. (1998). Effectiveness of the Additional Early Mathematics program for teaching children early mathematics. *Instructional Science, 26*(5), 337-358. <https://doi.org/10.1023/A:1003180411209>
- Xenidou-Dervou, I., Van Luit, J. E. H., Kroesbergen, E. H., Friso-van den Bos, I., Jonkman, L. M., van der Schoot, M., et al. (2018). Cognitive predictors of children's development in mathematics achievement: A latent growth modeling approach. *Developmental Science, 21*(6), e12671. <https://doi.org/10.1111/desc.12671>