

Educational robotics to enhance the development of technological skills

Robótica educativa para potenciar desarrollo de habilidades tecnológicas

Katia Perez-Argollo¹ , Manuela Daishy Casa-Coila¹ , Fredy Sosa-Gutierrez¹ 
Diana Digna Alvarado-Cornejo¹ , Cynthia Olivia Phuño-Cahuana¹ ,
Melany Johjana Calsina-Aroquipa¹ 

¹ Universidad Nacional del Altiplano, kperez@unap.edu.pe, mcasa@unap.edu.pe, fredysosa@unap.edu.pe,
dianaalvaradocornejo554@gmail.com, Cphunocahuana@gmail.com, melanycalsina25@gmail.com

Abstract -Strengthening technological skills in the education sector is a fundamental necessity in the context of digital transformation, especially where access to technology remains limited. In this regard, the objective of this study was to determine the effect of educational robotics on the development of technological skills among elementary school students. A quantitative approach was used, employing a single-group pre-experimental design with pre- and post-tests, on a census sample of 110 students from a public elementary school in the department of Puno, Peru. The intervention consisted of implementing an educational robotics program based on practical, collaborative activities and basic programming, using a validated and reliable assessment tool. Data analysis was conducted using descriptive statistics and nonparametric tests, specifically the Wilcoxon test and the Mann-Whitney U test. The results showed a significant increase in the overall level of technological skills, rising from a mean of 9.05 on the pretest to 14.65 on the posttest ($p < 0.05$), as well as improvements across all dimensions, with no significant differences by gender. It is concluded that educational robotics constitutes an effective, inclusive, and relevant pedagogical strategy for strengthening technological skills in education, making it a valid alternative for systematic incorporation into the school curriculum.

Keywords: Computational thinking; Educational intervention; Educational robotics; Educational technology; Primary education; Technological skills.

Resumen- El fortalecimiento de las habilidades tecnológicas en el sector educativo constituye una necesidad fundamental en el

contexto de la transformación digital, especialmente donde el acceso a la tecnología aún presenta limitaciones. En ese sentido, el presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la robótica educativa en el desarrollo de las habilidades tecnológicas en estudiantes de educación primaria. Se empleó un enfoque cuantitativo con diseño preexperimental de un solo grupo con medición pretest y posttest, en una muestra censal de 110 estudiantes de una institución educativa primaria pública del departamento de Puno, Perú. La intervención consistió en la aplicación de un programa de robótica educativa basado en actividades prácticas, colaborativas y de una programación básica, utilizando un instrumento validado y confiable. El análisis de datos se realizó mediante estadística descriptiva y pruebas no paramétricas, empleando la prueba de Wilcoxon y la prueba U de Mann-Whitney. Los resultados evidenciaron un incremento significativo en el nivel global de habilidades tecnológicas, pasando de una media de 9.05 en el pretest a 14.65 en el posttest ($p < 0.05$), así como mejoras en todas sus dimensiones, sin diferencias significativas según el género. Se concluye que la robótica educativa constituye una estrategia pedagógica eficaz, inclusiva y pertinente para fortalecer las habilidades tecnológicas en educación constituyéndose en una alternativa válida para su incorporación sistemática en el currículo escolar.

Palabras clave: Educación primaria, Habilidades tecnológicas, Intervención educativa, Robótica educativa, Tecnología educativa, Pensamiento computacional.

I. INTRODUCCIÓN

La transformación digital ha redefinido los sistemas educativos a nivel global, posicionando el desarrollo de competencias digitales y del pensamiento computacional como prioridades estratégicas en la educación básica. Organismos internacionales como UNESCO [1] destaca la necesidad de integrar tecnologías innovadoras en el currículo escolar como medios para fortalecer habilidades cognitivas, creatividad y resolución de problemas en contextos educativos cada vez más digitalizado. En este marco, la robótica educativa se consolida como una estrategia pedagógica orientada a promover aprendizajes activos y significativos desde edades tempranas.

El pensamiento computacional (CT), concebido como un modelo de pensamiento transferible aplicable a múltiples disciplinas [2], constituye uno de los fundamentos conceptuales de la robótica educativa. Estudios en educación primaria evidencian que la programación de robots favorece procesos de secuenciación, descomposición de problemas y diseño algorítmico [3], [4], [5]. Asimismo, intervenciones escolares estructuradas han mostrado mejoras en la capacidad de anticipar resultados y corregir errores cuando existe mediación docente activa [6].

Desde una perspectiva interdisciplinaria, la robótica educativa se ha asociado con el fortalecimiento de competencias transversales como creatividad,

colaboración y pensamiento crítico [7], [8]. En el ámbito matemático y científico, su integración facilita la comprensión de conceptos abstractos mediante experiencias manipulativas y contextualizadas [9], [10].

Los meta-análisis reportados en estudios recientes [11], [12] mostraron que la robótica educativa tiene efectos positivos sobre el aprendizaje, mejorando la comprensión conceptual, las destrezas aplicadas y las actitudes hacia el aprendizaje en contextos STEM. De igual manera, la literatura reciente [7] [8] señala que estas experiencias fomentan el desarrollo de habilidades del siglo XXI, como pensamiento crítico, creatividad, colaboración y comunicación. Por otra parte, trabajos recientes [9] indican que evaluar competencias tecnológicas permite medir el progreso estudiantil en programación, pensamiento computacional y resolución de problemas mediante herramientas digitales, capacidades que se alinean con los fines formativos del área de Ciencia y Tecnología y con las exigencias de la transformación digital.

No obstante, diversas investigaciones [13] también señalan desafíos asociados a la implementación, particularmente en relación con la formación docente, la infraestructura tecnológica y la integración curricular [14], [15], [16]. En cuanto al género, diversos estudios han reportado la ausencia de diferencias significativas en los resultados obtenidos tras intervenciones con robótica [17], [18], [19]

En el contexto latinoamericano, si bien se registran avances en la incorporación de robótica educativa en distintos niveles escolares [20], [21], [22] la producción de estudios empíricos sistemáticos en educación primaria pública continúa siendo limitada. Investigaciones desarrolladas en el contexto latinoamericano destacan su impacto en el desarrollo de habilidades tecnológicas, pero enfatizan la necesidad de estudios aplicados con medición pretest–posttest que permitan valorar cambios concretos en contextos escolares específicos [23].

Las habilidades tecnológicas se entienden como un concepto multidimensional que integra pensamiento computacional, programación básica y resolución de problemas digitales, articulados con competencias cognitivas propias del siglo XXI. Sin embargo, a pesar del crecimiento exponencial de investigaciones en robótica educativa, persiste la necesidad de generar evidencia contextualizada en escuelas primarias públicas latinoamericanas que evalúe el efecto de programas estructurados sobre dichas habilidades.

En ese sentido, el presente estudio tiene como objetivo determinar el efecto de la aplicación de la robótica educativa en el desarrollo de las habilidades tecnológicas en estudiantes del cuarto grado de educación primaria, considerando sus dimensiones y las diferencias según el género, mediante un diseño preexperimental con enfoque cuantitativo.

II. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con un diseño preexperimental de un solo grupo con medición pretest–posttest, el cual permite evaluar los cambios producidos en una variable dependiente tras la aplicación de una intervención pedagógica, sin asignación aleatoria ni grupo de comparación [24].

Este diseño resulta pertinente en contextos educativos reales donde no es posible la manipulación experimental estricta, pero se requiere analizar el efecto preliminar de una estrategia didáctica innovadora. Investigaciones recientes en robótica educativa han empleado diseños similares para evaluar intervenciones en educación primaria, reconociendo sus limitaciones inferenciales, pero destacando su utilidad para estudios aplicados en entornos escolares [8]

El nivel del estudio fue explicativo con alcance inferencial limitado, dado que se buscó analizar la influencia de la robótica educativa sobre el desarrollo de habilidades tecnológicas en un contexto natural de aula.

El estudio se realizó en una institución educativa pública de nivel primario ubicada en el departamento de Puno, Perú. La población estuvo conformada por 110 estudiantes matriculados en cuarto grado de educación primaria, quienes fueron incluidos mediante muestreo censal al considerarse la totalidad del grupo disponible.

Del total de participantes, 59 fueron estudiantes de género femenino (53.6 %) y 51 de género masculino (46.4 %), con edades comprendidas entre 9 y 10 años.

Los criterios de inclusión fueron:

- Estar matriculado en cuarto grado.
- Contar con asistencia regular durante el período de intervención.
- Presentar consentimiento informado firmado por los padres o tutores legales.

Se respetaron los principios éticos de la investigación educativa con menores de edad, garantizando confidencialidad, anonimato y uso exclusivamente académico de los datos.

La intervención consistió en la implementación de un programa estructurado de robótica educativa, desarrollado durante ocho semanas consecutivas, con dos sesiones semanales de 90 minutos cada una, totalizando 16 sesiones pedagógicas.

El programa incluyó:

1. Construcción guiada de prototipos robóticos.
2. Programación mediante entorno visual por bloques.
3. Resolución de retos progresivos orientados a problemas reales.
4. Trabajo colaborativo en equipos pequeños.
5. Fases de prueba, error y depuración (debugging).

El diseño pedagógico se fundamentó en enfoques constructivistas y en el aprendizaje basado en problemas, promoviendo la experimentación activa y la reflexión metacognitiva. Estudios recientes sostienen que las intervenciones en robótica educativa que combinan construcción física y programación estructurada favorecen el desarrollo de pensamiento computacional y habilidades tecnológicas en educación primaria [10].

La intervención fue ejecutada por el docente del aula, previamente capacitado en el uso pedagógico de la robótica educativa, asegurando coherencia didáctica y acompañamiento continuo.

Para evaluar las habilidades tecnológicas se utilizó un instrumento estructurado compuesto por 16 ítems distribuidos en cuatro dimensiones:

1. Uso funcional de herramientas tecnológicas.
2. Pensamiento lógico-secuencial.
3. Resolución de problemas tecnológicos.
4. Programación básica.

La validez de contenido fue establecida mediante juicio de cinco expertos en tecnología educativa y metodología de investigación, obteniéndose coeficientes V de Aiken superiores a 0.80 en todos los ítems, considerados adecuados para instrumentos educativos.

La confiabilidad interna del instrumento fue estimada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de $\alpha = 0.89$, lo que evidencia una alta consistencia interna del instrumento. En investigaciones educativas y psicométricas actuales, valores de alfa elevados son interpretados como indicadores de consistencia interna adecuada cuando los ítems miden un mismo constructo, respaldando así la calidad de la medición utilizada en este estudio [25].

El análisis estadístico se realizó mediante el software SPSS versión 26. En primer lugar, se efectuó un análisis descriptivo mediante el cálculo de medias y desviaciones estándar para cada una de las dimensiones evaluadas y para el puntaje global de habilidades tecnológicas.

Posteriormente, Dado que los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk evidenciaron una distribución no normal de los datos ($p < 0.05$), no fue posible aplicar pruebas paramétricas como la t de Student para muestras relacionadas o el análisis de varianza (ANOVA). En consecuencia, se emplearon las pruebas no paramétricas equivalentes, específicamente la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para comparar las mediciones pretest y posttest y la prueba U de Mann-Whitney para analizar diferencias según el género. Asimismo, se calculó el tamaño del efecto ($r = Z / \sqrt{N}$) para estimar la magnitud del impacto de la intervención, interpretándolo según los criterios de Cohen (pequeño = 0.10; mediano = 0.30; grande ≥ 0.50). En todos los análisis se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

III. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos tras la aplicación del programa de robótica educativa en estudiantes de educación primaria. El análisis considera la comparación de los niveles de habilidades tecnológicas antes y después de la intervención, el comportamiento de cada una de sus dimensiones y las diferencias según el género. Para el análisis inferencial se emplearon pruebas estadísticas no paramétricas, de acuerdo con la naturaleza de los datos.

Efecto de la robótica educativa en las habilidades tecnológicas

Los resultados descriptivos y comparativos del nivel global de habilidades tecnológicas antes y después de la intervención se presentan en la **Tabla 1**. En el pretest, los estudiantes obtuvieron una media de 9.05 (DE = 1.178), mientras que en el posttest la media se incrementó a 14.65 (DE = 1.009), evidenciando una mejora significativa en el desempeño de los estudiantes.

Para contrastar estas diferencias, se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, obteniéndose un valor $W = 0.00$ y un estadístico $Z = -9.130$, con un nivel de significancia $p < 0.05$. Estos resultados indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pretest y posttest, lo que evidencia un efecto positivo de la intervención con robótica educativa.

Así mismo la Figura 1 ilustra el incremento del puntaje global de habilidades tecnológicas observado entre el pretest y el posttest tras la aplicación del programa de robótica educativa.

TABLA 1
COMPARACIÓN DEL PRETEST Y POSTEST DE LAS HABILIDADES TECNOLÓGICAS

Test	n	Media	DE	Prueba (Wilcoxon)	p
Pretest	110	9.05	1.178	$W = 0.00$; $Z = -9.130$	0.001
Posttest	110	14.65	1.009		

Nota. DE = desviación estándar. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

Efecto de la robótica educativa en las dimensiones de las habilidades tecnológicas

La **Tabla 2** muestra la comparación de los puntajes obtenidos en cada una de las dimensiones de las habilidades tecnológicas antes y después de la aplicación del programa de robótica educativa. En todas las dimensiones evaluadas se observa un incremento en los puntajes promedio del posttest en comparación con el pretest.

En la Dimensión 1, el puntaje promedio aumentó de 2.25 (DE = 0.999) a 3.65 (DE = 0.497). De manera similar, en la Dimensión 2 la media se incrementó de 2.16 (DE = 0.914) a 3.73 (DE = 0.487). En la Dimensión 3, el promedio pasó de 2.19 (DE = 1.036) a 3.66 (DE = 0.579), mientras que en la Dimensión 4 el puntaje aumentó de 2.44 (DE = 0.953) a 3.61 (DE = 0.637).

El análisis inferencial mediante la prueba de Wilcoxon evidenció que las diferencias observadas en todas las

dimensiones fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$), confirmando una mejora generalizada en el desarrollo de las habilidades tecnológicas de los estudiantes.

TABLA 2

COMPARACIÓN DEL PRETEST Y POSTEST POR DIMENSIONES DE LAS HABILIDADES TECNOLÓGICAS

Dimensión	Puntaje máx.	Pret est Media	Pret est DE	Post est Media	Post est DE	Prueba	p
Dimensión 1	4	2.25	0.999	3.65	0.497	Wilcoxon	0.001
Dimensión 2	4	2.16	0.914	3.73	0.487	Wilcoxon	0.001
Dimensión 3	4	2.19	1.036	3.66	0.579	Wilcoxon	0.001
Dimensión 4	4	2.44	0.953	3.61	0.637	Wilcoxon	0.001
Total	16	9.05	1.178	14.65	1.009	Wilcoxon	0.001

Nota. DE = desviación estándar. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

Diferencias en las habilidades tecnológicas según el género después de la intervención

Los resultados del análisis comparativo del nivel global de habilidades tecnológicas según el género se presentan en la **Tabla 3**, utilizando la prueba U de Mann–Whitney. En el pretest, los estudiantes de género masculino obtuvieron una media de 9.06 (DE = 1.65), mientras que las estudiantes de género femenino alcanzaron una media de 9.03 (DE = 1.90).

El contraste estadístico no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el pretest ($p > 0.05$). De igual forma, en el posttest, los estudiantes masculinos alcanzaron una media de 14.75 (DE = 0.99) y las estudiantes femeninas una media de 14.58 (DE = 1.02), sin que se observaran diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p > 0.05$).

Estos resultados indican que la mejora en las habilidades tecnológicas fue similar en estudiantes hombres y mujeres tras la intervención con robótica educativa.

TABLA 3.
DIFERENCIAS EN LAS HABILIDADES TECNOLÓGICAS SEGÚN EL GÉNERO

Test	Género	n	Media	DE	U	Z	p
Pretest	Masculino	51	9.06	1.65	1475.50	-0.176	0.860
	Femenino	59	9.03	1.90			
Posttest	Masculino	51	14.75	0.99	1343.50	-1.017	0.309
	Femenino	59	14.58	1.02			

Nota. DE = desviación estándar. Prueba U de Mann–Whitney.

Diferencias en las habilidades tecnológicas por dimensiones según el género

Los resultados descriptivos y comparativos de las habilidades tecnológicas por dimensiones según el género,

en los momentos pretest y posttest, se presentan en la **Tabla 4**. En el pretest, los estudiantes de género masculino obtuvieron una media superior en la Dimensión 3 (M = 2.53; DE = 1.07) en comparación con las estudiantes de género femenino (M = 1.90; DE = 0.92), evidenciándose una diferencia inicial en dicha dimensión. En las demás dimensiones y en el puntaje total, los promedios obtenidos por ambos géneros fueron similares.

Para contrastar estas diferencias, se aplicó la prueba U de Mann–Whitney, identificándose que, en el pretest, únicamente la Dimensión 3 presentó una diferencia estadísticamente significativa según el género (U = 988.000; $p = 0.001$). En el posttest, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre estudiantes femeninos y masculinos en ninguna de las dimensiones ni en el puntaje total ($p > 0.05$), lo que indica un comportamiento homogéneo tras la intervención con robótica educativa.

TABLA 4
COMPARACIÓN DE LAS HABILIDADES TECNOLÓGICAS POR DIMENSIONES Y GÉNERO EN EL PRETEST Y POSTEST

Dimensión	Momento	Femenino			Masculino			U (Mann–Whitney)	p
		n	Media	DE	n	Media	DE		
Dimensión 1	Pre	59	2.39	1.07	51	2.10	0.90	1217.000	0.072
	Post	59	3.59	0.50	51	3.73	0.49	1288.000	0.114
Dimensión 2	Pre	59	2.20	1.00	51	2.12	0.82	1415.500	0.574
	Post	59	3.68	0.51	51	3.78	0.46	1344.500	0.205
Dimensión 3	Pre	59	1.90	0.92	51	2.53	1.07	988.000	0.001
	Post	59	3.61	0.56	51	3.73	0.60	1304.500	0.130
Dimensión 4	Pre	59	2.53	0.84	51	2.33	1.07	1346.000	0.317
	Post	59	3.64	0.61	51	3.57	0.67	1415.500	0.513
Total	Pre	59	9.02	1.67	51	9.08	1.93	1455.000	0.764
Total	Post	59	14.53	0.84	51	14.80	1.17	1214.500	0.067

Nota. DE = desviación estándar. Prueba U de Mann–Whitney.

Con el fin de facilitar la visualización de los resultados, la Figura 2 presenta gráficamente la comparación de las habilidades tecnológicas por dimensiones y género en los momentos pretest y posttest.

Con el fin de facilitar la visualización de los resultados, la Figura 2 presenta gráficamente la comparación de las habilidades tecnológicas por dimensiones y género en los momentos pretest y posttest.

Los hallazgos empíricos indican que la intervención de robótica educativa generó mejoras estadísticamente significativas en la puntuación global y en todas las dimensiones evaluadas. La ausencia de diferencias significativas por género sugiere una respuesta homogénea al programa entre estudiantes hombres y mujeres. En síntesis, los resultados confirman la efectividad del programa de robótica implementado en el ámbito de estudio.

IV. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta investigación consistió en evaluar el impacto de la robótica educativa sobre el avance de competencias tecnológicas en alumnos de educación básica. Los hallazgos revelaron una mejora significativa desde el punto de vista estadístico en la puntuación general, que pasó de una media de 9.05 en el pretest a 14.65 en el postest ($Z = -9.130$; $p < 0.001$). Dicha variación equivale a un alza cercana al 61.88% en el rendimiento integral, lo cual indica un efecto pedagógico de gran relevancia en la adquisición de habilidades tecnológicas.

Interpretación del efecto global

El valor de Z calculado (-9.130) refleja un shift sólido y uniforme en toda la muestra ($n = 110$), lo que confirma la fiabilidad del impacto detectado. Estos datos se alinean con los meta-análisis de Ouyang y Xu [11] que destacan efectos relevantes de la robótica educativa en entornos STEM, y también con el meta-análisis de Bai y Tian [12], quienes afirman que la robótica genera avances en competencias prácticas y en saberes teóricos.

Asimismo, estudios empíricos en el ámbito educativo, tales como los de Terroba et al. [3], Fanchamps et al. [4] y Falloon [5], demuestran avances notables en el pensamiento computacional después de programas de intervención organizados. El esquema identificado en esta investigación no solo valida esas pautas, sino que ofrece datos desde un escenario público latinoamericano, en el cual la evidencia empírica sigue siendo escasa, como señalan García-Peñalvo [27], Alzate [20] y Chiluisa [23].

En el plano teórico, los hallazgos concuerdan con el paradigma construccionista de Seymour Papert [24], según el cual la elaboración activa de objetos promueve procesos de aprendizaje profundos. De igual modo, Malinverni et al. [28] sostienen que la robótica actúa como mediador que fusiona aspectos cognitivos y sociales, lo cual justifica el progreso generalizado en cada dimensión analizada.

Análisis por dimensiones

Los progresos notables en las cuatro áreas evaluadas revelan que la intervención generó un impacto no puntual, sino holístico. Este resultado se ajusta a la revisión de alcance de Mangina et al. [9] que argumenta que la robótica influye de forma concurrente en el razonamiento lógico, la programación y la solución de problemas.

Por otro lado, otras investigaciones de Aslanoglou et al. [10], De la Hoz et al. [29] y Tang et al. [30] documentan

avances en múltiples dimensiones al emplear robótica a través de secuencias pedagógicas graduales y en equipo, elementos que igualmente definieron el programa utilizado en este caso.

Género e inclusión

La falta de variaciones significativas en el postest apunta a que la intervención funcionó como equalizador educativo. Dicho patrón concuerda con los hallazgos de Akman et al. [17], Amico et al. [18] y Zvieli-Girshin y Rosenberg [19], quienes evidencian que la robótica educativa no incrementa brechas de género cuando se implementa bajo un enfoque pedagógico estructurado, inclusivo y colaborativo.

En la misma línea, Ragusa y Leung [31] y Torres e Inga [32] resaltan el rol de tales intervenciones para impulsar una participación equilibrada en entornos educativos, fortalecer la motivación académica y promover el interés por áreas STEM, lo que respalda la interpretación de los resultados obtenidos en el presente estudio.

Implicancias educativas

Estos hallazgos apoyan las orientaciones de la UNESCO [1] respecto a incorporar tecnologías innovadoras en la educación básica. Además, armonizan con las propuestas de Silva et al. [14] y Sirinterlikci et al. [15], quienes enfatizan la importancia de capacitar a los docentes de manera especializada para asegurar la perdurabilidad de los beneficios.

Desde el ámbito curricular, los resultados se conectan con las corrientes detectadas por Martínez et al. [33] y Moreno-Palma et al. [34], quienes observan un aumento acelerado de la robótica educativa en la educación, pese a la limitada presencia de investigaciones experimentales en América Latina.

V. LIMITACIONES

El enfoque preexperimental, al carecer de grupo control, acota las conclusiones causales. Adicionalmente, la muestra se obtuvo de una sola institución pública, lo que limita su extrapolación. Tampoco se midieron impactos a largo plazo, tal como recomiendan Kalaitzidou y Pachidis [35].

VI. LÍNEAS FUTURAS

Se sugiere adoptar diseños cuasi-experimentales, expandir las muestras a nivel regional y analizar la transferencia hacia otras materias del currículo, conforme indican Rapti et al. [8] y Alonso-García et al. [36].

VII. REFERENCIAS

- [1] UNESCO, *Tecnología en la educación: ¿Una herramienta en los términos de quién?* 2023.

- [2] Y. Li *et al.*, “Computational Thinking Is More about Thinking than Computing,” pp. 1–18, 2020.
- [3] M. Terroba, J. Ribera, D. Lapresa, and T. Anguera, “Education intervention using a ground robot with programmed directional controls: observational analysis of the development of computational thinking in early childhood education,” *Rev. Psicodidáctica*, vol. 26, no. 2, pp. 143–151, 2021, doi: 10.1016/j.psicoe.2021.03.002.
- [4] N. Fanchamps, L. Slangen, P. Hennissen, and M. Specht, “The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self - efficacy using Lego robotics in two types of instruction,” *Int. J. Technol. Des. Educ.*, vol. 31, no. 2, pp. 203–222, 2021, doi: 10.1007/s10798-019-09559-9.
- [5] G. Falloon, “Advancing young students’ computational thinking: An investigation of structured curriculum in early years primary schooling,” *Comput. Educ.*, vol. 216, no. 0360–1315, p. 21, 2024, doi: 10.1016/j.compedu.2024.105045.
- [6] A. A. E. Hughes, S. A. Gerson, and J. E. Van Schaik, “Teacher-led robot intervention in early primary school classrooms improves pupil and teacher outcomes,” vol. 242, no. November 2025, 2026.
- [7] L. Negrini, C. Giang, G. Bonaiuti, J. M. Cascalho, T. T. Primo, and N. Eteokleous, “Editorial : Educational robotics as a tool to foster st century skills,” 2023.
- [8] S. Rapti, S. Tselegkaridis, T. Sapounidis, and S. Triantafyllou, “A bibliometric and content analysis of educational robotics’ impact on communication, collaboration, critical thinking, and creativity in kindergarten,” *Think. Ski. Creat.*, vol. 57, no. 1871–1871, pp. 1–22, 2025, doi: 10.1016/j.tsc.2025.101849.
- [9] E. Mangina, S. Member, G. Psyrri, L. Screpanti, and D. Scaradozzi, “Robotics in the context of primary and preschool education: A scoping review,” *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 17, pp. 342–363, 2024, doi: 10.1109/TLT.2023.3266631.
- [10] K. Aslanoglou, N. Zygouris, S. Tsermentseli, E. Beazidou, and A. Xenakis, “Utilizing educational robotics in elementary school to foster problem-solving skills and enhance the teaching of history,” *Pedagog. Res.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–7, 2025, doi: 10.29333/pr/15680.
- [11] F. Ouyang and W. Xu, “The effects of educational robotics in STEM education : a multilevel meta - analysis,” *Int. J. STEM Educ.*, p. 18, 2024, doi: 10.1186/s40594-024-00469-4.
- [12] S. Bai and P. Tian, “Educational robotics may enhance students’ conceptual knowledge, applied skills, and learning attitude in STEM education: A meta-analysis,” *Educ. Technol. Soc.*, vol. 4522, no. 1436–4522, pp. 1–30, 2025, doi: 10.30191/ETS.
- [13] M. E. Curi, A. Gerosa, M. Viera, and A. Carboni, “A review of computational thinking interventions in upper elementary education,” *Comput. Educ. Open*, vol. 9, no. August, p. 100252, 2025, doi: 10.1016/j.caeo.2025.100252.
- [14] R. Silva, C. Costa, Y. Freitas, F. Martins, and M. De la sierra, “Educational robotics and primary school mathematics teaching : An analysis of pre-service teachers didactic-mathematical knowledge,” vol. 20, no. 10, 2024.
- [15] A. Sirinterlikci, J. McKenna, Y. Lin, R. Oravec, and L. Harter, “Learning Robot Programming Anywhere: VEXcode VR (Other),” in *American Society for Engineering Education*, 2022, pp. 1–15. [Online]. Available: Powered by www.slayte.com
- [16] S. A. Chatzichristofis, “Recent Advances in Educational Robotics,” 2023.
- [17] N. Akman, S. Kucuk, and B. Sisman, “Does really educational robotics improve secondary school students’ course motivation, achievement and attitude?,” *Educ. Inf. Technol.*, vol. 29, no. 23753–23780, pp. 1–28, 2024, doi: 10.1007/s10639-024-12773-1.
- [18] A. D. Amico, G. Paci, and A. Geraci, “Computers in Human Behavior : Artificial Humans Using educational robotics to support motor , cognitive , and social skills in a child with spinal muscular atrophy . A single-case study,” *Comput. Hum. Behav. Artif. Humans*, vol. 5, no. December 2024, p. 100175, 2025, doi: 10.1016/j.chbah.2025.100175.
- [19] R. Zvieli-girshin and N. Rosenberg, “How to enhance creativity and inquiry-based science education in early childhood-robotic moon settlement project,” *Sci. Res. Publ.*, vol. 12, no. 2485–2504, pp. 1–20, 2021, doi: 10.4236/ce.2021.1211186.
- [20] Y. Alzate, “El fortalecimiento de la robótica educativa y el pensamiento computacional Introducción El propósito principal del docente , en la actualidad , es desarrollar didácticas con Según Seymour Papert , la robótica como apoyo a la educación tiene sus orígenes,” pp. 73–92, 2023.
- [21] G. Danjuma, S. Bileya, and I. Sunday, “ISSN : 4621 - 4803 Innovative Journal of Science and Technology Research,” vol. 12, no. 2, pp. 11–17, 2025.
- [22] F. Guzmán and R. Gutiérrez, “Robótica educativa en la Educación Media : un estudio bibliométrico Educational robotics in High School : a bibliometric study,” pp. 1–20, 2024.
- [23] M. Chiluisa, “El impacto de la robótica educativa en el desarrollo de competencias y habilidades blandas en los estudiantes del Ecuador,” *Innov. Dev. Eng. Appl. Sci. J.*, vol. 7, pp. 1–6, 2025, doi: 10.30191/ETS.

- 10.53358/ideas.v7i2.1187.
- [24] J. W. Creswell and J. D. Creswell, *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2023.
- [25] P. A. Edelsbrunner, B. A. Simonsmeier, and M. Schneider, "The Reliability, But Not the Cronbach's Alpha, of Knowledge Tests Matters: Response to Zitzmann and Orona (2025)," *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 37, no. 2, pp. 1–5, 2025, doi: 10.1007/s10648-025-10023-5.
- [26] F. García-Peñalvo, "The assessment of scientific production under debate," *Educ. Knowl. Soc.*, vol. 23, no. 2444–8729, pp. 7–446, 2022, doi: 10.14201/eks.28139 | e28139.
- [27] S. García, A. Rodríguez, M. Navas, and J. Victoria, "Heliyon Enhancing computational thinking in early childhood education with educational robotics : A meta-analysis," vol. 10, no. February, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e33249.
- [28] L. Malinverni, C. Valero, M. Monique, I. Garcia, and I. De la Cruz, "Educational Robotics as a boundary object: Towards a research agenda," *Int. J. Child-Computer Interact.*, vol. 29, no. 2212–8689, pp. 1–13, 2021, doi: 10.1016/j.ijcci.2021.100305.
- [29] A. De la Hoz, L. Melo, F. Cañada, and J. Cubero, "Educational robotics for science and mathematics teaching: Analysis of pre-service teachers' perceptions and self-confidence," *Heliyon*, vol. 10, no. 2405–8440, pp. 1–18, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e40032.
- [30] H. Tang, Y. Qian, and S. Porter, "Enhancing rural students' computer science self-efficacy in a robotics-based language arts course," pp. 25533–25550, 2024.
- [31] G. Ragusa and L. Leung, "Understanding of Coding , Robotics Design , and Interest in," 2023.
- [32] I. Torres and E. Inga, "Fostering STEM skills through programming and robotics for motivation and cognitive development in secondary education," *MDPI*, vol. 16, pp. 1–22, 2025, doi: 10.3390/info16020096.
- [33] E. Martínez *et al.*, "Educational robotics for primary education: An analysis of research trends," *EURASIA J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 21, no. 3, pp. 1–20, 2025, doi: 10.29333/ejmste/16050.
- [34] N. Moreno, B. Berral, C. Fernández, and J. Victoria, "Pensamiento Computacional en la Educación Básica a través de la Robótica Educativa : Una Revisión Sistemática Computational Thinking in Basic Education through Educational Robotics : A Systematic Review," pp. 1–20, 2025.
- [35] M. Kalaitzidou and T. Pachidis, "Recent robots in STEAM education," *MDPI*, vol. 13, pp. 1–22, 2023, doi: 10.3390/educsci13030272.
- [36] S. Alonso-garcía, A. Rodríguez, and M. Ramos, "Enhancing computational thinking in early childhood education with educational robotics: A meta-analysis," *Heliyon*, vol. 10, no. 2405–8440, pp. 1–11, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e33249.