

# Diseño de ambientes de aprendizaje STEAM con robótica educativa en la infancia: una experiencia desde el aula

*Design of STEAM Learning Environments with Educational Robotics in Early Childhood: A Classroom-Based Experience*

*Construção de ambientes STEAM com robótica educacional na educação infantil*

Juan Héctor Alzate Espinoza<sup>1</sup>  
Raúl Loredó Medina<sup>2</sup>  
Damián Fernando Luna Morales<sup>3</sup>  
Graciela Lugo Rubio<sup>4</sup>

**Recibido:** 24 de octubre 2025

**Aprobado:** 29 de noviembre de 2025

**Publicado:** 6 de julio de 2026

**Cómo citar este artículo:**

Alzate Espinoza, J.H., Loredó Medina, R., Luna Morales, D.F. y Lugo Rubio, G. (2026). Diseño de ambientes de aprendizaje STEAM con robótica educativa en la infancia: una experiencia desde el aula. *Rastros Rostros*, 28(2), 1-15.  
doi: <https://doi.org/10.16925/2382-4921.2026.02.03>

---

Artículo de investigación. <https://doi.org/10.16925/2382-4921.2026.02.03>

<sup>1</sup> TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, México

Correo electrónico: [juan.ae@guasave.tecnm.mx](mailto:juan.ae@guasave.tecnm.mx)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9569-7634>

<sup>2</sup> TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, México

Correo electrónico: [raul.lm@guasave.tecnm.mx](mailto:raul.lm@guasave.tecnm.mx)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0785-5437>

<sup>3</sup> TecNM/Instituto Tecnológico de Nogales, México

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0006-9402-4071>

<sup>4</sup> TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, México

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4032-9807>

## Resumen

Este artículo de investigación presenta una experiencia de diseño e implementación de un ambiente de aprendizaje con enfoque STEAM en la educación infantil, utilizando como recurso principal el kit de robótica educativa LEGO® Mindstorms. El propósito de la investigación fue analizar cómo el diseño instruccional y la configuración del espacio influyen en la apropiación tecnológica, el pensamiento computacional inicial y el desarrollo de competencias del siglo XXI en niñas y niños de nivel preescolar.

La metodología empleada fue cualitativa, bajo un enfoque de investigación-acción con elementos de la fenomenología educativa. El estudio se realizó en dos jardines de niños del municipio de Guasave, Sinaloa, México, durante el ciclo escolar 2025, involucrando a docentes y grupos de estudiantes en sesiones experimentales centradas en la manipulación, la programación básica y la resolución de retos mediante el uso de LEGO® Mindstorms.

El artículo describe las fases del diseño instruccional, la planificación de actividades STEAM, la organización del aula como entorno de aprendizaje activo y los resultados obtenidos en términos de interacción, exploración creativa y trabajo colaborativo.

Los hallazgos destacan que los ambientes tecnológicos, estructurados con intención pedagógica y recursos accesibles, promueven la motivación, la autonomía y la resolución de problemas en la infancia. Se concluye que incorporar tecnologías como LEGO® Mindstorms en preescolar representa una vía efectiva para innovar los modelos de enseñanza, fortalecer el vínculo entre juego y aprendizaje, y proyectar una cultura digital desde las primeras etapas educativas.

Como limitación, el estudio se circunscribe a un contexto educativo específico y a una muestra de carácter intencional, por lo que futuros trabajos podrán ampliar el análisis a otros contextos institucionales y profundizar en el desarrollo de modelos de evaluación de ambientes STEAM en educación preescolar.

**Palabras clave:** diseño instruccional, educación científica y tecnológica, educación preescolar, entorno de aprendizaje, robótica educativa, tecnología educativa.

## Abstract

This research article presents an experience in designing and implementing a STEAM-based learning environment in early childhood education, using the LEGO® Mindstorms educational robotics kit as the primary resource. The purpose of the study was to analyze how instructional design and spatial configuration influence technological appropriation, early computational thinking, and the development of 21st-century skills in pre-school children.

The methodology employed was qualitative, framed within action research and informed by educational phenomenology. The study was conducted in two preschool institutions located in Guasave, Sinaloa, Mexico, during the 2025 school year. Teachers and student groups participated in experimental sessions focused on hands-on exploration, basic programming, and problem-solving challenges using LEGO® Mindstorms.

The article describes the phases of instructional design, planning of STEAM activities, classroom organization as an active learning environment, and the outcomes in terms of interaction, creative exploration, and collaborative work.

The findings highlight that technology-enriched environments, structured with pedagogical intention and accessible resources, foster motivation, autonomy, and problem-solving skills in early childhood. It is concluded that incorporating technologies such as LEGO® Mindstorms into preschool education is an effective way to innovate teaching models, strengthen the connection between play and learning, and project a digital culture from the earliest educational stages.

As a limitation, the study is restricted to a specific educational context and an intentionally selected sample. Future research may expand the analysis to other institutional contexts and further explore the development of evaluation models for STEAM learning environments in early childhood education.

**Keywords:** educational robotics, educational technology, instructional design, learning environment, preschool education, science and technology education.

## Resumo

Este artigo de pesquisa apresenta uma experiência de concepção e implementação de um ambiente de aprendizagem com enfoque STEAM na educação infantil, utilizando como recurso principal o kit de robótica educacional LEGO® Mindstorms. O objetivo da investigação foi analisar como o design instrucional e a configuração do espaço influenciam na apropriação tecnológica, no pensamento computacional inicial e no desenvolvimento de competências do século XXI em crianças da educação pré-escolar.

A metodologia utilizada foi qualitativa, com abordagem de pesquisa-ação e elementos da fenomenologia educacional. O estudo foi realizado em dois jardins de infância no município de Guasave, Sinaloa, México, durante o ano letivo de 2025, envolvendo docentes e grupos de alunos em sessões experimentais centradas na manipulação, programação básica e resolução de desafios com o uso do LEGO® Mindstorms.

O artigo descreve as fases do design instrucional, o planejamento de atividades STEAM, a organização da sala de aula como ambiente de aprendizagem ativa e os resultados obtidos em termos de interação, exploração criativa e trabalho colaborativo.

Os achados destacam que os ambientes tecnológicos, estruturados com intencionalidade pedagógica e recursos acessíveis, promovem a motivação, a autonomia e a resolução de problemas na infância. Conclui-se que a incorporação de tecnologias como o LEGO® Mindstorms na educação pré-escolar representa uma via eficaz para inovar os modelos de ensino, fortalecer o vínculo entre brincadeira e aprendizagem, e projetar uma cultura digital desde as etapas iniciais da educação.

Como limitação, o estudo restringe-se a um contexto educacional específico e a uma amostra de caráter intencional. Pesquisas futuras poderão ampliar a análise para outros contextos institucionais e aprofundar o desenvolvimento de modelos de avaliação de ambientes STEAM na educação infantil.

**Palavras-chave:** design instrucional, educação científica e tecnológica, educação pré-escolar, ambiente de aprendizagem, robótica educacional, tecnologia educacional.

## Introducción

En los últimos años, la integración de tecnologías emergentes en la educación infantil se ha consolidado como una línea estratégica de innovación pedagógica, orientada a fortalecer el desarrollo de competencias cognitivas, sociales y tecnológicas desde las primeras etapas del aprendizaje. En este contexto, el enfoque STEAM —acrónimo de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas— ha adquirido relevancia como propuesta interdisciplinaria que promueve el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad en niñas y niños en edad preescolar (Sullivan & Bers, 2021).

Diversos estudios han demostrado que el uso de robótica educativa en entornos escolares favorece el pensamiento computacional, la colaboración y la autonomía de los estudiantes. En particular, el empleo de kits como LEGO® Mindstorms permite diseñar experiencias activas de aprendizaje que combinan programación, construcción, exploración y juego, generando entornos significativos para la adquisición de habilidades del siglo XXI (Chaldi & Mantzanidou, 2021; Vega-Castro et al., 2022).

A pesar de los avances en esta área, persiste un vacío en la literatura sobre la implementación situada de estos recursos en educación preescolar, especialmente en contextos reales de aula. Muchas investigaciones han sido desarrolladas en laboratorios o bajo condiciones altamente controladas, lo cual limita su aplicabilidad directa a los procesos cotidianos de enseñanza-aprendizaje (Torres et al., 2021).

Este artículo de investigación se inscribe en esa línea emergente. Presenta una experiencia de diseño e implementación de un ambiente de aprendizaje STEAM en jardines de niños del municipio de Guasave, Sinaloa, México, durante el ciclo escolar 2025. La intervención didáctica se estructuró en torno al uso del kit LEGO® Mindstorms como recurso articulador de competencias tecnológicas y pedagógicas, considerando tanto la configuración del espacio como las decisiones instruccionales y de mediación docente. El propósito del estudio fue analizar cómo el diseño instruccional y la organización del ambiente físico influyen en la apropiación de la robótica educativa, el pensamiento computacional inicial y la participación colaborativa en niñas y niños de nivel preescolar, así como identificar los factores pedagógicos clave que favorecen su implementación efectiva.

## Revisión Literaria

A nivel global, la educación STEAM —que integra ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas— se ha consolidado como un enfoque educativo fundamental para desarrollar competencias del siglo XXI, como la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración y la resolución de problemas desde edades tempranas (Yakman & Lee, 2022; Castro-Campos, 2022). Este paradigma busca no solo preparar a los estudiantes para los desafíos tecnológicos del futuro, sino también fomentar una formación integral desde los primeros años escolares.

Diversos estudios han demostrado que los ambientes STEAM bien diseñados y apoyados por tecnologías emergentes, como la robótica educativa, promueven capacidades cognitivas y socioemocionales en la infancia, especialmente en el nivel preescolar (Rapti, Koulouris & Avouris, 2023). Entre los recursos más utilizados se

encuentra LEGO® Mindstorms, que ha demostrado ser una herramienta eficaz para introducir el pensamiento computacional de forma lúdica y significativa.

Revisiones sistemáticas recientes han identificado que el uso de kits de robótica en la primera infancia fomenta habilidades como la secuenciación, los condicionales, los bucles y la depuración de errores, así como funciones ejecutivas relacionadas con la memoria de trabajo, la inhibición y el autocontrol (Chang, Li & Wang, 2024; Derfidis, Kolokotroni & Lameris, 2024). A través de actividades estructuradas y guiadas por el aprendizaje basado en proyectos (ABP), se potencia el desarrollo del modelo de las 4C: comunicación, colaboración, pensamiento crítico y creatividad (Palioura, Rapti & Sapounidis, 2025).

Estas estrategias de enseñanza activas, centradas en el estudiante, encuentran en el ABP y la robótica educativa una sinergia poderosa para promover aprendizajes profundos y significativos, especialmente en entornos donde tradicionalmente han estado ausentes estas tecnologías. Además, el diseño instruccional adecuado y la mediación docente resultan esenciales para maximizar el impacto educativo de estos recursos (LEGO® Education, 2023).

En el contexto mexicano, la educación STEAM ha comenzado a ganar terreno, aunque de manera desigual. Iniciativas como las impulsadas por la Fundación Siemens Stiftung con Kide Science y Sesame Workshop han mostrado resultados positivos en el uso de metodologías científicas desde la etapa preescolar en comunidades vulnerables (Kide Science et al., 2024). Sin embargo, la integración formal de LEGO® Mindstorms en educación inicial aún es escasa, limitándose a experiencias piloto o actividades extracurriculares aisladas, sin continuidad ni evaluación sistemática.

En particular, la evaluación de ambientes STEAM representa un área crítica de mejora. A pesar de la proliferación de experiencias educativas con robótica, existe un vacío en cuanto a instrumentos de evaluación robustos que integren dimensiones pedagógicas, espaciales, tecnológicas y socioemocionales. Investigadores internacionales han propuesto marcos multicriterio para analizar estos entornos de forma más integral (Linklater, Clayton & DiAngelo, 2025).

En Sinaloa, si bien existen esfuerzos aislados por parte de universidades, colectivos docentes y ferias escolares para promover actividades STEAM y de robótica, no se han establecido políticas educativas estatales que fomenten su integración sistemática en el currículo de educación preescolar. Esta ausencia limita las posibilidades de desarrollo de competencias clave desde edades tempranas (González-Mendoza & Suárez, 2023).

Por ello, el presente estudio se fundamenta en una necesidad real: generar evidencia sobre la implementación situada de ambientes STEAM en el nivel preescolar

utilizando kits de LEGO® Mindstorms, acompañados de un diseño instruccional robusto y mediación docente. Así, se busca construir una propuesta pedagógica replicable y contextualizada, capaz de fomentar pensamiento computacional, la creatividad y el aprendizaje activo desde la infancia.

## Metodología

El presente estudio adoptó un enfoque cualitativo, bajo el paradigma de la investigación-acción, con elementos de la fenomenología educativa. Se buscó comprender la experiencia vivida por docentes y estudiantes de educación preescolar al implementar un ambiente de aprendizaje STEAM centrado en el uso del kit de robótica educativa LEGO® Mindstorms, así como documentar los efectos en términos de apropiación tecnológica, colaboración, resolución de problemas y pensamiento computacional inicial.

El diseño metodológico se estructuró en tres fases: diagnóstico, intervención y reflexión. En la fase diagnóstica, se realizaron entrevistas semiestructuradas a docentes, así como observaciones no participantes para conocer las prácticas habituales y el nivel de familiaridad con tecnologías educativas. En la fase de intervención, se planificaron e implementaron ocho sesiones didácticas basadas en el enfoque STEAM y el aprendizaje basado en proyectos (ABP), en las que se propusieron retos progresivos para construir, programar y resolver situaciones con LEGO® Mindstorms EV3. La mediación pedagógica estuvo a cargo de las docentes titulares, capacitadas previamente mediante talleres especializados.

El trabajo de campo se llevó a cabo durante el ciclo escolar 2025 en dos jardines de niños públicos del municipio de Guasave, Sinaloa, seleccionados mediante un muestreo de carácter intencional, considerando su interés previo en procesos de innovación educativa. En este estudio participaron 4 docentes y 35 niñas y niños de entre 5 y 6 años de edad. La recolección de datos incluyó registros de campo, grabaciones de video, bitácoras docentes y narrativas orales de los propios estudiantes. El análisis se realizó mediante codificación abierta, la identificación de categorías emergentes y la triangulación de datos, siguiendo los lineamientos de Strauss y Corbin (2015) para el análisis cualitativo.

Los criterios éticos fueron cuidadosamente considerados: se obtuvo el consentimiento informado de padres y madres de familia, se garantizaron las condiciones de anonimato y se promovió la participación voluntaria de los menores. Asimismo, se cuidó el bienestar emocional de las y los estudiantes, asegurando que la experiencia con la robótica educativa fuera lúdica, segura y formativa.

## Resultados

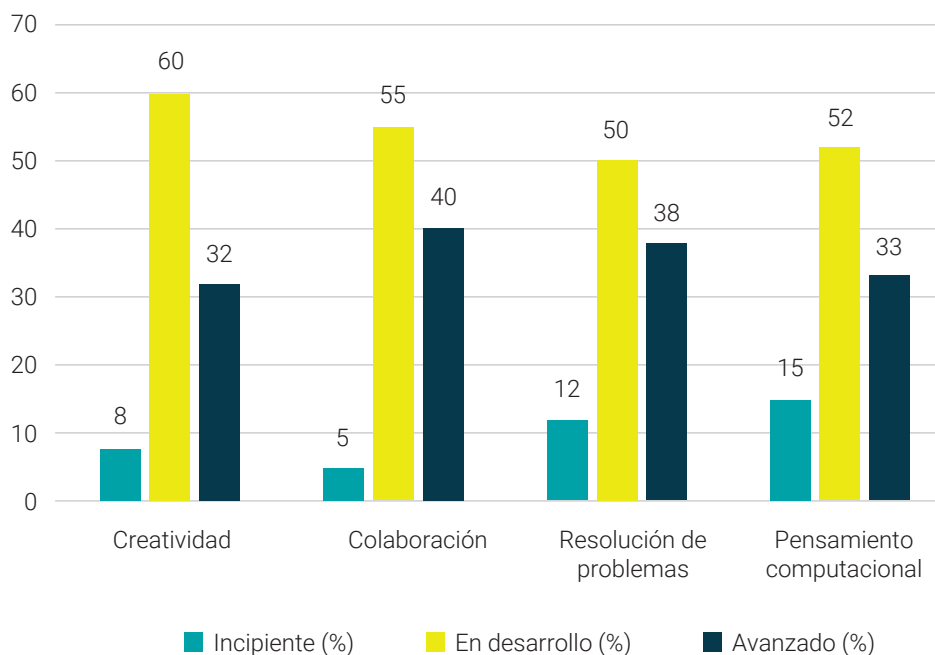
La implementación del ambiente STEAM con LEGO® Mindstorms EV3 permitió documentar de forma cualitativa y descriptiva los efectos observados en una muestra conformada por 4 docentes y 35 niñas y niños de entre 5 y 6 años de edad, distribuidos en dos jardines de niños públicos del municipio de Guasave, Sinaloa. Para sustentar los hallazgos, se utilizaron tres instrumentos de recolección: una rúbrica de desempeño, un cuestionario docente y una guía de observación, lo cual permitió triangular la información a partir de registros de aula, narrativas orales, bitácoras docentes y evidencias visuales.

Durante las ocho sesiones didácticas desarrolladas bajo el enfoque ABP, los estudiantes enfrentaron desafíos progresivos que implicaron el diseño, la construcción y la programación de prototipos robóticos. La evaluación del desempeño estudiantil fue realizada mediante una rúbrica que contempló cuatro dimensiones clave: creatividad, colaboración, resolución de problemas y pensamiento computacional, cada una con tres niveles de logro (incipiente, en desarrollo y avanzado). Los resultados agregados se presentan en la Tabla 1 y se visualizan gráficamente en la Figura 1, que permite observar de manera clara las tendencias de logro en cada dimensión.

**Tabla 1.** Niveles de desempeño estudiantil según rúbrica de retos con LEGO® Mindstorms

| Dimensión                 | Incipiente | En desarrollo | Avanzado |
|---------------------------|------------|---------------|----------|
| Creatividad               | 8 %        | 60 %          | 32 %     |
| Colaboración              | 5 %        | 55 %          | 40 %     |
| Resolución de problemas   | 12 %       | 50 %          | 38 %     |
| Pensamiento computacional | 15 %       | 52 %          | 33 %     |

**Nota.** Fuente: elaboración propia



**Figura 1.** Desempeño estudiantil según rúbrica LEGO® Mindstorms

**Nota.** Fuente: elaboración propia

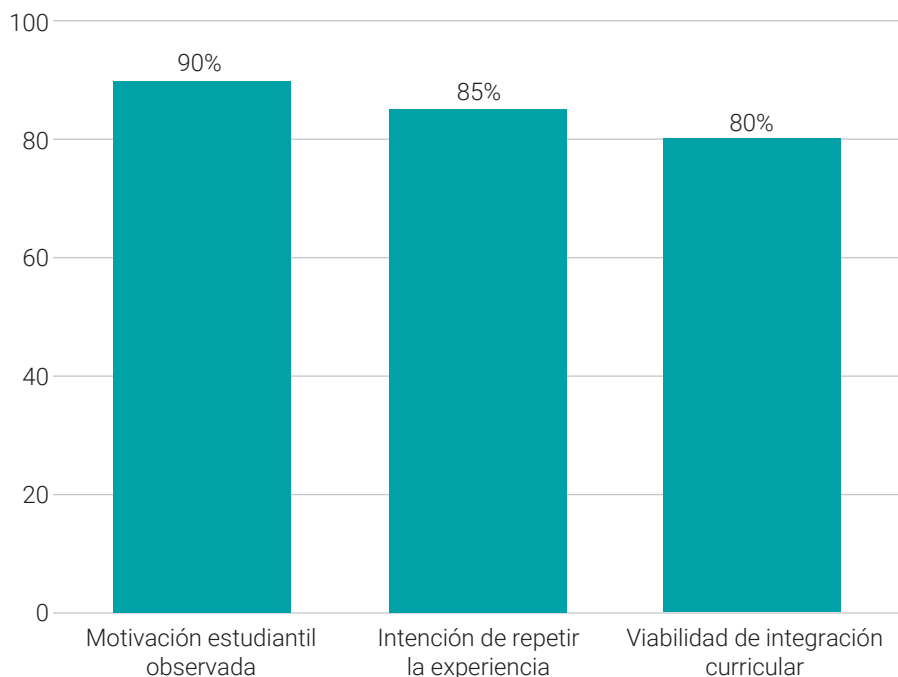
En cuanto a la percepción docente, se aplicó un cuestionario semiestructurado con escala Likert de 5 puntos, complementado con preguntas abiertas. Se encontró que el 90 % de las y los docentes valoró con puntuaciones altas (4 y 5) la motivación estudiantil generada por el uso de LEGO® Mindstorms. El 85 % expresó su intención de repetir la experiencia en ciclos posteriores y señaló como principal área de mejora la necesidad de capacitación técnica más profunda. Los resultados agregados del cuestionario aplicado a docentes se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados del cuestionario docente sobre percepción del ambiente STEAM con LEGO® Mindstorms

| Ítem evaluado                                                   | Porcentaje con valoración 4 ó 5 |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Motivación estudiantil observada                                | 90%                             |
| Intención de repetir la experiencia                             | 85%                             |
| Viabilidad de integración curricular                            | 80%                             |
| Necesidad de capacitación técnica adicional (respuesta abierta) | Comentario frecuente            |

**Nota.** Fuente: elaboración propia.

Estos hallazgos se visualizan también en la Figura 2, donde se representan mediante una gráfica de barras las valoraciones cuantitativas obtenidas en los ítems del cuestionario docente. Se sugiere complementar esta figura con una imagen referencial de docentes acompañando las sesiones de robótica educativa, para reforzar la evidencia contextual.

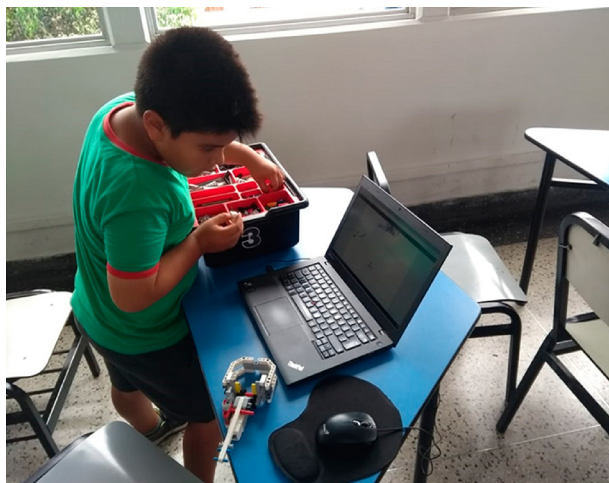


**Figura 2.** Resultados del cuestionario docente sobre implementación de LEGO® Mindstorms.

**Fuente:** elaboración propia

**Nota:** El ítem sobre “Necesidad de capacitación técnica adicional” corresponde a una pregunta abierta. La mayoría de las respuestas mencionaron la falta de habilidades técnicas como área de mejora.

En las narrativas orales de los estudiantes y las observaciones sistemáticas, emergieron tres categorías cualitativas destacadas. La primera fue la apropiación tecnológica y la autonomía infantil, evidenciada por frases como «Mi robot va solito» y «Lo programé con mi grupo», y por el hecho de que la mayoría de los niños y niñas lograron programar al menos una acción del robot tras dos sesiones. Esta apropiación se reflejó también en el uso autónomo de computadoras para configurar sensores y ejecutar movimientos, lo que puede observarse en la Figura 3, donde se documenta a un grupo de infantes interactuando directamente con el kit LEGO® Mindstorms y los dispositivos de programación.



**Figura 3.** Apropiación tecnológica y autonomía infantil durante la programación de prototipos robóticos con LEGO® Mindstorms EV3.

**Nota.** Fuente: elaboración propia.

La segunda categoría fue la interacción social y la colaboración. Durante las sesiones interactivas, se observó un incremento en los acuerdos colectivos y en la toma de decisiones compartidas. Los equipos establecieron roles claros como «el que arma», «el que programa» y «el que prueba». En varias ocasiones, los grupos celebraron con expresiones como «choque de manos robótico», lo cual evidencia un ambiente lúdico y participativo. Esta dinámica colaborativa puede observarse en la Figura 4, donde se muestra a un grupo de estudiantes interactuando activamente mientras diseñan y programan su robot.



**Figura 4.** Interacción social y colaboración entre niñas y niños durante retos de robótica educativa con LEGO® Mindstorms.

**Nota.** Fuente: elaboración propia.

La tercera categoría emergente fue la resolución creativa de retos y el pensamiento computacional. Durante el desarrollo de los desafíos, los equipos infantiles enfrentaron problemas técnicos, como sensores que no respondían o motores desconectados, y lograron solucionarlos mediante estrategias de prueba y error con acompañamiento docente. Se documentó el uso emergente de estructuras básicas de programación como bucles y condicionales, lo cual evidencia un proceso de apropiación del pensamiento computacional inicial. Este tipo de aprendizaje activo puede observarse en la Figura 5, que muestra a un grupo de estudiantes revisando y depurando el programa directamente en la computadora.



**Figura 5.** Revisión de programación robótica por parte de niñas y niños en el entorno LEGO® Mindstorms.

**Nota.** Fuente: elaboración propia.

En síntesis, la experiencia mostró resultados positivos en las cuatro dimensiones evaluadas, con especial fortalecimiento en la colaboración (40 % en nivel avanzado) y la creatividad (32 %). Las voces docentes y estudiantiles respaldaron el impacto transformador de este ambiente STEAM sobre el desarrollo cognitivo y socioemocional de los participantes. La Tabla 3 presenta una síntesis de los principales hallazgos obtenidos en cada una de las categorías analizadas.

**Tabla 3. Síntesis de hallazgos cualitativos y cuantitativos**

| <b>Categoría</b>          | <b>Hallazgo principal</b>                                                         |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Creatividad               | 32 % de estudiantes alcanzó nivel avanzado en diseño de prototipos                |
| Colaboración              | Equipos mostraron roles definidos y diálogo fluido en 8 sesiones                  |
| Pensamiento computacional | 33 % logró nivel avanzado; uso emergente de bucles y condicionales                |
| Resolución de problemas   | Aplicaron estrategias de prueba-error ante fallos técnicos                        |
| Percepción docente        | Alta motivación estudiantil y viabilidad curricular expresada en cuestionario     |
| Evaluación situacional    | Instrumentos resultaron pertinentes y adaptables al contexto de educación inicial |

**Nota.** Fuente: elaboración propia.

En conjunto, los resultados permiten afirmar que la implementación del ambiente STEAM con LEGO® Mindstorms EV3, enmarcada en un proceso de aprendizaje basado en proyectos y mediada por docentes capacitadas, generó un impacto favorable en el desarrollo de habilidades clave del siglo XXI en niñas y niños de nivel preescolar. Las evidencias recogidas a través de instrumentos diversos y registros cualitativos permitieron una comprensión profunda de la experiencia educativa, validando tanto la viabilidad como el potencial transformador de este enfoque en contextos reales. Estos hallazgos abren camino a reflexiones críticas sobre la innovación pedagógica en la educación inicial, las cuales se desarrollan a continuación.

Desde una perspectiva crítica, es necesario reconocer ciertas limitaciones metodológicas del presente estudio. En primer lugar, el tamaño de la muestra y su carácter intencional, circunscrito a dos jardines de niños de un mismo contexto geográfico, limitan la posibilidad de generalizar los resultados desde una perspectiva estadística. Asimismo, la naturaleza cualitativa del enfoque y el diseño de investigación-acción priorizan la comprensión profunda de la experiencia educativa situada por encima de la medición de variables aisladas. No obstante, estas características metodológicas resultan coherentes con los objetivos del estudio, orientados a analizar procesos pedagógicos, dinámicas de aula y prácticas docentes en contextos reales de educación preescolar.

A pesar de las limitaciones señaladas, el diseño del ambiente de aprendizaje STEAM desarrollado en este estudio presenta un alto potencial de replicabilidad en otros contextos educativos. La estructura de las sesiones didácticas, el enfoque basado en proyectos, la mediación docente y el uso de robótica educativa como recurso pedagógico constituyen elementos transferibles a instituciones con características similares. Asimismo, la propuesta puede adaptarse a distintos contextos escolares —urbanos, rurales o con recursos limitados— mediante ajustes en la duración de las

actividades, la formación docente y la disponibilidad tecnológica, sin comprometer los principios pedagógicos que sustentan el modelo.

Los resultados obtenidos en esta experiencia se articulan con los planteamientos teóricos internacionales sobre la evaluación de ambientes STEAM en educación inicial, los cuales destacan la integración interdisciplinaria, el aprendizaje activo y la resolución de problemas como ejes centrales del proceso educativo. En este sentido, los niveles de desempeño observados en dimensiones como colaboración, creatividad, pensamiento computacional y resolución de problemas coinciden con modelos internacionales que conciben los entornos STEAM como espacios dinámicos donde convergen la interacción social, la exploración guiada y la mediación docente intencional. Así, los hallazgos del estudio refuerzan la pertinencia de evaluar los ambientes STEAM no solo a partir de resultados de aprendizaje, sino también considerando las condiciones pedagógicas, espaciales y tecnológicas que configuran la experiencia educativa.

Al contrastar los resultados obtenidos con investigaciones previas, se observa una coincidencia significativa con estudios que reportan efectos positivos de la robótica educativa y los ambientes STEAM en el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales en la educación infantil. Diversos trabajos han señalado que la integración de robótica en contextos preescolares favorece la colaboración, la creatividad y el pensamiento computacional mediante experiencias lúdicas y guiadas, lo cual es consistente con los niveles de desempeño observados en este estudio. No obstante, a diferencia de investigaciones desarrolladas en entornos controlados o programas piloto de corta duración, la presente experiencia se implementó en contextos reales de aula, lo que permitió identificar desafíos asociados a la mediación docente, la formación técnica y la adaptación curricular. Esta diferencia aporta un valor añadido al estudio, al ofrecer evidencia situada que complementa y problematiza los hallazgos reportados en la literatura internacional.

## Conclusiones

La implementación de un ambiente de aprendizaje STEAM con LEGO® Mindstorms EV3 en educación preescolar evidenció un impacto significativo en el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales de las niñas y niños participantes, particularmente en lo que respecta a la colaboración, la creatividad y el pensamiento computacional. A partir de una intervención pedagógica estructurada bajo el enfoque del aprendizaje basado en proyectos (ABP), se logró no solo fomentar la apropiación temprana de la tecnología, sino también generar escenarios lúdicos y desafiantes que

promovieron la autonomía, la interacción social significativa y la resolución creativa de problemas.

Los resultados obtenidos, sustentados en la triangulación metodológica cualitativa, confirman la viabilidad y el valor de integrar herramientas de robótica educativa en el nivel preescolar cuando se cuenta con una mediación docente pertinente y procesos formativos adecuados. Este estudio no solo aporta evidencia empírica sobre los beneficios de los entornos STEAM en contextos escolares iniciales, sino que también propone una ruta de implementación contextualizada y replicable para instituciones educativas interesadas en innovar desde la primera infancia.

No obstante, se reconocen ciertas limitaciones en el estudio: el tamaño de la muestra, circunscrita a dos jardines de niños en un municipio de Sinaloa, limita la generalización de los hallazgos; asimismo, se identificó la necesidad de fortalecer la capacitación técnica de las y los docentes para maximizar el aprovechamiento del recurso tecnológico.

En función de lo anterior, se identifican líneas futuras de investigación orientadas a: desarrollar modelos de evaluación más robustos para ambientes STEAM en preescolar; analizar longitudinalmente los efectos del trabajo con robótica educativa en habilidades metacognitivas; y estudiar estrategias de formación docente sostenibles que fortalezcan la inclusión tecnológica desde la primera infancia. También se sugiere explorar el potencial de estos entornos en poblaciones diversas, incluyendo contextos rurales o de alta marginación, donde la tecnología puede representar una puerta de acceso a nuevas formas de aprendizaje significativo.

## Referencias

- Castro-Campos, P. A. (2022). Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI. *Praxis*, 18(1), 158–175.
- Chaldi, D., & Mantzanidou, G. (2021). Educational robotics and STEAM in early childhood education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 1(2), 72–81.
- Chang, Y., Li, X., & Wang, J. (2024). The effectiveness of educational robots in improving learning outcomes: A meta-analysis. *Sustainability*, 15(5), 4637. <https://doi.org/10.3390/su15054637>
- Derfidis, N., Kolokotroni, I., & Lameris, P. (2024). Preschool children, robots, and computational thinking: A systematic review. *Early Childhood Research Quarterly*, 67, 192–206. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.10.012>
- González-Mendoza, R., & Suárez, E. (2023). Educación STEM en escuelas públicas de Sinaloa: Avances y retos. *Revista Latinoamericana de Innovación Educativa*, 5(2), 112–129.

- Kide Science, Sesame Workshop, & PAUTA. (2024). Bringing STEM education to underserved pre-schools in Mexico. *Boletín de Innovación Educativa*, 12(3), 45–56.
- LEGO® Education. (2023). *Design engineering projects curriculum guide*. LEGO Education.
- Linklater, A., Clayton, P., & DiAngelo, R. (2025). Tools for assessing the quality of STEAM learning environments: A systematic review. *Early Childhood Education Journal*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10643-025-01429-z>
- Palioura, M., Rapti, S., & Sapounidis, T. (2025). Review of robotics activities to promote kindergarteners' communication, collaboration, critical thinking, and creativity. *Information*, 16(4), 260. <https://doi.org/10.3390/info16040260>
- Rapti, E., Koulouris, P., & Avouris, N. (2023). Robotics and computational thinking in early childhood: A thematic review. *Education Sciences*, 13(4), 350. <https://doi.org/10.3390/educsci13040350>
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2021). *Screen-free STEAM: Low-cost and hands-on approaches in early childhood education*. DevTech Research Group, Boston College.
- Torres, P. E., Ulrich, P. I. N., Cucuiat, V., & Ramírez, S. (2021). Physical-digital play and child behavior: A systematic review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 37(17), 1676–1689. <https://doi.org/10.1080/10447318.2021.1905948>
- Vega-Castro, M., González, A., & Martínez, A. (2022). Robótica educativa y desarrollo de competencias STEAM en educación infantil: Un estudio de caso. *Revista Iberoamericana de Educación*, 88(1), 95–110.
- Yakman, G., & Lee, H. (2022). Understanding the theoretical and practical foundations of STEAM education. *Journal of STEAM Education*, 5(1), 23–40.