

Innovación educativa con ciencia, tecnología y robótica (STEM) en la Educación Primaria: pertinencia, impacto y proyecciones en contextos rurales

Cristian Ferrada Ferrada y Danilo Díaz-Levicoy

RESUMEN:

La incorporación de la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática) y la robótica educativa en la Enseñanza Primaria se presentan como estrategias pedagógicas para el desarrollo de habilidades clave del siglo XXI. Este trabajo, sustentado en investigaciones y experiencias previas en diversos contextos, especialmente en zonas rurales, expone las razones que respaldan su implementación temprana, así como los beneficios y retos que conlleva. A partir de evidencias obtenidas mediante análisis bibliométricos, revisiones sistemáticas y proyectos de aula, se muestra cómo estas metodologías potencian el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la motivación de los estudiantes, incluso en entornos con recursos limitados. Finalmente, este artículo concluye con una serie de recomendaciones orientadas a consolidar la robótica y la educación STEM como pilares de una educación inclusiva, pertinente y sostenible.

PALABRAS CLAVES:

La educación del siglo XXI enfrenta el desafío de preparar a las nuevas generaciones para desenvolverse en un entorno marcado por cambios vertiginosos, alta complejidad y la necesidad de competencias que vayan más allá de la simple memorización de contenidos. El enfoque STEM surge como respuesta a la necesidad de integrar disciplinas que, tradicionalmente, se han enseñado de forma separada. La evidencia en la literatura especializada indica que esta integración permite a los estudiantes comprender mejor la conexión entre la teoría y la práctica, favoreciendo aprendizajes significativos y duraderos. En este escenario, el enfoque STEM se consolida como un paradigma educativo integrador que combina ciencia, tecnología, ingeniería y matemática para promover aprendizajes activos y contextualizados.

Dentro de este marco, la robótica educativa se presenta como una de las herramientas más potentes, al brindar a los estudiantes experiencias de aprendizaje basadas en la experimentación, la programación y la resolución de problemas reales. Estas experiencias no solo fortalecen las habilidades técnicas, sino que también impulsan competencias transversales esenciales como el trabajo colaborativo, la comunicación efectiva, el pensamiento crítico y la creatividad.

La robótica educativa, como parte de este enfoque, se apoya en metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos y la Resolución de Problemas, que promueven un rol protagónico del estudiante y un acompañamiento docente más flexible, centrado en el proceso de aprendizaje y el desarrollo de prácticas en situación concretas, pertinente con el contexto real de los estudiantes.

Los estudios bibliométricos sobre la producción científica en STEM y robótica en educación primaria muestran un crecimiento sostenido a nivel global, especialmente desde 2015. Este aumento está asociado a factores como la reducción de costos de los kits educativos, la expansión de plataformas de programación visual como Scratch y el creciente reconocimiento de competencias clave como el pensamiento computacional y la alfabetización digital.

En Chile, la adopción de metodologías STEM y de robótica educativa enfrenta desafíos vinculados a la disponibilidad de recursos, la formación de los docentes y la adecuación de los currículos. No obstante, experiencias implementadas en contextos rurales, como en el archipiélago de Chiloé, demuestran que la innovación educativa puede ser viable y efectiva incluso en condiciones de vulnerabilidad, siempre que se garantice la pertinencia territorial y exista un compromiso institucional sólido.

Evidencias empíricas y experiencias desarrolladas

El proyecto CISOGRA Robotics (Ciudad Sostenible con Robótica y Aprendizaje) surge como una iniciativa de innovación educativa orientada a integrar las áreas de ciencias, matemáticas y tecnología mediante la construcción colaborativa de una ciudad sostenible a escala. El modelo se fundamenta en el enfoque STEM-TIC y promueve el aprendizaje basado en proyectos, donde los estudiantes diseñan, programan y ensamblan prototipos de infraestructura como sistemas de energía, transporte y reciclaje empleando robots Mbot y sensores ambientales. La experiencia, desarrollada en escuelas de España, Chile (Chiloé) y Ecuador, fomenta la comprensión de conceptos científicos y matemáticos aplicados al entorno, la reflexión sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la valoración del conocimiento local, fortaleciendo así la pertinencia territorial y la conciencia ecológica desde edades tempranas.

Los resultados cualitativos evidenciaron transformaciones significativas en los estudiantes. Uno de los más relevantes fue el notable aumento de la motivación hacia las asignaturas STEM. El aprendizaje dejó de asumirse como una obligación para convertirse en una experiencia atractiva y con sentido. Esta motivación despertó la curiosidad, fomentó la participación y generó disposición para asumir nuevos retos, condiciones esenciales para un aprendizaje profundo y duradero. También se observó un fuerte impulso hacia el trabajo colaborativo. Los niños aprendieron a coordinarse, escuchar, valorar los aportes de sus compañeros y construir soluciones en conjunto, desarrollando habilidades sociales y comunicativas fundamentales. Esto supuso un tránsito desde un aprendizaje individual hacia una verdadera construcción colectiva del conocimiento.

Otro hallazgo clave fue el incremento de la autoconfianza en la resolución de problemas. Los proyectos STEM y de robótica reforzaron en los estudiantes la certeza de que podían enfrentar situaciones nuevas, proponer alternativas y ponerlas a prueba, fortaleciendo así su resiliencia y pensamiento crítico.

Finalmente, se constató una mayor capacidad de transferir aprendizajes a la vida cotidiana. Los conocimientos adquiridos se aplicaron en la resolución de problemas domésticos, en el uso práctico de tecnologías para tareas diarias y en la reflexión crítica sobre su entorno social y ambiental. En este sentido,

resultan especialmente valiosas las experiencias de talleres extracurriculares en escuelas rurales, donde la robótica se convirtió en una herramienta eficaz para reforzar competencias matemáticas y científicas de estudiantes con rezago académico.

La implementación de STEM y la robótica en contextos rurales y vulnerables enfrenta retos significativos que van desde las brechas de conectividad y la falta de equipamiento tecnológico hasta la carencia de formación docente especializada. Estos desafíos, lejos de constituir barreras insalvables, pueden abordarse mediante estrategias colaborativas que incluyan proyectos comunitarios en los que participen familias y organizaciones locales, alianzas estratégicas entre escuelas, universidades y entidades privadas, así como programas de capacitación docente en servicio con un enfoque práctico y adaptado a las particularidades del territorio.

En consecuencia, integrar STEM y robótica en zonas vulnerables no solo potencia habilidades técnicas y cognitivas, sino que también contribuye a fortalecer la cohesión social, rescatar saberes locales y proyectar un modelo de educación inclusiva y sostenible. Así, se abre un camino en el que la pertinencia territorial y el compromiso comunitario se convierten en factores decisivos para garantizar la equidad educativa y preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

Innovación pedagógica y cambio de paradigma

La incorporación de STEM y la robótica en educación primaria implica un cambio profundo en la manera de entender la enseñanza y el aprendizaje. El rol del docente deja de centrarse únicamente en transmitir conocimientos para transformarse en un facilitador de experiencias significativas, convirtiendo el aula en un espacio dinámico y creativo. En este entorno, el error se asume como una parte natural del proceso, lo que fomenta la experimentación, la autonomía y la reflexión crítica.

En este marco, metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje-servicio y el *design thinking* encuentran en la robótica una plataforma idónea para su puesta en práctica. A través de ellas, los estudiantes aprenden a analizar problemas complejos, generar soluciones innovadoras y evaluar su viabilidad, desarrollando competencias que serán esenciales para afrontar los retos del futuro.

Para consolidar la presencia de STEM y la robótica en la educación primaria, es necesario abordar varios desafíos clave. Se requieren políticas públicas sostenidas que financien infraestructura, equipamiento y programas de formación docente; currículos flexibles que integren proyectos interdisciplinarios sin sobrecargar la planificación; y evaluaciones formativas que valoren el proceso de aprendizaje en su conjunto, más allá del resultado final. Asimismo, resulta fundamental fortalecer las redes de colaboración entre escuelas,



REFERENCIAS SUGERIDAS

1. Ferrada, C., & Díaz-Levicoy, D. (2025). Perspectiva del enfoque STEM y Robótica en las aulas de educación Primaria vista por maestros de 5º y 6º grado: Perspectiva da abordagem STEM e Robótica nas salas de aula do Ensino Primário, tal como vista pelos professores do 5º e 6º ano no contexto espanhol. *Revista De Estilos De Aprendizaje*, 18(35), 35–47. <https://doi.org/10.55777/rea.v18i35.5468>
2. Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Díaz-Levicoy, D. y Silva-Díaz, F. (2023). Evaluación de una propuesta educativa sostenible con un enfoque STEM para mejorar la actitud hacia las ciencias o matemáticas en estudiantes de 5.º y 6.º de educación primaria de España. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, 28(1), 111–126. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n1p111>
3. Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Díaz-Levicoy, D. & Silva-Díaz, F. (2020). La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society*, 21, 22. <https://doi.org/10.14201/eks.22036>

universidades, empresas y comunidades, creando ecosistemas educativos más integrados y sostenibles.

Mirando hacia el futuro, se proyecta que la robótica y la educación STEM se consoliden como ejes transversales de la Educación Primaria, no solo para potenciar habilidades técnicas y cognitivas vinculadas al empleo del mañana, sino también para formar ciudadanos digitales responsables, críticos y creativos, capaces de desenvolverse en un mundo cada vez más complejo e interconectado.

Reflexiones finales

La educación STEM y la robótica trascienden la idea de ser únicamente innovaciones metodológicas: constituyen una apuesta estratégica para el futuro, orientada a formar ciudadanos con las competencias, la capacidad crítica y la creatividad necesarias para desenvolverse en un mundo en constante cambio. En contextos rurales y vulnerables, su implementación no solo es posible, sino que ha evidenciado un impacto significativo en la motivación estudiantil, el rendimiento académico y la proyección de vida de niños y niñas que encuentran en estas experiencias nuevas oportunidades de aprendizaje y desarrollo.

Las experiencias revisadas muestran que el verdadero éxito de estas iniciativas se sustenta en tres pilares: la pertinencia territorial, que conecta la educación con la identidad y necesidades locales; el compromiso docente, que garantiza acompañamiento y guía en el proceso; y la vinculación comunitaria, que refuerza la sostenibilidad de los proyectos. Para dar continuidad a este camino, se requiere de voluntad política, inversión estable y una visión a largo plazo que reconozca la innovación educativa como un motor clave de equidad, inclusión y desarrollo social.



Dr. Cristian Andrés Ferrada Ferrada. Profesor de Educación General Básica con mención en Educación Matemática (Universidad Católica del Maule, Chile). Máster en Didáctica de la Matemática (Universidad de Granada, España), y Doctor en Ciencias de la Educación (Universidad de Granada,). Actualmente ejerce como docente e investigador en el Departamento de Educación de la Universidad de los Lagos (sede Castro-Chiloé), Chile. Su línea de investigación se centra en la integración de modelos STEAM y robótica educativa en contextos rurales e insulares. Además, lidera un proyecto internacional de formación docente STEAM-TIC con enfoque territorial, intercultural y de género, financiado por Cedia en Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2678-7334>

correo de contacto: cristian.ferrada@ulagos.cl

Dr. Danilo Díaz-Levicoy. Profesor de Educación Media en Matemáticas y Computación (Universidad de Los Lagos); Máster en Didáctica de la Matemática y Doctor en Ciencias de la Educación por la Universidad de Granada (España). Actualmente se desempeña como Profesor Auxiliar en la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Católica del Maule, integrando el Centro de Investigación en Educación Matemática y Estadística. Sus líneas de investigación incluyen la alfabetización estadística en Educación Primaria, la evaluación del aprendizaje a través de tablas estadísticas, y el análisis crítico del uso de libros de texto para enseñar estadística y probabilidad. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8371-7899>

correo de contacto: ddiazl@ucm.cl