

La robótica educativa en pro del pensamiento creativo: un estudio de caso en aulas rurales de educación primaria

María Obdulia González Fernández 

Departamento de Ingenierías, Universidad de Guadalajara. México.

ogonzalez@cualtos.udg.mx

César Eduardo Aceves Aldrete 

Departamento de Ingenierías, Universidad de Guadalajara. México.

caceves@cualtos.udg.mx

Ana Belén Pérez-Torregrosa 

Universidad de Jaén. España. abperez@ujaen.es

Horacio Gómez Rodríguez 

Departamento de Ingenierías, Universidad de Guadalajara. México.

horacio.gomez@cualtos.udg.mx

[Recibido: 21 febrero 2025, Revisado: 25 julio 2025, Aprobado: 11 diciembre 2025]

Resumen: La robótica educativa es una alternativa para acercar a los estudiantes del sector rural con limitado acceso a la tecnología al desarrollo de aprendizaje STEAM. El presente estudio describe los resultados de un taller de robótica con mBot con el objetivo de medir la creatividad de estudiantes de 9-12 años, en un contexto de educación rural multi-grado. Por tal motivo se diseñó un estudio de caso mediante una medición pretest, posttest. Como instrumento de recogida de información se utilizó el test de pensamiento creativo de Torrance. Los hallazgos mostraron un aumento en el pensamiento creativo, principalmente en el componente de elaboración. Se destaca la relación con el aprendizaje STEAM, por lo tanto, el integrar la robótica en contextos rurales puede ser una alternativa para promover el aprendizaje de la ciencia. Una de las limitantes detectadas fue el tamaño de la muestra, de tal forma que los resultados no se pueden generalizar. En conclusión, este estudio destaca la importancia del uso de la robótica en la educación básica como una estrategia innovadora para promover el pensamiento creativo y su relación con la resolución de problemas mediante los retos.

Palabras clave: Aprendizaje STEAM; Creatividad; Robótica; Tecnología.

Educational Robotics in support of creative thinking: A case study in rural primary school classrooms

Abstract: Educational robotics is an alternative for bringing STEAM learning to students in rural areas with limited access to technology. This study describes the results of a robotics workshop using mBot, designed to measure the creativity of 9-12 year old students in a multi-grade rural school setting. A case study was designed using a pre-test/post-test design. The Torrance Tests of Creative Thinking were used as the data collection instrument. The findings show an increase in creative thinking, primarily in the elaboration component. The study highlights the relationship with STEAM learning, suggesting that integrating robotics in rural contexts can be an alternative for promoting science learning. One limitation identified was the sample size, meaning the results cannot be generalized. In conclusion, this study underscores the importance of using robotics in basic education as an innovative strategy to promote creative thinking and its connection to problem-solving through challenges.

Keywords: STEAM learning; Creativity; Robotics; Technology.

Para citar este artículo: González, M. O., Aceves, C. E., Pérez-Torregrosa, A. B. y Gómez, H. (2026) La robótica educativa en pro del pensamiento creativo: un estudio de caso en aulas rurales de educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 23(1), 1201. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2026.v23.i1.1201

Introducción

En la actualidad son evidentes los beneficios de la tecnología en pro de la educación; es evidente principalmente por su papel mediador en los ambientes de aprendizaje. De acuerdo con Díaz Barriga (2013), Hernández (2017) y Soto Varela et al. (2023), las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) han impactado las aulas de clase en los últimos años, como claro ejemplo es la mejora en el rendimiento académico. Muchos profesores incorporan las herramientas digitales con el propósito de enseñar de manera más interactiva y enriquecedora, dado que el uso de las aplicaciones tecnológicas facilita el aprendizaje y la colaboración entre estudiantes y profesores.

En el contexto postpandemia podemos asegurar que las TIC se convirtieron en grandes aliados para dar continuidad a los procesos educativos. Ahora bien, de acuerdo con López Gamboa et al. (2020), Neira Castellanos y Sánchez Morales (2023), Arrigui Torres y Mosquera (2022) una de las tendencias educativas actuales es promover el aprendizaje de las diferentes disciplinas STEAM (acrónimo de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) desde una metodología de enseñanza articulada en un conjunto de habilidades a desarrollar entre niños y jóvenes. Por tal motivo, se presenta un estudio acerca de la implementación de talleres de robótica para el aprendizaje STEAM en el nivel educativo de primaria en contextos rurales postpandemia.

La robótica educativa es un área emergente con influencia en cualquier nivel educativo, desde los primeros niveles educativos hasta el nivel superior. En este contexto, el robot se utiliza como una herramienta pedagógica para el aprendizaje de ciencia y tecnología que a su vez motiva al alumnado (Alam, 2022), ya que despierta el interés y la curiosidad por el aprendizaje de la ciencia en un ambiente práctico (Faria de Souza et al., 2021). Los estudiantes ponen a prueba su creatividad por medio de actividades interactivas y atractivas, además de ayudar al desarrollo de habilidades como el pensamiento computacional (Jaipal-Jamani y Angeli, 2016), el pensamiento lógico, la resolución de problemas y el trabajo en equipo (Coufal, 2022).

En el ámbito de la investigación sobre la robótica educativa en contextos rurales, los estudios de Jiménez González et al. (2007) y Morales Valiente (2017) han comprobado su efectividad, puesto que es una alternativa para interactuar con la tecnología de una manera espontánea. Se concibe como una herramienta para comprender los conceptos abstractos y complejos, así como una forma novedosa de democratizar la tecnología en contextos que en ocasiones tienen difícil acceso.

El estudio de Hu et al. (2023) demuestra que la integración de robots de bajo costo en la educación primaria rural a través de la metodología de los aprendizajes basados en proyectos mejora los conocimientos y actitudes hacia el STEM, mostrando la robótica como una estrategia efectiva y práctica para estos contextos. Al igual que el estudio de Castro et al. (2022), quienes demostraron que la integración de la robótica es una buena estrategia para promover aprendizajes como matemáticas y ciencias, así como reducir la brecha digital.

La creatividad en el contexto educativo

La creatividad se visualiza como una habilidad del pensamiento vital, en especial en el contexto del siglo XXI (Kelemen, 2017); esta facultad permite la concepción de nuevas ideas y soluciones innovadoras. Guilford (1967) la define como una forma de pensamiento que surge como respuesta a un problema y es susceptible de estimularse en diversos ambientes como el familiar, social y educativo. Esta capacidad se ha asociado con el denominado “pensamiento divergente” que es un componente esencial de la creatividad el que interviene una combinación de procesos como la cognición, la memoria, la evaluación y la convergencia (Díaz Barriga, 2013). Consiste en generar múltiples respuestas ante una pregunta o problema sin limitarse a soluciones concretas.

El pensamiento divergente como parte esencial de la creatividad adquiere una dimensión pedagógica al hablar de pensamiento creativo como el proceso cognitivo para desarrollar y poner en práctica la creatividad en contextos educativos. Las acciones como conectar conceptos de manera inusual y generar ideas son parte de este proceso dinámico que permite explorar, construir y aplicar nuevo conocimiento en pro del aprendizaje.

De acuerdo con Guilford (1967) el pensamiento creativo se caracteriza por cuatro elementos como son:

- **Fluidez (FLU)** se refiere a la mayor generación de ideas, soluciones posibles ante una situación.
- **Flexibilidad (FX)** permite generar múltiples perspectivas distintas y en ocasiones contrarias, por lo que consiste en utilizar diferentes estrategias para resolver un problema.
- **Originalidad (ORI)** se refiere a lo único, por lo que consiste en considerar las respuestas novedosas, no familiares e inusuales.
- **Elaboración (ELAB)** se relaciona con el nivel de detalle o complejidad de las ideas creativas, para detallar la solución de un problema (Casado Fernández y Checa Romero, 2020).

El desarrollo del pensamiento creativo en los contextos escolares implica el uso innovador y diversificado de estrategias y materiales, con el fin de obtener resultados diversos (Larraz-Rábanos, 2021; Sari et al., 2024). De ahí la importancia de generar situaciones de aprendizaje con gran variedad de estímulos divergentes para generar y proyectar ideas en un ambiente educativo. Es así como la escuela desempeña un papel crucial para promover la creatividad al proporcionar entornos que fomenten la exploración y la experimentación (Yeşilyurt, 2020).

Para evaluar los factores de la creatividad, Torrance (1990) propuso el test de pensamiento creativo (TTCT), que es un instrumento que mide la creatividad en niños, adolescentes y adultos en contextos educativos. El test se divide en dos formas principales: TTCT-Figurativo, que consta de la producción de dibujos y composiciones, donde el sujeto hace uso de los elementos como formas y láminas pegadas para la creación de imágenes bajo un título. La segunda forma es el TTCT-Verbal, consiste en tareas escritas donde el participante genera ideas, describe consecuencias o propone usos innovadores de objetos. El TTCT ha sido utilizado por Alabbasi et al. (2022) y Kim (2011) y precisan que es adecuado para valorar el pensamiento creativo en intervenciones pedagógicas en distintos niveles educativos.

Creatividad y robótica educativa

Existen estudios que avalan los efectos positivos de la robótica a favor de la creatividad, como es el caso de los realizados por Nemiro et al. (2017), Yang et al. (2020) y Jiménez Castro y Cerdas González (2014). Estos estudios refieren que la robótica educativa es una herramienta que brinda un potencial al generar espacios en pro de la creatividad y la resolución de problemas (Fernández Morales et al., 2018). También promueve aprendizajes activos, por su fundamento construccionista González et al. (2021) y propicia el trabajo colaborativo (Yüksel et al., 2025). Además, Morales Valiente (2017) menciona que las experiencias con robótica educativa proporcionan espacios lúdicos que asemejan a situaciones del mundo real y la solución de problemas complejos que pueden ser de utilidad en un futuro académico.

Los trabajos de Guven et al. (2020), Nemiro (2017), Noh y Lee (2019) y Orhani (2023) evidencian diversas aproximaciones que vinculan la promoción de la creatividad a través de la robótica en la educación primaria. En esa misma línea, Casado Fernández y Checa Romero (2023) destacan que las actividades STEAM potencian el desarrollo creativo en sus diversas manifestaciones, como son flexibilidad, elaboración, fluidez y originalidad, al integrar disciplinas que promueven la experimentación. De manera indirecta, se favorece el pensamiento computacional y crítico en la resolución de problemas en contextos colaborativos.

La relación entre aprendizaje STEAM, robótica y creatividad se evidencia en el estudio de Casado Fernández y Checa Romero (2020), quienes muestran que la integración de la robótica en proyectos interdisciplinarios que estimulan la creatividad al permitir que los estudiantes diseñen, experimentan y reflexionen sobre su propio aprendizaje. No obstante, como señala Vavassori Benitti (2012), el uso del robot como un instrumento tecnológico no garantiza por sí solo el desarrollo de las habilidades; su efectividad depende en gran medida del tipo de mediación pedagógica y el contexto escolar, que benefician o limitan este tipo de aprendizaje. Por tal motivo, es fundamental que el alumnado dé sentido a lo que aprende y lo adapte a la realidad donde se desenvuelve.

A pesar de las múltiples ventajas que favorece la robótica en los procesos de enseñanza y aprendizaje del STEAM, persiste un vacío en estudios que analizan de manera específica su impacto en contextos rurales, particularmente en relación con las distintas dimensiones y alcances de la creatividad, donde el acceso a la tecnología es limitado. La creatividad toma relevancia como competencia clave para la educación del siglo XXI.

El presente estudio pretende ofrecer evidencias empíricas de la forma en que la robótica educativa puede influir en el desarrollo de la creatividad de los estudiantes de aulas rurales multigrado de primaria. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es analizar la influencia del uso del robot mBot en el aprendizaje de las áreas STEAM y su relación con el desarrollo de las habilidades de pensamiento creativo (flexibilidad, fluidez, elaboración y originalidad) del alumnado de aulas multigrado-rurales.

Para alcanzar este objetivo se concretan las siguientes preguntas de investigación:

¿Cómo varía el nivel de pensamiento creativo del alumno antes y después de participar en los talleres de robótica educativa?

¿En qué grado educativo se observan mayores cambios en los elementos del pensamiento creativo tras la implementación de los talleres de robótica educativa?

¿Qué elemento del pensamiento creativo (fluidez, flexibilidad, originalidad o elaboración) muestra un mayor cambio con la participación en los talleres de robótica educativa en alumnado de contextos rurales?

Metodología

Este estudio de caso utiliza una metodología cuantitativa con diseño longitudinal, mediante una prueba pretest/posttest de dos grupos. Se determinaron las variables de medición de la creatividad y el aprendizaje de la programación de robots como uno de los puntos esenciales para promover el aprendizaje STEAM.

Participantes

En la investigación han participado un total de 20 estudiantes de nivel primaria de los grados de tercero a sexto (Tabla 1), de dos instituciones en contextos similares, puesto que son de tipo rural y multigrado, con condiciones socioeconómicas semejantes en la zona de los Altos de Jalisco, México.

Las edades de los alumnos están comprendidas entre los 9 y los 12 años, de los cuales existe una proporción del 50% entre niñas y niños. La selección de la muestra para la investigación fue de tipo no probabilístico por conveniencia, participando la totalidad de estudiantes de ambos grupos a los que se tuvo acceso, ver Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de la muestra.

Grados	Escuela	Total de alumnos
4º, 5º y 6º	José María Morelos y Pavón	8
3º, 4º, 5º y 6º	Rural 22, Niños Héroes	12

Proceso metodológico de los talleres de robótica

El proceso de intervención inició con la aplicación del pretest durante la primera sesión donde los estudiantes respondieron la prueba de pensamiento creativo de Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT), integrada por dos subtest con una duración de 10 minutos cada uno. Así mismo, la doceava sesión nuevamente se aplicó la misma prueba como posttest.

El taller de robótica y pensamiento STEAM se organizó en 10 sesiones de 2 horas semanales (Ver Anexo 1). De acuerdo con el propósito de la actividad, la organización del grupo se dio en binas o individual, con la intención de que todos los integrantes del grupo manipulasen un mBot.



Figura 1. Esquema metodológico estudio de caso.

La herramienta tecnológica fue mBot (<https://www.creativakids.com/mbot/>), se trata de un robot basado en tecnología de Arduino y creado por la empresa MakeBlock, este dispositivo es compatible con el lenguaje visual de Scratch. Este lenguaje es una de las

herramientas más adecuadas para la enseñanza de la programación en edades tempranas, puesto que presenta la ventaja de ser intuitivo y permite la interacción mediante el arrastre de bloques gráficos para crear soluciones e historias interactivas (Sáez López y Cózar Gutiérrez, 2017). Se emplearon las aplicaciones de mBlock y mBlock Blockly que son una adaptación de la empresa MakeBlock del lenguaje de Scratch. En la figura 1 se muestra el esquema metodológico del estudio de caso.

Las temáticas de los retos se definieron de acuerdo con las áreas STEAM. Cada sesión se organizaba en dos momentos, primeramente, un espacio denominado “Historia”, donde el estudiante empleaba la aplicación de mBlock Blockly que requiere resolver diversas actividades con bloques predeterminados. En el segundo momento, se trabajó de manera transversal los contenidos STEAM, adaptando las actividades propuestas en el libro *Robótica educativa. Una perspectiva didáctica en el aula* de González (2021), por lo que se plantea un reto dividido en cuatro momentos:

1. Analizar: Exposición del reto y reflexión a partir de las preguntas ¿Cuál es el reto?, ¿Qué datos conozco?, y ¿Cuál es la condición para resolver el problema?
2. Diseñar: Se genera el plan de acción para el desafío por parte del estudiante, a través de la creación de un algoritmo donde se expresa una secuencia de pasos para resolver el reto.
3. Crear y comprobar: En esta etapa se ejecuta el plan de acción diseñado previamente mediante la herramienta de programación por bloques mBlock Blockly y posteriormente, se prueba con el robot mBot.
4. Comunicar: Finalmente, los estudiantes comparten su experiencia y solución al reto propuesto. Para fomentar la reflexión se plantearon preguntas como: ¿Se lograron los mismos resultados?, y ¿puede haber distintas soluciones al problema?

Al finalizar cada reto, los estudiantes registraban en un diario de actividades los aprendizajes logrados y representaban con un dibujo su experiencia. Ver Figura 2.

Se propuso dicha dinámica siguiendo las diferentes etapas del aprendizaje basado en la resolución de problemas, por su gran potencial para la promoción del trabajo colaborativo, pensamiento crítico y creativo. Las experiencias de Barradas et al. (2024) y Eteokleous (2018) han demostrado que esta metodología es de gran utilidad para la mejora de habilidades de pensamiento crítico y creatividad-innovación.

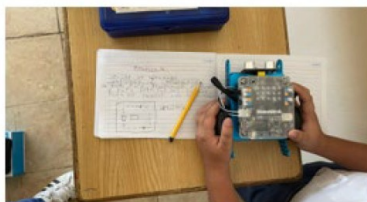


Foto 1. Análisis



Foto 2. Diseño



Foto 2. Creación y pruebas



Foto 4. Comunicación

Figura 2. Momentos que conformaron un reto.

El estudio se condujo siguiendo los lineamientos del comité de bioética de la Universidad de Guadalajara. Se notificó a las autoridades escolares y familia de los estudiantes participantes. Donde se declara la confidencialidad de los datos, la participación voluntaria y la ausencia de riesgos de los participantes. Así mismo, las autoridades educativas de los colegios otorgaron por escrito la autorización formal a los líderes del proyecto.

Instrumento

Para evaluar el efecto de la intervención, se empleó la prueba TTCT adaptada por Jiménez González et al. (2007). Se consideraron los dos de los subtest (juegos) de la prueba, que son fichas que completan los estudiantes a través de dibujos. La primera ficha denominada “Componer un dibujo” evalúa las características de ORI y ELAB. El tiempo de aplicación fue de 10 minutos, contabilizando a partir de las instrucciones. Para la evaluación de las creaciones en torno a ORI se tomó el anexo de Jiménez González et al. (2007) donde existe una puntuación correspondiente a cada título de los dibujos, si este no existiera en la tabla sugerida, se le otorga la puntuación máxima de 5. Ver tabla 2.

Tabla 2. Puntuaciones para cada uno de los elementos de la creatividad.

Subtest	ORI	ELAB	FLU	FX	Total de creaciones	Puntos totales
Subtest 1	La puntuación se asigna de acuerdo con la tabla de valores, puntuación máxima 5 puntos	1 pto. Color 1 pto. Sombras 1 pto. Decoración 1 pto. Detalles 1 pto. Título	No se evalúa	No se evalúa	1	5
Subtest 1	La puntuación se asigna de acuerdo con la tabla de valores, puntuación máxima 5 puntos	1 pto. Color 1 pto. Sombras 1 pto. Decoración 1 pto. Detalles 1 pto. Título	1 punto si un estímulo no está titulado, pero se puede identificar fácilmente en el dibujo. Si usa dos o más estímulos para formar un dibujo, se asignan los puntos como estímulos utilizados.	1 punto por cada categoría (63 categorías semánticas posibles).	10	55

La ELAB evalúa el grado de detalle añadido a la creación, como los elementos adicionales que contribuyen a su decoración y embellecimiento. Finalmente, se otorgó un punto adicional por la inclusión de un título para la obra, siempre que no forme parte de la descripción del propio dibujo, ver tabla 2.

El segundo subtest denominado “Acabar un dibujo” busca valorar las cuatro características de la creatividad. La aplicación dura 10 minutos y consiste en completar diez trazos inacabados para crear dibujos y asignarles un título. Para evaluar la fluidez se considera el número de dibujos realizados, considerando que la máxima puntuación total es 10. Mientras que la originalidad y la elaboración se califican a partir de la puntuación

establecida en la tabla sugerida por Jiménez González et al. (2007). Finalmente, la flexibilidad se puntúa en función del número de categorías diferentes utilizadas por el niño en los diez ítems. La aplicación dura 10 minutos y consiste en completar diez trazos inacabados para crear un dibujo y asignarle un título. Las normas de interpretación de los diferentes subtest de acuerdo con el total de puntos (PD) se clasifican de la siguiente forma:

- ORI: Total PD originalidad en los dos juegos.
- ELAB: Total PD elaboración en los dos juegos.
- FLU: Total PD fluidez del juego dos.
- FX: Total PD flexibilidad del juego dos.
- Pensamiento creatividad (PC) = $\sum$ (PD ORI+PD ELAB + PD FLU+PD FX).

Las puntuaciones totales por cada uno de los elementos de la creatividad se presentan en la Tabla 3, así como para cada uno de los subtest.

Tabla 3. Baremación de los diferentes elementos de la creatividad del test de Torrance.

Elementos	Subtest 1	Subtest 2	Puntuación total
ORI	5	50	55
ELAB	5	50	55
FLU	-	10	10
FX	-	10	10

Se tomó en consideración la validez de constructo del TTCT en poblaciones infantiles mexicanas, de acuerdo con el estudio de Krumm et al. (2013) que comprobó que dicho instrumento explica el 70% de la varianza total, lo que respalda su consistencia y pertinencia en este contexto.

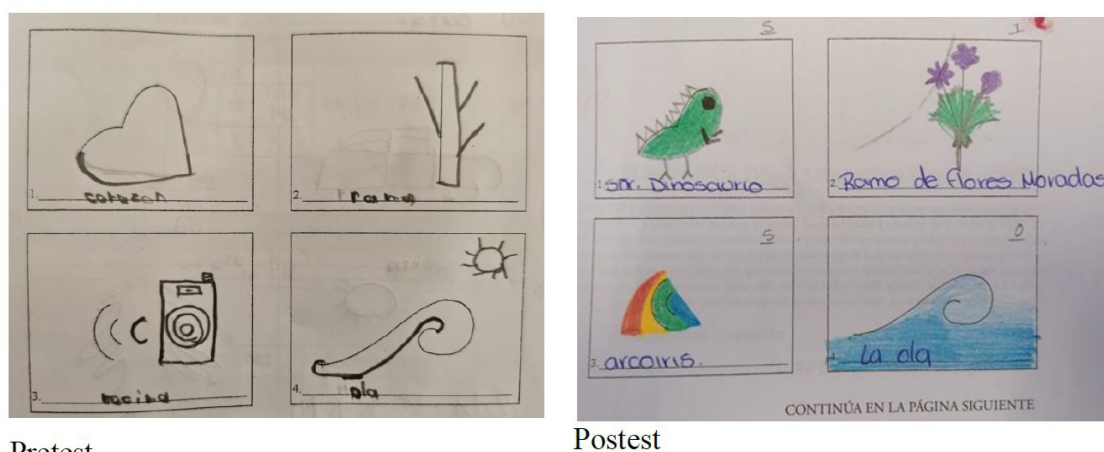
Análisis de datos

El análisis de los datos se llevó a cabo aplicando técnicas de estadística inferencial a partir de las medidas de frecuencia de los momentos de pretest/posttest con base en las medias aritméticas y la desviación estándar de cada una de las características de la creatividad.

Posteriormente, se realizó un análisis de distribución normal de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk por ser una muestra homogénea menor de 50 sujetos. El resultado de la muestra es de .078 para el pretest y .779 para el posttest, lo que demuestra que los datos tienen una distribución normal ($p < 0,05$). Se aplicó la prueba paramétrica T de Student para muestras dependientes, donde se compararon las medias de dos variables de un solo grupo.

Resultados

Para dar respuesta a la pregunta de investigación respecto a la variación del nivel de pensamiento creativo antes y después de los talleres de robótica educativa. Se puede observar un avance del 17% en el test de Torrance, por lo que es significativa la respuesta de los estudiantes. En la figura 3 se da evidencia de la aplicación del instrumento TTCT, donde se puede constatar el avance en las producciones de los niños de acuerdo con el subtest 2, especialmente en la flexibilidad y fluidez de las ideas. Se evidencia el desarrollo en las habilidades para conectar las imágenes con ideas visuales y abstractas, además, incluyen detalles personales en los dibujos.

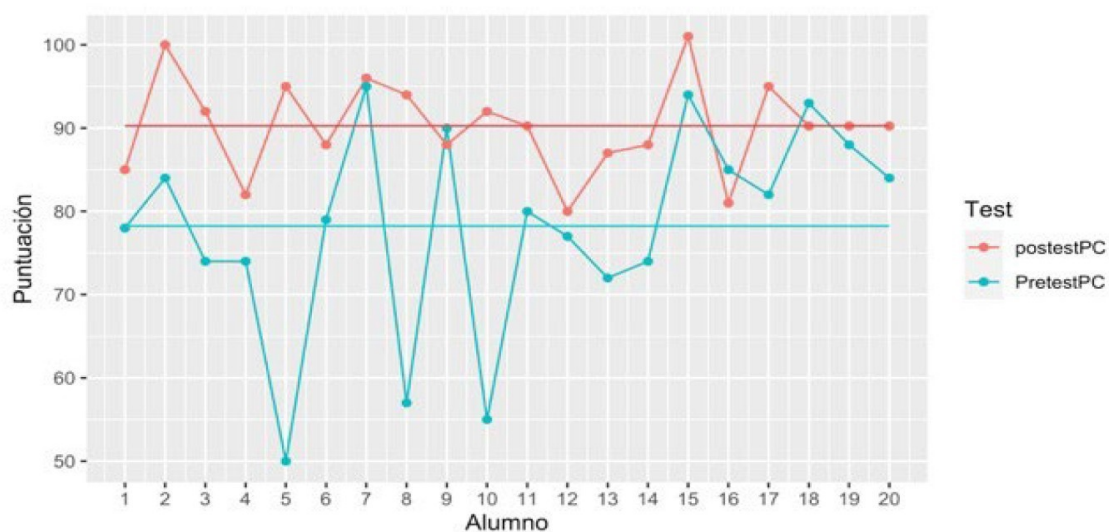


Pretest

Posttest

Figura 3. Ejemplos resueltos del subtest 2 “Acabamos un dibujo” en la etapa de pre y posttest.

En la figura 4 se presenta el nivel de pensamiento creativo entre pre y posttest. Donde los sujetos 1 y 15 son los que muestran mayor avance; el estudiante número uno aumentó siete puntos del valor total de prueba y el 15 inició en 94 y mejoró hasta llegar a 102 puntos. Los resultados de los sujetos 5, 8 y 10 fueron muy por debajo de la media en el pretest, mientras que en el posttest un poco por encima de la media.


Figura 4. Comparación del nivel de creatividad entre pretest y posttest de cada uno de los 20 estudiantes.

El análisis por grado escolar muestra mayores progresos en cuarto y quinto (9–11 años). En particular, cuarto grado registra el incremento más alto, con 23,7 puntos, lo que evidencia una mejora tras la intervención; en contraste, tercer grado presenta el menor avance, con 5,8 puntos de diferencia. En conjunto, todos los grados presentan un aumento positivo, lo que indica un efecto favorable del programa en el desarrollo del pensamiento creativo. Ver Figura 5.

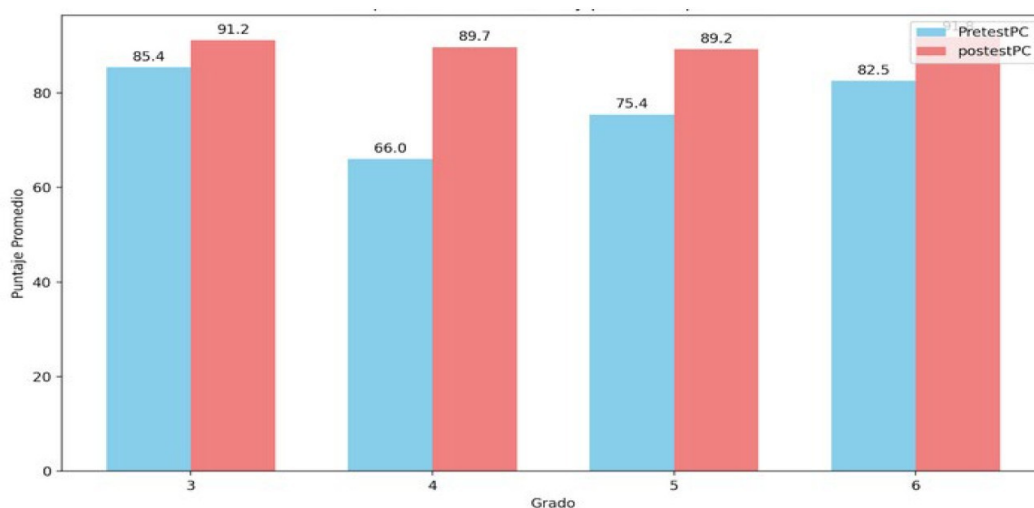


Figura 5. Comparación del nivel de creatividad entre las mediciones pretest y posttest en estudiantes de 3º, 4º, 5º y 6º grado.

En la figura 6 se muestran los resultados obtenidos al contrastar los elementos del pensamiento creativo (originalidad, elaboración, fluidez y flexibilidad), antes y después de la implementación de los talleres de robótica. En general, se observa un incremento en los valores de los componentes del pensamiento creativo. El cambio más significativo se dio en la elaboración, que pasó de 39.93 a 44.38 puntos, que representa un aumento de 29.49% del promedio. Le sigue la flexibilidad con un incremento de 15.14% (de 7.33 a 8.44), mientras que, en originalidad, el puntaje promedio aumentó de 39.9 a 44.38, lo que representa un avance del 11.23%. Finalmente, la fluidez, el cambio fue más moderado, con un aumento de 9.25 a 9.81 puntos (6.05%).

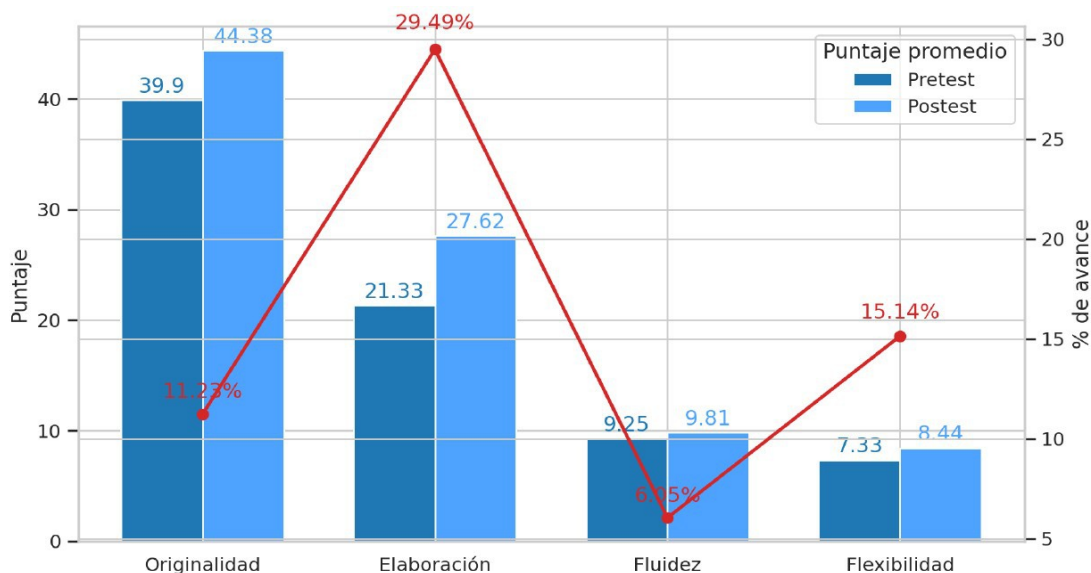


Figura 6. Resultados de cada dimensión de la prueba de pensamiento creativo, pretest y posttest intervención.

Los valores de elementos del pensamiento creatividad obtenidos antes y después de la intervención, el contraste de medias reveló en el valor global PC un valor de $p=0.0006$. Por lo que se puede inferir que los talleres de robótica inciden en el desarrollo de la creatividad del alumnado de aulas rurales multigrado, puesto que hay diferencia significativa entre las medias del pretest y la del posttest.

Al mismo tiempo, el análisis de la prueba T-Student de las características de la creatividad en lo individual muestra relación con los talleres de robótica, principalmente el elemento de elaboración, cuyo resultado es $p=0.001$, donde su valor es inferior al 0.05, donde se deduce que existe una relación. Por el contrario, la característica de fluidez no se encontró relación, puesto que su valor es de $p=0.13$. En la tabla 4 se muestran los estadísticos descriptivos de cada característica de la creatividad y el valor total en el pre y en el postest.

Tabla 4. Baremación de los diferentes elementos de la creatividad del test de Torrance.

Elemento	M (Media)		σ (Desviación estándar)		T-student
	Pretest	Postest	Pretest	Postest	
ORI	39,900	44,375	8,404	5,108	0,05
ELAB	21,300	27,625	6,113	4,191	0,001*
FLU	9,250	9,812	1,585	0,358	0,13*
FX	7,400	8,437	1,698	1,122	0,029*
PC	78,250	90,250	12,552	5,717	0,0006*

Discusión y conclusiones

En este estudio se aplicó el TTCT en dos momentos: pretest (antes del taller, sin uso de mBot) y postest (después de la intervención con mBot). En ambos se evaluaron las mismas dimensiones de la creatividad, lo que permitió comparar resultados y detectar cambios significativos en la intervención. Esta estrategia de medición evidencia que la integración de mBot en actividades STEAM favorece la creatividad. Los resultados obtenidos confirman una relación entre los talleres de robótica educativa y el desarrollo del pensamiento creativo, con un avance global del 17%. Los resultados de la T-student arrojan un valor $p=0.0006$ global del PC lo que se permite afirmar la efectividad de la intervención.

Esto se puede explicar que, al combinar actividades de robótica con enfoque del aprendizaje STEAM se incentiva el desarrollo de la creatividad. En la fase de ejercicios con Mblock Blockly el estudiante adquiere conocimientos necesarios para que sean movilizados al resolver un caso problemático, lo que involucra que el estudiante genere nuevas soluciones. En los estudios de Morales Almeida (2021) los resultados fueron muy semejantes con respecto al avance que se tiene del pensamiento creativo en talleres de robótica con muestras reducidas. Una de las diferencias es que se dieron en contextos no formales.

Además, coinciden con diversas investigaciones, que han documentado posibles ventajas de integrar la robótica educativa en experiencias de aprendizaje STEAM en escuelas multigrado-rurales, al documentar un efecto favorable en el desarrollo del pensamiento creativo infantil, particularmente en la dimensión de flexibilidad y elaboración (Casado Fernández y Checa Romero, 2023; Guven et al., 2020; Orhani, 2023; Noh y Lee, 2019). En el presente estudio dichas dimensiones mostraron un incremento significativo después de usar el mBot en los retos STEAM.

De manera paralela los talleres de Robótica con enfoque STEAM desarrollaron competencias como el aprendizaje colaborativo, y la resolución de problemas en grupo, por lo que se sugieren que la combinación de estos enfoques en el alumnado de educación primaria se asocia con el fortalecimiento y desarrollo del pensamiento creativo y competencias transversales requeridas para el siglo XXI (Yüksel et al. 2025).

Los hallazgos sugieren que la integración de robótica en actividades STEAM favorece el aprendizaje de conceptos tecnológicos (por la programación y el ensayo-error con mBot) y, al mismo tiempo, estimula dimensiones específicas de la creatividad. En particular, se observa mayor producción de ideas (fluidez) y enriquecimiento de las soluciones con detalles pertinentes (elaboración) al enfrentar retos abiertos. Esto indica que el trabajo práctico con robots, guiado por consignas claras y retroalimentación docente, promueve pensamiento divergente y soluciones más completas durante la resolución de problemas.

En este estudio se observó una tendencia positiva en la fluidez creativa, aunque sin alcanzar significancia estadística. La literatura reporta que la robótica educativa puede aumentar la generación de ideas (fluidez) (Güven et al., 2020). En este sentido, el mBot podría contribuir a mejorar la fluidez en actividades STEAM, especialmente con mayor tiempo de exposición, y tareas abiertas que favorezcan la producción de múltiples respuestas

En relación con la habilidad, originalidad del pensamiento creativo, hubo un incremento de 39.9 a 44.37 puntos. Estos resultados están en la línea del estudio de Anik y Romero (2024), que demostró que la familiaridad el test influye en la originalidad de niños de cinco a doce años cuando resuelven problemas de manera creativa con robótica educativa. La realización de la tarea, dos veces consecutivas, se asoció con intenciones conservadoras, habiendo poco aumento en la originalidad. Por lo tanto, cuando se introduce la robótica, se debe tener en cuenta la experiencia del alumnado para fomentar la creatividad de manera eficaz en la resolución de problemas.

Los resultados sugieren que la robótica educativa no solo mejora la creatividad de los estudiantes en la resolución de los retos, sino que también puede servir como una estrategia efectiva que podría ayudar y promover la alfabetización digital y la equidad educativa en comunidades rurales. Según el estudio de Barria et al. (2020), la robótica educativa en zonas rurales facilita el aprendizaje del alumnado mediante la integración de las aplicaciones de programación utilizando bloques mBlock Blocky, siendo esencial en la sociedad digital actual, donde los estudiantes deben utilizarlas a lo largo de su trayectoria educativa y profesional.

El estudio aporta evidencias sobre el potencial de la robótica educativa que puede fomentar el pensamiento creativo en estudiantes de primarias rurales con acceso limitado a la tecnología. Se observó un incremento en el interés del alumnado por interactuar con el mBot durante las sesiones, lo cual sugiere que su uso puede resultar motivador dentro de experiencias de aprendizaje basadas en el enfoque STEAM. Estos hallazgos abren la posibilidad de diseñar nuevos programas educativos que incorporen la robótica como un recurso didáctico en educación básica, desde un enfoque transversal del aprendizaje STEAM. A partir de estos resultados, los docentes podrían explorar estrategias de enseñanza contextualizadas para las aulas rurales multigrado, utilizando no solo el mBot en actividades de ciencias, tecnología o matemáticas, sino también diseñando retos pedagógicos guiados por las fases utilizadas en este estudio (analizar, diseñar, crear, probar y compartir).

Se resalta el rol del docente en la inclusión de la robótica como parte del currículo escolar, donde no solo se debe proporcionar a las escuelas los materiales necesarios, sino también se debe priorizar su formación para evitar la brecha digital entre su conocimiento y su implementación en el aula (Gavrilas et al., 2024). Además, la integración de los talleres de robótica como parte del currículo escolar podría contribuir al desarrollo de habilidades del

siglo XXI, como la alfabetización tecnológica y las habilidades de pensamiento de orden superior (Eguchi, 2014), que son esenciales en una sociedad digital.

Este estudio presenta limitaciones como son el reducido tamaño de la muestra, se realizó el taller únicamente en dos escuelas primarias rurales con un total de veinte estudiantes, y se incluyó que la investigación se realizó durante el periodo de pandemia, lo cual obstaculiza conseguir muestras más amplias, por lo que los resultados no se pueden generalizar. El estudio de caso es un método adecuado debido a las características y particularidades propias de un entorno rural multigrado con acceso limitado a las TIC, por lo que exige cautela al momento de extrapolar el diseño de la investigación a otros contextos educativos.

Los resultados se podrían enriquecer con un grupo control para eliminar la familiaridad del alumnado con la prueba en el aumento significativo de estas dimensiones (Anik y Romero, 2024; Casado Fernández y Checa Romero, 2020).

Finalmente, se destaca, como un área de oportunidad, la escasa documentación de estudios donde se aplique herramientas como el robot mBot (o similares) en contextos rurales con propósitos de aprendizaje STEAM en contextos rurales multigrado. Por lo que dicho estudio refuerza el campo de investigación de la incorporación de la robótica como herramienta de enseñanza-aprendizaje que fomente la creatividad en la resolución de problemas STEAM.

Los resultados de este estudio abren la posibilidad de futuras líneas de investigación que incluyan la aplicación de talleres en diferentes contextos educativos (escuelas primarias rurales y urbanas) con mBot con la finalidad de ampliar la muestra y se logre contrastar los resultados entre diferentes contextos, así como generar con mayor rigurosidad estudios cuasiexperimentales entre grupos experimentales y de control.

Para concluir se reitera que los resultados permiten explicar que la implementación de los talleres de robótica contribuyó de manera significativa al desarrollo del pensamiento creativo en el contexto rural, favoreciendo especialmente los procesos de elaboración y originalidad en la producción de ideas. La experiencia práctica con la robótica se consolidó como un recurso pedagógico que promueve la exploración, la resolución creativa de problemas y la conexión entre la tecnología y el aprendizaje significativo.

Agradecimientos

Esta publicación es parte del proyecto del grupo de investigación Gestión, innovación educativa y tecnología (UDG-CA-971), fue apoyado por la convocatoria de Apoyo para el fortalecimiento de CU-2020.

Declaración de autoría

MOGF: Conceptualización, Redacción, Investigación, Análisis de datos, Revisión y Edición – Supervisión. HGR: Conceptualización, Investigación, Análisis de datos, Redacción – Borrador Original, Redacción – Revisión y Edición. CEAA: Redacción, Curación de datos, Revisión y Edición. ABPT: Redacción – Borrador Original, Revisión y Edición.

Referencias bibliográficas

- Alabbasi, A., Paek, S., Kim, D. y Cramond, B. (2022). What do educators need to know about the Torrance Tests of Creative Thinking: A comprehensive review. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1000385>
- Alam, A. (2022). *Educational Robotics and Computer Programming in Early Childhood Education: A Conceptual Framework for Assessing Elementary School Students'*

- Computational Thinking for Designing Powerful Educational Scenarios*. 2022 International Conference on Smart Technologies and Systems for Next Generation Computing (ICSTSN), 1-7. <https://doi.org/10.1109/ICSTSN53084.2022.9761354>
- Anik, M. H. y Romero, M. (2024). Comparative analysis of creative problem-solving tasks across age groups using modular cube robotics. *Frontiers in Robotics and AI*, 11, 1-13. <https://doi.org/10.3389/frobt.2024.1497511>
- Arrigui Torres, E. y Mosquera, J. (2022). Aportes de la educación STEAM. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora (LadECiN)*, 1(1), 46-61. <https://revistaladecin.com/index.php/LadECiN/article/view/40/2>
- Barradas, R., Lencastre, J., Soares, S. y Valente, A. (2024). Arduino-Based Mobile Robotics for Fostering Computational Thinking Development: An Empirical Study with Elementary School Students Using Problem-Based Learning Across Europe. *Robotics*, 13, 159. <https://doi.org/10.3390/robotics13110159>
- Barria, C., Burbano, C. L., Cuellar Anturi, C. W., Draco, D. F. y Ortiz, W. F. (2020). Introducción a la robótica educativa en zonas rurales para la elaboración de un detector de obstáculos controlado mediante una app móvil. *I+T+C*, 25, 25-33. <https://doi.org/10.57173/ritc.v1n14a3>
- Casado Fernández, R. y Checa Romero, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Píxel-Bit: Revista de Medios y Educación*, (58), 51-69. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>
- Casado Fernández, R. y Checa Romero, M. (2023). Creatividad, pensamiento crítico y trabajo en equipo en educación primaria: un enfoque interdisciplinar a través de proyectos STEAM. *Revista complutense de educación*, 34(3), 629-640. <https://doi.org/10.5209/rced.79861>
- Castro, A., Medina, J., Aguilera-Carrasco, C., Ramirez, M. y Aguilera, C. (2022). Robotics Education in STEM Units: Breaking Down Barriers in Rural Multigrade Schools. *Sensors*, 23(1), 387. <https://doi.org/10.3390/s23010387>
- Coufal, P. (2022). Project-Based STEM Learning Using Educational Robotics as the Development of Student Problem-Solving Competence. *Mathematics*, 10(23), 4618. <https://doi.org/10.3390/math10234618>
- Díaz Barriga, Á. (2013). Tic en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 4(10), 3-21. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=299128588003>
- Eguchi, A. (2014). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 8, 5-11. https://doi.org/10.14313/JAMRIS_1-2014/1
- Eteokleous, N. (2018). Employing Educational Robotics for the Development of Problem-Based Learning Skills. In M. Khosrow-Pour, D.B.A. (Ed.), *Encyclopedia of Information Science and Technology*, (pp. 2492-2502). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2255-3.ch217>
- Faria De Souza, V., Manica, E., Hoff Lavarda, R. y Rios da Rocha, T. (2021). Educational Robotics in Science Teaching. *International Journal for Innovation Education and Research* 9(9), 262-273. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol9.iss9.3337>

- Fernández Morales, C., Iriarte Gómez, F., Mejía Solano, C. y Revuelta Domínguez, F. (2018). Contextualización de la formación virtual en robótica educativa de los docentes rurales del Perú. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 2(2), 70-84. <https://doi.org/10.21703/rexe.Especial3201871826>
- González Fernández M. O., Flores González 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 M.O. F. (2021). Ejemplo de actividades prácticas de robótica en el aula. González Fernández (Coord.), *Robótica Educativa. Una perspectiva didáctica en el aula* (pp. 87-110). Universidad de Guadalajara. http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1157/1/Libro_Robotica_interactivo.pdf
- Gavrilas, L., Kotsis, K. T. y Papanikolaou, M. S. (2024). Exploration of the prospective utilization of educational robotics by preschool and primary education teachers. *Pedagogical Research*, 9(1), 1-8. <https://doi.org/10.29333/pr/14049>
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill.
- Güven, G., Kozcu Cakir, N., Sulun, Y., Cetin, G. y Güven, E. (2020). Arduino-assisted robotics coding applications integrated into the 5E learning model in science teaching. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(1), 108-126. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1812136>
- Hernández, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325-347. <https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- Hu, C., Yang, Y., Cheng, Y. y Chen, N. (2023). Integrating educational robot and low-cost self-made toys to enhance STEM learning performance for primary school students. *Behaviour & Information Technology*, 43, 1614-1635. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2222308>
- Jaipal-Jamani, K. y Angeli, C. (2016). Effect of Robotics on Elementary Preservice Teachers' Self-Efficacy, Science Learning, and Computational Thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 175-192. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9663-z>
- Jiménez Castro, M. y Cerdas González, R. J. (2014). Educational robotics as promoting agent of the study, by the science and technology in the Atlantic region of Costa Rica. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. <https://goo.su/nQ73C>
- Jiménez González, J. E., Artiles Hernández, C., Rodríguez Rodríguez, C. y García Miranda, E. (2007). Adaptación y baremación del test de pensamiento creativo de Torrance: Expresión figurada. Educación Primaria y Secundaria. *Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, y Universidad de Las Palmas de Gran Canaria*. <https://goo.su/gUZSc6>
- Kelemen, G. (2017). Creativity, performance and emotional balance. *Journal Plus Education*, 18(2), 38-46. <https://doi.org/10.24250/JPE/2/2017/KG>

- Kim, K. (2011). The APA 2009 División 10 Debate: Are the Torrance Tests of Creative Thinking Still Relevant in the 21st Century? *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 5, 302-308. <https://doi.org/10.1037/A0021917>
- Krumm, G. L., Filippetti, V. A., Lemos, V. N., Aranguren, M. y Rubilar, J. A. V. (2013). *Invariancia de Medidas de la prueba de figuras del Test de Pensamiento Creativo de Torrance según la edad: Un estudio en niños y adolescentes de habla hispana*. DOAJ. <https://doaj.org/article/945a2cff46384419b02f5e86a8d9dec1>
- Larraz-Rábanos, N. (2021). Development of Creative Thinking Skills in the Teaching-Learning Process. In U. Kayapinar, *Teacher Education - New Perspectives* (pp. 307–322). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.97780>
- López Gamboa, M. V., Córdoba González, C. M. y Soto Soto, J. F. (2020). Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI. *Latin American Journal of Science Education*, 7(1), 1-16. <https://www.aacademica.org/marco.lopez/7>
- Morales Almeida, P. (2021). Uso de la robótica educativa como medio para favorecer la creatividad en la educación no formal. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 11, 85-97. <https://doi.org/10.6018/riite.463631>
- Morales Valiente, C. (2017). The Creativity a Scientific Review. *Arquitectura y Urbanismo*, 38(2), 53-62. <https://www.redalyc.org/pdf/3768/376852683005.pdf>
- Neira Castellanos, M. y Sánchez Morales, V. (2023). *El enfoque STEM–STEAM en la educación científica: tendencias y perspectivas en publicaciones especializadas: una mirada desde ciencia, arte y tecnología*. [Tesis Programa de Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio de la tesis Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/18439>
- Nemiro, J., Larriva, C. y Jawaharlal, M. (2017). Developing Creative Behavior in Elementary School Students with Robotics. *Journal of Creative Behavior*, 51, 70-90. <https://doi.org/10.1002/JOCB.87>
- Noh, J. y Lee, J. (2019). Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students. *Educational Technology Research and Development*, 68, 463-484. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09708-w>
- Orhani, S. (2023). Mbot robot as part of project-based learning in stem. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, 16(4), 862-872. <https://doi.org/10.14571/brajets>
- Sáez López, J. M. y Cózar Gutiérrez, R. (2017). Programación visual por bloques en Educación Primaria: Aprendiendo y creando contenidos en Ciencias Sociales 1. *Revista Complutense de Educación*, 28(2), 409-426. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n2.49381
- Sari, T. K., Al Muhdhar, M. H. I. y Sueb, S. (2024). Creative Thinking Skills at Public Senior High School 1 Belitang Oku Timur Regency South Sumatra. *Bioscientist*, 12(2), 1972. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.12957>

- Soto Valera, R., Boumadan, M., Ortega Rodríguez, P. J. y Poyatos Dorado, C. (2023). La Inclusión de Proyectos de Innovación Educativa con base TIC en los centros de Educación Primaria, y su Impacto en el Rendimiento Académico del Alumnado. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26(1), 41-53. <https://doi.org/10.6018/reifop.545011>
- Torrance, E. R. (1990). *Torrance Tests of Creative Thinking. Manual for scoring and interpreting results*. Verbal, forms A and B. <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037/t05532-000>
- Vavassori Benitti, F. B. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers Education*, 58(3), 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Yang, Y., Long, Y., Sun, D., Aalst, J. V. y Cheng, S. (2020). Fostering students' creativity via educational robotics: An investigation of teachers' pedagogical practices based on teacher interviews. *British Journal of Educational Technology*, 51(5), 1826-1842. <https://doi.org/10.1111/bjet.12985>
- Yeşilyurt, E. (2020). Yaratıcılık ve Yaratıcı Düşünme: Tüm Boyut ve Paydaşlarıyla Kapsayıcı Bir Derleme Çalışması. *International Journal of Society Researches*, 15(25), 3874-3915. <https://doi.org/10.26466/OPUS.662721>
- Yüksel, A. O., Atasoy, B. y Özdemir, S. (2025). Transformation of labor: Educational robotics coding in elementary schools for 21st century skills. *Entertainment Computing*, 52, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100890>

Anexo 1. Plan de la propuesta de intervención

Semana/sesión	Título del reto	Contenido STEAM	Descripción general del reto
Pretest	Mi primer contacto con el robot	Habilidades digitales	Presentación del taller a los niños y toma de acuerdos del funcionamiento de las actividades.
1	Conocer mi robot	Habilidades digitales	El reto consiste en identificar cada una de las partes mBot para programarlo a través de la aplicación de mBlock Blockly y programar comandos básicos para avanzar.
2	Disfrazo al robot	Creatividad y comunicación	El desafío consiste en que cada uno de los niños, encuentre un disfraz de acuerdo con las características del mBot.
3	Avanza y retrocede	Matemáticas, eje: Número, álgebra y variación	El robot debe de avanzar un número determinado de tiempo, así como retroceder. Girar Izquierda y derecha de acuerdo con los grados proporcionados por el guía. Además del cálculo del tiempo en proporción con el avance.
4	Crea líneas curvas	Matemáticas; eje: Forma, espacio y medida	El mBot creará diferentes movimientos para formar un círculo, elipses, óvalos y ovoides.
5	Crear arte con el robot	Habilidades sociales y creatividad	La actividad consiste en generar dibujos a través de los movimientos del robot.
6	Carrera de robots	Ciencias naturales: eje, materia y energía	Se realiza una carrera de robots en el que se pone a prueba la velocidad y potencia del robot.
7	La aspiradora	Matemáticas; Eje: forma, espacio y medidas	Los niños tendrán que simular que el robot es una aspiradora para limpiar una habitación. Pondrán a prueba el uso de sensores de movimiento y ultrasónico para evitar choques.
8	Robot obediente	Ciencias naturales: conocimiento del medio	Se propone a los niños que imaginarán que el robot será su mascota, por lo que programa los sensores para que el mBot siga ciertas instrucciones de acuerdo con el comportamiento del animal elegido.
9	El tren y el tiempo	Matemáticas; Eje: forma, espacio y medidas	Se simula una pista circular con una línea negra al centro, donde el reto es que el robot no siga la línea y evitar que el mbot salga de la pista.
10	Encuentra la salida	Matemáticas; Eje: forma, espacio y medidas	El reto es que el robot salga de un laberinto de acuerdo con la programación de los diferentes sensores.
Posttest	Realizar el post-test	Test TTCT	Evaluación de la experiencia.