

<https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1901>

Artículos científicos

La creatividad y pensamiento computacional: una experiencia de formación integral a través de talleres de robótica en universitarios

Creativity and computational thinking: a comprehensive training experience through robotics workshops for university students

Criatividade e pensamento computacional: uma experiência de formação integral por meio de oficinas de robótica para estudantes universitários

Horacio Gómez Rodríguez

Universidad de Guadalajara, México

horacio.gomez@cualtos.udg.mx

<https://orcid.org/0000-0003-0300-1749>

María Obdulia González Fernández

Universidad de Guadalajara, México

ogonzalez@cualtos.udg.mx

<https://orcid.org/0000-0001-5890-7666>

Cesar Eduardo Aceves Aldrete

Universidad de Guadalajara, México

caceves@cualtos.udg.mx

<https://orcid.org/0000-0001-7531-7051>

Resumen

El pensamiento computacional se ha popularizado no solo como una actividad relacionada con la programación de computadoras, sino también como una capacidad que cualquier persona puede adquirir para resolver problemas en su vida cotidiana. Por ende, la presente investigación aborda un estudio piloto para el desarrollo de la creatividad y el pensamiento computacional a través de un taller de robótica que forma parte de las actividades de formación integral de una institución de educación superior. En concreto, se efectuó un diseño cuantitativo de corte cuasiexperimental longitudinal mediante mediciones del pensamiento creativo al inicio y al final del referido taller. En este proceso, y como estrategia



para la resolución de problemas, se incorporó el pensamiento computacional para que los estudiantes solucionaran pequeños retos siguiendo seis pasos: comprensión de la situación, identificación de la dificultad, descomposición en partes constituyentes, reconocimiento de patrones, selección de información relevante y diseño y ejecución de un algoritmo. Los resultados arrojaron un impacto positivo, ya que se observó un incremento en el pensamiento creativo, además de un fortalecimiento en la metodología activa para promover habilidades de pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

Palabras clave: pensamiento computacional, robótica, creatividad, TIC y STEAM.

Abstract

Computational thinking has become popularized not only as an activity related to computer programming but also as a capacity that anyone can acquire to help solve everyday problems. Therefore, the present research reports on a pilot study for the development of creativity and computational thinking through a robotics workshop within the comprehensive training activities of a higher education institution. A quantitative quasi-experimental longitudinal design was implemented through measurements of creative thinking at the beginning and end of the robotics workshops. Computational thinking was integrated as a strategy for problem-solving in the Robotics workshop, where students were required to tackle small challenges following six steps: understanding the situation, identifying the difficulty, decomposing into constituent parts, recognizing patterns, selecting relevant information, and designing and executing an algorithm. The results are positive, as an increase in creative thinking was observed, in addition to a deeper understanding of active methodology to promote critical thinking skills and collaborative work.

Key words: Computational thinking, robotics, creativity. ICT and STEAM.

Resumo

O pensamento computacional tornou-se popular não apenas como uma atividade relacionada à programação de computadores, mas também como uma habilidade que qualquer pessoa pode adquirir para resolver problemas do seu dia a dia. Portanto, esta pesquisa aborda um estudo piloto para o desenvolvimento da criatividade e do pensamento computacional por meio de uma oficina de robótica que faz parte das atividades de formação integral de uma instituição de ensino superior. Especificamente, foi realizado um desenho quasi-experimental longitudinal quantitativo por meio de medições do pensamento criativo no início e no final da referida oficina. Neste processo, e como estratégia de resolução de problemas, foi incorporado o pensamento computacional para que os alunos pudessem resolver pequenos desafios seguindo seis etapas: compreensão da situação, identificação da dificuldade, decomposição em partes constituintes, reconhecimento de padrões, seleção de informações relevantes e design e execução de um algoritmo. Os resultados mostraram um impacto positivo, uma vez que foi observado um aumento no pensamento criativo, além de um fortalecimento na metodologia ativa para promover habilidades de pensamento crítico e trabalho colaborativo.

Palavras-chave: pensamento computacional, robótica, criatividade, TIC e STEAM.

Fecha Recepción: Octubre 2023

Fecha Aceptación: Abril 2024

Introducción

Las instituciones de educación superior han reconocido la necesidad imperante de proporcionar una formación integral a los jóvenes universitarios. En respuesta a este requerimiento, se han implementado diversas estrategias y acciones destinadas al desarrollo de habilidades conocidas como del siglo XXI, las cuales están alineadas con la creciente revolución tecnológica impulsada por la integración de las TIC en prácticamente todos los ámbitos de la vida humana. Por eso, autores como Méndez y Bermúdez (2023) sostienen que el pensamiento computacional constituye una de las competencias fundamentales del siglo XXI.

Por ende, el propósito de este trabajo es explicar cómo la implementación de talleres de formación integral en la educación superior constituye una estrategia idónea para fomentar el desarrollo del pensamiento computacional y la creatividad como competencias esenciales de manera transversal en los estudiantes universitarios.

Una experiencia exitosa con talleres de robótica es la propuesta por Gamito *et al.* (2019), quienes llevaron a cabo un taller con el robot Bee-Bot junto a estudiantes universitarios. Como resultado, observaron que la introducción de la robótica en el entorno educativo permitió a los alumnos explorar una amplia gama de oportunidades, fomentar vocaciones en ciencia y tecnología, así como estimular competencias STEM. Esto se logró mediante un enfoque didáctico constructivista que integra contenido pedagógico, pensamiento computacional, creatividad, habilidades comunicativas y trabajo en grupo, al mismo tiempo que busca generar motivación y diversión para lograr un aprendizaje significativo.

Asimismo, los estudios de Fernández *et al.* (2014) se enfocaron en examinar la implementación de laboratorios de robótica educativa en la Universidad Politécnica de Valencia con el propósito de mejorar la formación académica de futuros profesionales. Estos laboratorios congregan a estudiantes de diversas disciplinas en equipos de trabajo con el propósito de promover la colaboración interdisciplinaria. La experiencia educativa, en concreto, se centra en la resolución de problemas reales mediante talleres de robótica, lo que la convierte en una experiencia transformadora. Su objetivo es acercar a los estudiantes al ámbito de la innovación, permitirles participar activamente en proyectos y explorar en el campo de la investigación universitaria. De esta manera, se logró familiarizar a los alumnos con las últimas tecnologías del mercado, superar las barreras tradicionales del aula y brindar una perspectiva más amplia y aplicada de sus campos de estudio.

Este tipo de experiencias fomentan la innovación tecnológica y el pensamiento crítico, e impulsan el desarrollo del pensamiento computacional. Es decir, no solo se promueven las capacidades mediante el uso de herramientas informáticas, sino que también actúan como un estímulo para la imaginación y la creatividad en la construcción de ideas en entornos virtuales (Huerta y Velázquez, 2021). En palabras de Díaz-Barriga (2013), las TIC han dejado una marcada huella en las aulas de clases en los últimos años, pues han mejorado tanto la forma en que se integran en el proceso de enseñanza como la experiencia de adquisición de conocimientos para estudiantes y educadores (Amin, 2018).

En resumen, el taller de formación integral propuesto en este trabajo busca potenciar no solo las habilidades técnicas asociadas al pensamiento computacional, sino también el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la capacidad de innovación en los estudiantes. Estas iniciativas no solo preparan a los estudiantes para afrontar los desafíos

tecnológicos, sino que también cultivan habilidades cognitivas y creativas fundamentales para su desarrollo integral y su capacidad de adaptación en un mundo en constante cambio.

Desarrollo del pensamiento computacional en universitarios

De acuerdo con Méndez y Bermúdez (2023), el pensamiento computacional se define como un procedimiento para resolver tareas mediante cual se abstrae y descompone el problema para ser resuelto mediante la lógica, el razonamiento, la imaginación y la creatividad. Según Campbell y García (2022), el pensamiento computacional tiene dos vertientes de aprendizaje: una mediante la programación y otra sin usarla, aunque ambas se basan en la solución de problemas. Este tipo de pensamiento no solo se limita a la programación de computadoras, sino que también se ha aplicado en la resolución de problemas en otras disciplinas. Para Pérez (2021), el pensamiento computacional puede fomentarse sin necesidad de utilizar computadoras, es decir, a través de actividades como juegos de mesa, elaboración de historias, preguntas metacognitivas, entre otras.

Para Vázquez (2019, citado por Campbell y García, 2022) “una de las competencias del siglo XXI que favorece el análisis y la relación de nuevas ideas para la organización y la representación lógica de procedimientos es el pensamiento computacional” (p. 48419), el cual puede ser aplicado en todos los niveles educativos con el fin de que los estudiantes adquieran la habilidad de manejar la tecnología.

El fomento de la creatividad a través de robótica

Según lo propuesto por Guilford (1967) y Ballester (2002), la noción de creatividad abarca diversas dimensiones, lo que dificulta establecer una definición universalmente aceptada. Aun así, se le suele vincular con el concepto *pensamiento divergente*, enfoque mental que implica la exploración de diversas posibilidades para abordar un problema e intentar hallar la solución mediante el desarrollo de nuevas ideas. En el ámbito de la investigación psicológica, se suele definir la creatividad como el proceso que resulta en la creación de productos que son originales y tienen utilidad (Runco y Jaeger, 2012).

Ahora bien, la relación entre el desarrollo de la creatividad a través de la robótica educativa es significativa y estimulante, ya que los talleres son espacios creativos que implican el diseño, la construcción y la programación de robots con el objetivo de resolver problemas y diseñar proyectos específicos para preparar a los participantes para afrontar los desafíos de un mundo cada vez más tecnológico.

Diversos estudios, como los de Jiménez y Cerdas (2014), Nemiro (2015) y Yang (2020), han valorado de manera positiva los efectos de la robótica educativa en relación con la creatividad. De acuerdo con Moreno (2012), la robótica educativa proporciona un entorno propicio para respaldar destrezas productivas, creativas, digitales y comunicativas. Además, se convierte en un medio para la innovación al generar cambios en las personas, ideas, actitudes, relaciones y enfoques de acción y pensamiento tanto de los estudiantes como de los educadores.

Según Odorico *et al.* (2005), la robótica educativa representa una manera innovadora de aprovechar la tecnología para implementar soluciones creativas basadas en ingenio y destrezas. Este autor también afirma que la introducción de tecnologías en el entorno educativo busca crear ambientes de aprendizaje interdisciplinarios, donde los estudiantes puedan desarrollar habilidades para estructurar investigaciones y abordar temas específicos. La finalidad es formar individuos con la capacidad de adquirir nuevas habilidades y ofrecer respuestas eficientes ante los cambiantes entornos del mundo contemporáneo.

Marco metodológico

Se llevó a cabo un estudio cuantitativo descriptivo de carácter longitudinal cuasiexperimental con el objetivo de analizar el impacto del taller de robótica en el desarrollo de la creatividad en los estudiantes, lo cual permitió la recopilación de datos cuantificables y la descripción detallada de las variables. En concreto, la participación en el taller de robótica constituyó la variable independiente, mientras que los niveles de creatividad fue la variable dependiente. Para el proceso de medición se empleó la prueba estandarizada de Torrance (1974), adaptada por Jiménez *et al.* (2007).

Diseño del instrumento

Para evaluar la creatividad, se usó la prueba de Torrance (*Torrance Tests of Creative Thinking*, TTCT), adaptada por Jiménez *et al.* (2007), la cual consta de tres subtests o juegos. El primero, denominado “Componer un dibujo”, evalúa las características de originalidad (ORI) y elaboración (ELAB). El segundo, “Terminar un dibujo”, busca valorar las habilidades de fluidez (FLU), flexibilidad (FX), originalidad y elaboración. Finalmente, el tercero, “Juego 3: las líneas paralelas”, evalúa todos los componentes de la creatividad.

La confiabilidad del instrumento ha sido respaldada por los estudios de Jiménez *et al.* (2007), donde se ha obtenido una puntuación de 0.71 en la prueba de Guttman de dos mitades.

Asimismo, el test de Torrance ya se ha validado en población mexicana mediante los estudios de Zacatelco (2013), quien aplicó las pruebas Wilcoxon y Anova con resultados positivos en ambos casos. Los elementos de la creatividad que se evaluaron fueron los siguientes:

- Originalidad (PD ORI): Evalúa la capacidad de generar ideas únicas y poco convencionales.
- Fluidez (PD FLU): Mide la cantidad de ideas generadas en un periodo determinado y refleja la capacidad de pensar de manera rápida y enérgica.
- Flexibilidad (PD FX): Evalúa la capacidad de cambiar de una categoría a otra y de adaptarse a diferentes perspectivas y enfoques.
- Elaboración (PD ELAB): Mide la habilidad para desarrollar y expandir ideas de manera detallada y completa.

La puntuación global de creatividad (PC) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$PC = \sum (PDORI + PDELAB + PDFLU + PDFX)$$

Este enfoque integral brinda una visión completa de las diferentes dimensiones creativas de los participantes, ya que el instrumento es confiable y ha sido validado para medir su desempeño en diversas áreas del pensamiento creativo.

Procedimiento

Antes del taller, se recopilaron datos demográficos y se administró la prueba de pretest de Torrance. Luego, durante el taller, se registraron observaciones sobre las actividades específicas que fomentan la creatividad. Al finalizar, se administró nuevamente la prueba posttest.

Análisis de datos

Se efectuó un análisis estadístico descriptivo para examinar las tendencias en el desarrollo de la creatividad. Asimismo, se compararon los resultados del pretest y posttest del índice de creatividad a partir del taller empleando pruebas estadísticas de T-Student, la cual se usa para contrastar las medias de dos mediciones y determinar si hay una diferencia significativa entre ellas. La fórmula para calcular la prueba T-Student para muestras paramétricas depende del tipo de diseño experimental y de si las varianzas de los dos grupos se consideran iguales o diferentes.

Implementación del taller

El taller de robótica se desarrolló durante el calendario 2023A, con una duración de 12 sesiones semanales. Cada sesión tuvo una duración de una hora, dividida en dos momentos. En el primero, se conocieron herramientas de programación visual utilizando la aplicación mBlock Blockly en modo historia. En el segundo momento, se planteó un reto que los participantes debían resolver utilizando lo experimentado en el modo historia. Estas actividades fueron diseñadas para estimular la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento computacional y la programación de robots mBot.

La última versión 6.0 de la aplicación mBlock Blockly ofrece dos formas de aprender a utilizar el robot mBot: modo historia y modo crear. Se recomienda iniciar con la primera opción, que consta de 10 niveles para aprender a programar utilizando bloques. Cada nivel tiene entre 5 y 6 subniveles con una temática asociada, donde el estudiante aprende de manera guiada y progresivamente comienza a agregar bloques para mejorar sus habilidades y enfrentar retos. Como se observa en la figura 1 los bloques de alguna herramienta. En caso de cometer errores, la aplicación los señalará y será necesario corregirlos para continuar. Para aprovechar la aplicación es necesario conectar el mBot mediante la conexión Bluetooth de una tableta o un celular. Los niveles son los siguientes:

1. Secuencia
2. Velocidad
3. Repita
4. Parada
5. Esperar
6. Juicio
7. Condiciones
8. Comparando
9. Luz
10. Valor

Cada apartado consta de diferentes ejercicios destinados a enseñar a los estudiantes cómo programar el mBot utilizando bloques, abordando temas como movimientos, encendido y apagado de luces, uso de operadores lógicos para repetir bloques y detección de obstáculos.

Figura 1. Herramienta de mBlock Blocky (modo historia)

Fuente: Makeblock (2023)

Para el segundo momento, en el cual se pretendía que los participantes resolvieran un problema o reto, se siguió la siguiente metodología de seis pasos:

1. Comprensión de la situación.
2. Identificación de la dificultad.
3. Descomposición en las partes constituyentes.
4. Reconocimiento de patrones.
5. Selección de información relevante.
6. Diseño y ejecución de un algoritmo.

Población y muestra

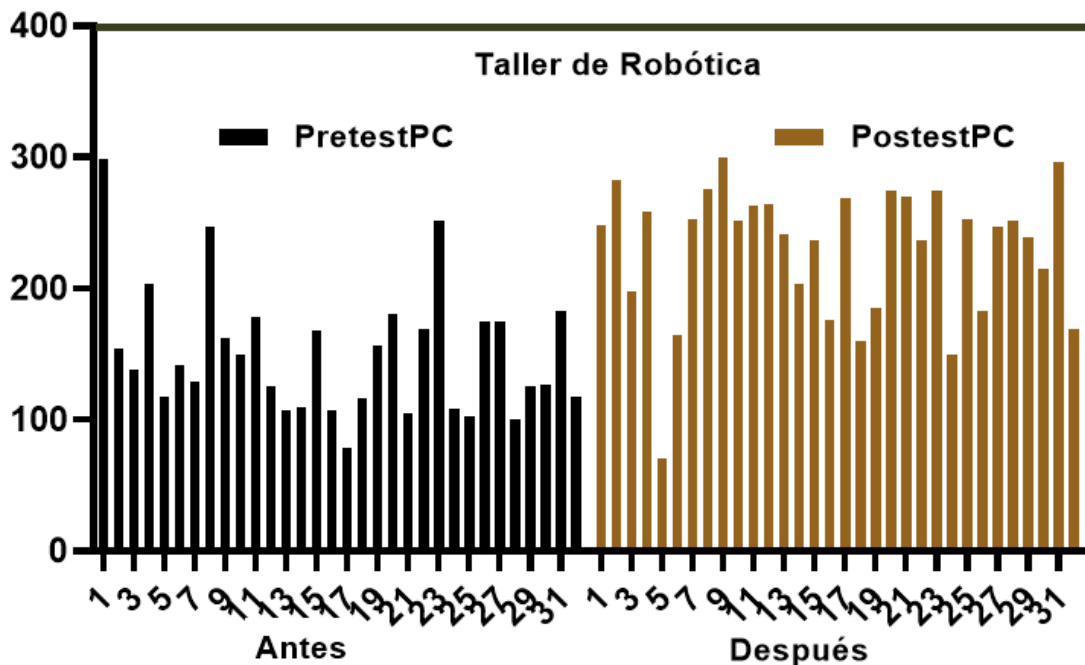
La población estuvo compuesta por estudiantes de nivel superior que decidieron inscribirse en el taller de robótica como una actividad extracurricular para complementar los créditos de la formación integral. En total, se inscribieron 39 estudiantes, de los cuales participaron de manera voluntaria 32 alumnos, lo que corresponde al 82 %. La muestra estuvo constituida por estudiantes de diversas carreras: 5 de contaduría pública, 7 de derecho, 8 de ingeniería en computación, 5 de administración, 4 de psicología, 2 de cirujano dentista y 1 de medicina.

Resultados

Después de llevar a cabo las 12 sesiones de formación integral a través de talleres de robótica durante el periodo universitario, en las cuales participaron 32 estudiantes de diversas carreras en el Centro Universitario de los Altos, se observó un notorio progreso en la mayoría de los alumnos, como se muestra en la figura 2, según lo evidenciado en las pruebas de pretest y postest del cuestionario de Torrance. Este avance se reflejó en el aumento de la creatividad, evaluada tanto al inicio como al finalizar las sesiones.

Cabe destacar que los talleres de robótica se llevaron a cabo los martes de 14:00 a 15:00, entre los meses de enero a mayo. Estas sesiones contaron con la participación de estudiantes provenientes de diversas disciplinas que ofrece el Centro Universitario de los Altos.

Figura 2. Distribución del PC de la creatividad del pretest-postest

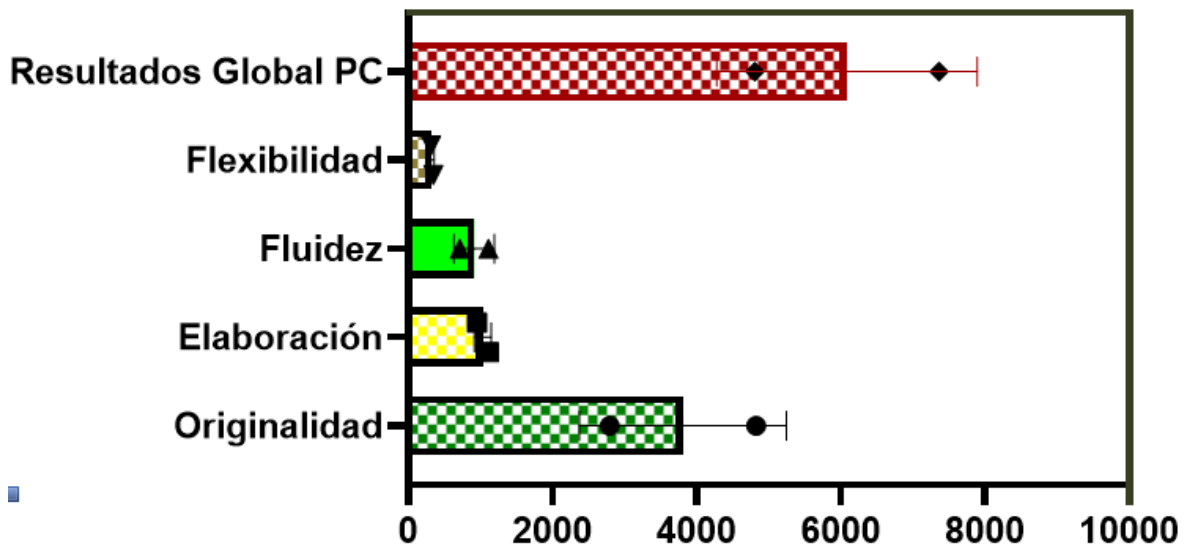


Fuente: Elaboración propia.

De los 32 estudiantes universitarios involucrados en estas sesiones de robótica, se evidenció un incremento en 31 de ellos. La figura 2 muestra los resultados obtenidos por los 32 estudiantes, así como el desempeño antes y después de la aplicación de la prueba de Torrance.

En el pretest, se identificaron resultados similares en la mayoría de los alumnos, con puntuaciones que fluctuaban entre 110 y 120 puntos, mientras que únicamente 2 estudiantes alcanzaron los 250 puntos. Al comparar estos resultados con el postest, se observa un incremento significativo en la creatividad, como se observa en la figura #3, se evidencia un aumento promedio de 180 puntos en la mayoría de los estudiantes de educación superior. De hecho, solo el alumno 5 experimentó una disminución en su rendimiento.

Figura 3. Resultado por componente de la creatividad y el valor global PC del pretest-postest



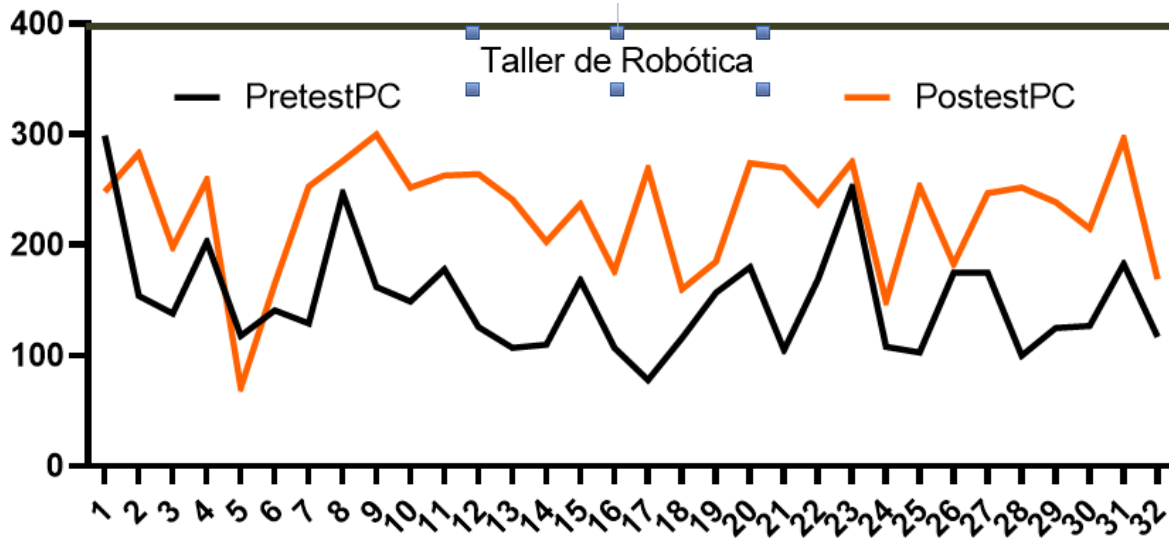
Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se presentan los resultados obtenidos a partir de los componentes de la creatividad. Se observa un aumento significativo en la originalidad, ya que la puntuación global en el pretest fue de 2793 puntos, mientras que en el postest alcanzó los 4823 puntos. Simultáneamente, la fluidez experimentó una mejora positiva con un incremento de 396 puntos. Cabe destacar que el componente de elaboración experimentó un decremento de -36 puntos.

La figura 4 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Torrance, donde se pueden observar claramente los puntajes de cada uno de los estudiantes. Es evidente el aumento en la creatividad después de tomar las 12 sesiones del taller de robótica, durante las

cuales se llevaron a cabo diferentes prácticas, desde el uso del mBot hasta la creación de retos dentro del salón de clases. Asimismo, se puede apreciar el resultado obtenido por el alumno 5, el único que mostró un decremento en la creatividad.

Figura 4. Comparativo entre el pretest-postest del nivel global de PC de los 32 participantes



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para muestras menores de 50, y se obtuvo como resultado $p = 0.05$ para el pretest y $p = 0.007$ para el postest, lo que indica que los datos tienen una distribución normal. Por lo tanto, se puede aplicar la prueba paramétrica de T-Student. Al aplicar la prueba estadística de T-Student, se obtuvo un valor de $p = 0.000$, lo que nos lleva a concluir que existe una relación significativa entre los talleres de robótica y el desarrollo de la creatividad (tabla 1).

Tabla 1. Prueba de T-Student para el pretest y postest del resultado global PC

Prueba de muestras emparejadas					
	95 % de intervalo de confianza de la diferencia				
	Inferior	Superior	t	gl	Sig (bilateral)
Par 1 pretest-postest	-100.55896	-59.19104	-7.876	31	.000

Fuente: Elaboración propia

Este procedimiento ayuda a determinar si hay una diferencia significativa entre las mediciones realizadas antes y después de la intervención; además, ofrece información sobre la efectividad de la intervención.

Discusión

Según la puntuación global del test de creatividad, se evidenció un aumento de más del 50 %. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Yang (2020), quien en su investigación descubrió que la robótica educativa respalda el desarrollo de diversas habilidades de orden superior, como la metacognición y la creatividad progresiva. Además, se promueve un enfoque educativo basado en la investigación, el descubrimiento y el aprendizaje a través de errores y fracasos. Por lo tanto, los datos de nuestro estudio se vinculan directamente con los objetivos planteados.

Por otra parte, se puede indicar que los talleres y laboratorios donde se fomenta el aprender haciendo son excelentes espacios para el desarrollo de la creatividad, la innovación y el pensamiento computacional, lo cual se evidenció durante la experiencia el interés por parte de los estudiantes, además de la generación de un ambiente colaborativo. Estos hallazgos coinciden con los de Fernández (2014), quien desde el punto de vista tecnológico observó avances en conocimiento y aprendizaje interdisciplinario en laboratorios similares. Los estudiantes desarrollan prototipos que abordan desafíos técnicos y consideran aspectos económicos, utilizando eficazmente recursos. Este enfoque práctico fomenta el desarrollo de habilidades prácticas, competencias y actitudes para resolver problemas en entornos multidisciplinares.

En cuanto al desarrollo de la creatividad, es un proceso complejo, pues intervienen una serie de variables que no son totalmente controlables (Almeida *et al.*, 2008). Este estudio, de hecho, presentó niveles bajos en el componente de la flexibilidad (-36 puntos en los resultados globales entre el pretest y postest), lo cual puede servir para el diseño de estrategias en los talleres de robótica, ya que la flexibilidad está relacionada con la capacidad de encontrar soluciones a los problemas planteados (Jiménez *et al.*, 2007). En otras palabras, es necesario implementar actividades que fomenten que los estudiantes planteen nuevas ideas y propongan diversas soluciones al problema.

Asimismo, los datos del estudio demuestran que la presencia de la robótica representa un apoyo multidisciplinario para los estudiantes de cualquier carrera, ya que les permite aumentar sus conocimientos y adquirir habilidades que pueden implementar en su desarrollo profesional y personal. De hecho, los resultados obtenidos indican que, en cuanto al contenido curricular, la robótica ofrece resultados favorables en el aumento del interés por cursar los talleres (Berenguel *et al.*, 2012).

Por último, es importante recordar que una de las limitaciones del presente proyecto, referido a los talleres de robótica, es la selección de la muestra, puesto que el centro universitario ofrece el taller con solo 40 espacios distribuidos en dos turnos. En pocas palabras, los resultados, al ser de una población limitada, no se pueden generalizar.

Aun así, una de las ventajas de la convocatoria de los talleres de robótica es que se extendió a toda la comunidad universitaria donde se desarrolló la presente investigación, lo cual demuestra que el pensamiento computacional es una competencia genérica.

Conclusiones

Con este trabajo se pudo constatar que el taller de robótica aplicado permitió estimular las capacidades de los alumnos para la resolución de problemas, a pesar de que no todos cursaban carreras de las ciencias computacionales. Esto evidencia que esta experiencia educativa representa un paso audaz hacia una enseñanza en la educación superior más relevante y efectiva, pues los alumnos no solo adquieren conocimientos abstractos, sino que también materializan sus ideas en prototipos tangibles, siguiendo el enfoque aprender haciendo. Es decir, esta metodología no solo enriquece la formación académica, sino que también fortalece el pensamiento crítico y mejora la creatividad.

Por ende, se puede afirmar que la robótica educativa ofrece una alternativa variada y multidisciplinaria para favorecer el aprendizaje STEAM al proporcionar una experiencia

práctica, fomentar la creatividad, desarrollar habilidades tecnológicas y preparar a los estudiantes para los desafíos del futuro.

En tal sentido, se ha comprobado que el aprendizaje práctico es una alternativa viable en los talleres de robótica y en el aprendizaje STEAM, puesto que proporciona una oportunidad tangible de aplicar conceptos teóricos en un entorno más real y divertido.

Finalmente, en las pruebas del postest se comprobó un aumento en la creatividad debido a que los alumnos tuvieron la oportunidad de trabajar en el diseño, construcción y programación de robots.

Futuras líneas de investigación

Es crucial dar seguimiento al proyecto de robótica educativa para precisar cómo estos pueden permitirles mejorar sus habilidades y conocimientos. En concreto, se debe indagar en la manera en que estos aprendizajes multidisciplinares pueden aplicarse en diversas carreras, especialmente al abordar la solución de problemas teóricos reales mediante el uso de la robótica como una herramienta facilitadora para la realización de proyectos con impacto en su contexto.

Además, es importante explorar otras líneas de investigación, como la inclusión interdisciplinaria de herramientas como Arduino, MicroBit e impresoras 3D para promover el movimiento *maker*, el cual está estrechamente relacionado con el desarrollo de habilidades y competencias STEAM, fundamentado en enfoques pedagógicos como el construccionismo y, en particular, el *tinkering*. Este último es un enfoque que promueve la experimentación, la manipulación y el juego informal con objetos y herramientas para comprender su funcionamiento y encontrar soluciones a problemas a través del estímulo de la exploración y la curiosidad.

Referencias

- Almeida, L. S., Prieto, L. P., Ferrando, M., Oliveira, E. and Ferrándiz, C. (2008). Torrance Test of Creative Thinking: The question of its construct validity. *Thinking Skills and Creativity*, 3(1), 53-58.
- Amin, S. N. (2018). *ICT Integration in education: A smart concept of teaching and learning*. Educreation Publishing, India.
- Ballester, A. (2002). *El aprendizaje significativo en la práctica. Cómo hacer el aprendizaje significativo en el aula*. Instituto Baltasar Porcel de Andrat, Mallorca, España.
- Berenguel, M., Rodríguez Díaz, F., Moreno Úbeda, J. C., Guzmán Sánchez, J. L. y González Sánchez, R. (2012). La robótica como materia integradora en los estudios universitarios de informática: la experiencia de la Universidad de Almería. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(3), 220-239.
- Campbell, V. M. y García, T. (2022). La importancia del pensamiento computacional en la educación superior. *Brazilian Journal of Development*, 8(6), 48418-48435. DOI: 10.34117/bjdv8n6-377
- Díaz-Barriga A. (2013). TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 4(10), 3-21.
- Fernández, M., Armesto, L. y Conejero, A. (2014). Beneficios de la integración de los laboratorios de fabricación digital (FabLab) en la educación superior, *XXII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*, volumen 2, (pp. 1545-1554). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7688087>
- Gamito, R., Arroyo, A., Aristizábal, P., Gasteiz, H. y Martínez, J. (2019). Experiencia Beebot con alumnado universitario: pensamiento computacional como reto para mejorar las habilidades colaborativas. *Innovación y tecnología en contextos educativos* (pp. 269-278). Málaga, España, Universidad de Málaga.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of intelligence*. McGraw-Hill.
- Huerta, C. y Velázquez, M. (2021). Pensamiento computacional como una habilidad genérica: una revisión sistemática. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 1055-1078. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.311L
- Jiménez, M. and Cerdas, R. (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, Buenos Aires, Argentina.
- Jiménez, 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, España.
- Méndez, S. O. y Bermúdez, J. F. (2023). El pensamiento computacional como competencia para el siglo XXI. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 2258-2279. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7044
- Moreno, K., Pittí Patiño, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J. y Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 13(2), 74–90. <https://doi.org/10.14201/eks.9000>
- Nemiro, J., Larriva, C. and Jawaharlal, M. (2015). Developing Creative Behavior in Elementary School. *Journal of Creative Behavior*, 51(1), 70–90.
- Odorico, A., Lage, F. y Cataldi, Z. (2009). Educación en robótica, una tecnología integradora. *Innovación y tecnología en contextos educativos*, 5-6, https://www.academia.edu/30066538/Educaci%C3%B3n_en_Robotica_Una_Tecnolog%C3%ADa_Integradora.
- Pérez, J. (2021). Percepción de estudiantes universitarios sobre el pensamiento computacional. *Revista de Docencia Universitaria*, 19(1), 111-127. <https://doi.org/10.4995/redu.2021.15491>
- Robot Kits & STEM toys for K-12 schools and home education (s. f.). Makeblock. Recuperado el 3 de octubre de 2023, <https://www.makeblock.com/>
- Runco, M. A. and Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92–96.
- Torrance, E. P. (1974). *The Torrance Tests of Creative Thinking - Norms-Technical Manual Research Edition - Verbal Tests, Forms A and B - Figural Tests, Forms A and B*. Personnel Press.
- Yang, Y., Long Y., D. Sun, AalstJan V. and 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.

Zacatelco, F., Chávez, B., González, A. y Aclei, G. (2013). Validez de una prueba de creatividad: estudio en una muestra de estudiantes mexicanos de educación primaria. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 15(1), 141-155. <https://www.redalyc.org/pdf/802/80225697009.pdf>

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Horacio Gómez Rodríguez «igual» María Obdulia González Fernández «igual»
Metodología	María Obdulia González Fernández
Software	Horacio Gómez Rodríguez
Validación	Cesar Eduardo Aceves Aldrete
Análisis Formal	María Obdulia González Fernández
Investigación	Horacio Gómez Rodríguez «principal» María Obdulia González Fernández «que apoya»
Recursos	María Obdulia González Fernández
Curación de datos	María Obdulia González Fernández
Escritura - Preparación del borrador original	Horacio Gómez Rodríguez «que apoya» María Obdulia González Fernández «principal»
Escritura - Revisión y edición	Horacio Gómez Rodríguez «igual» Cesar Eduardo Aceves Aldrete «igual» María Obdulia González Fernández «igual»
Visualización	Cesar Eduardo Aceves Aldrete
Supervisión	Cesar Eduardo Aceves Aldrete
Administración de Proyectos	Horacio Gómez Rodríguez
Adquisición de fondos	María Obdulia González Fernández