

TALLERES DE ROBÓTICA EDUCATIVA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Educational robotics workshops for developing computational thinking

Téllez Ramírez, Marisol

Universidad Mayor de San Andrés

Docente Carrera de Informática

mtellez@umsa.bo, tellezramirezmarisol@gmail.com

La Paz, Bolivia

89

Resumen

El presente trabajo fue desarrollado con el propósito de fortalecer el Pensamiento Computacional mediante la Robótica Educativa en estudiantes de primer semestre de Informática de la Universidad Mayor de San Andrés; para ello, se realizaron talleres prácticos, en el marco de la Investigación-Acción, siguiendo un protocolo que combina prácticas computacionales con la construcción y programación de robots. Los talleres permitieron: a) mejoras en la resolución de problemas, b) desarrollo habilidades de programación, c) fomento a la creatividad e innovación, d) desarrollo de habilidades transversales, y e) motivación al trabajar en la solución de problemas del mundo real; preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos tecnológicos presentes y futuros.

Palabras clave: pensamiento computacional, programación, robótica educativa.

Abstract

This study was conducted to strengthen computational thinking through educational robotics among first-semester computer science students at the Universidad Mayor de San Andrés. To this end, practical workshops were held as part of an action research project, following a protocol that combines computational exercises with the construction and programming of robots. The workshops led to: a) improvements in problem-solving, b) the development of programming skills, c) the promotion of creativity and innovation, d) the development of transferable skills, and e) motivation through working on real-world problem-solving; preparing students to face current and future technological challenges.

Keywords: computational thinking, programming, educational robotics

Introducción

Uno de los desafíos de la sociedad actual es preparar a las generaciones de estudiantes vigentes para los desafíos futuros, un futuro altamente tecnificado, con problemas antes impensados, problemas que tienen que ver con la incursión de nuevas tecnologías a todos los ámbitos de la vida, como son el uso de Inteligencia Artificial, el uso de criptomonedas, el uso de ayudantes robóticos, entre otros.

La Carrera de Informática de la Universidad Mayor de San Andrés, en el marco de la responsabilidad con el contexto y la sociedad, está formando profesionales que atiendan las necesidades presentes y futuras de un mundo tecnificado, para ello incorpora en su currículo, materias de programación, matemáticas, entre otros, cuyo fin es el desarrollo de competencias de resolución de problemas reales y abstractos con el apoyo del computador, ello involucra el fomento del desarrollo del pensamiento computacional, que “... implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la informática”. (Wing, 2006, p. 33), y permite formar un “... habilidades cognitivas, emocionales y sociales orientadas al planteamiento y resolución de problemas...” (Corrales-Álvarez et al., 2024, p. 20).

Datos de la Carrera de Informática dan cuenta de que las asignaturas de Introducción a la Informática, que son el primer acercamiento que tienen los estudiantes con la programación,

presentan bajos índices de aprobación, alcanzando apenas el 21%, mientras que los índices de reprobación alcanzan el 37%, y los abandonos el 42% (Informática-UMSA, 2020), resultando juntos en un 79%. Esta situación, denota la necesidad de trabajar en iniciativas que permitan reducir los índices de reprobación y abandono.

Al ser el pensamiento computacional, la competencia que ayuda a los estudiantes a comprender y resolver problemas reales y abstractos utilizando principios de la Informática, debe ser desarrollada con mediación de los docentes en las asignaturas pertinentes, sin embargo en (Téllez-Ramírez, 2019a) se expone que, los educadores no están familiarizados con el término pensamiento computacional, pero resaltan sus características; de donde, se hace evidente la necesidad de un proceso de sensibilización y puesta en práctica de experiencias que permitan valorar sus potencialidades.

Por otra parte, en Latinoamérica y en Bolivia, no son recientes las experiencias educativas usando robots, tendencia conocida como Robótica Educativa, misma que se concibe como “... una herramienta al servicio del aprendizaje, capaz de generar entornos colaborativos donde los participantes pueden practicar las habilidades del siglo XXI, resumidas como las 4C: Colaboración, Creatividad, Comunicación y Crítica...” (Pittí, 2014), en este trabajo se entiende como “...la actividad que permite crear pequeños robots a escala y utilizarlos para fomentar el desarrollo intuitivo de las capacidades tecnológicas del individuo” (Téllez-Ramírez, 2018).

Adicionalmente, en (Téllez-Ramírez, 2019b) se reflexionó sobre que, “...es preciso fomentar con mayor énfasis el desarrollo del pensamiento computacional a partir de otras estrategias, además de las tradicionales utilizadas en el aula, estrategias que permitan plasmar lo abstracto de la programación y los lenguajes de programación al mundo real, al mundo tangible”, y siendo que la Robótica Educativa permite llevar al plano tangible productos programables, resulta interesante promover la realización de talleres que aborden el desarrollo de los ámbitos y dimensiones del pensamiento computacional.

En ese marco, el presente trabajo, refleja las experiencias del empleo de Robótica Educativa en la enseñanza de programación a través de talleres, con el fin de promover el desarrollo del pensamiento computacional, mismo que se desarrolló con estudiantes de primer semestre, por ser quienes están iniciando en la Carrera.

Considérese también que “el valor de la Robótica Educativa no está en enseñar robótica a los estudiantes, sino en aprovechar su carácter multidisciplinar para la construcción de un objeto tecnológico que tiene un fin concreto y que desarrolla habilidades claves para el alumnado del siglo XXI” (Mejía et al., 2021), de ahí que es necesario planificar los talleres combinando procesos educativos que involucren descripción de problemáticas, abordaje de las dimensiones del pensamiento computacional y el desarrollo de proyectos tangibles que permitan hacer dinámicas las sesiones; es así que “... el reto para los maestros es crear entornos de aprendizaje que puedan

fomentar el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes” (Román-Graván et al., 2017).

Materiales y métodos

El trabajo se enmarca en el Paradigma Sociocrítico, utilizándose la Investigación-Acción como metodología, entendida como “...una indagación práctica realizada por el profesorado, de forma colaborativa, con la finalidad de mejorar la práctica educativa a través de ciclos de acción y reflexión” (Latorre, 2005), pues en el trabajo se promueve la participación activa de los estudiantes y busca transformar la manera en la que aprenden.

En ese sentido, y conocidos los altos índices de abandono de las materias de programación en estudiantes de Informática, y ante la necesidad de fomentar el desarrollo del pensamiento computacional, se desarrolló la investigación siguiendo las siguientes fases: Planificación, donde se establecen los lineamientos generales para promover experiencias con Robótica Educativa; Acción, donde se pone en ejecución los talleres con la participación activa de estudiantes; Observación, que se desarrolla de forma activa a lo largo de los talleres con el fin de identificar actitudes y retroalimentar el proceso; y Reflexión, desarrollada al finalizar los talleres junto a los estudiantes. En la figura 1, se detalla la ejecución de los talleres de Robótica Educativa, con 40 estudiantes de primer semestre, organizados en 6 equipos.

Figura 1. *Proceso metodológico seguido para el desarrollo de talleres de Robótica Educativa*

Selección de proyectos y	Diseño de instrumentos	Desarrollo de talleres	Análisis de resultados
Selección de problemas para los proyectos Selección de materiales para los talleres	Determinación de ámbitos a desarrollar Preparación de instrumento de acompañamiento	Organización de grupos de trabajo Reconocimiento de materiales Talleres Recogida de datos	Procesamiento de datos Elaboración de gráficas Interpretación de resultados

Nota. Elaboración propia organizada en función de las fases de la Investigación-Acción.

El protocolo propuesto para promover réplicas futuras de los talleres de Robótica educativa, se describe a continuación: la tabla 1 y tabla 2, presentan los aspectos generales a ser considerados por el docente durante la preparación de los talleres, incluidos los materiales necesarios para su desarrollo, destacándose que se desarrolla en solo 2 sesiones por las limitaciones en cuanto a la disponibilidad de tiempo de los estudiantes, usando de forma prioritaria kits Arduino por permitir un contacto directo con los componentes electrónicos y por el menor costo, lo que facilita su acceso. Además, se describe la metodología de trabajo y las condiciones necesarias para generar condiciones favorables para su éxito.

Tabla 1. *Aspectos generales para la réplica de talleres de Robótica Educativa*

Aspectos generales para el desarrollo de los talleres de Robótica Educativa	
Título	Taller de Robótica Educativa para desarrollar el pensamiento computacional
Descripción	El taller de Robótica Educativa, consiste en introducir en el aula un elemento innovador, promoviendo la resolución de problemas del mundo real en un marco simulado pero tangible. Estudiantes del nivel inicial de la Carrera de Informática (primer, segundo y tercer semestre), especialmente cursantes de asignaturas de programación.
Público objetivo	Estudiantes varones y mujeres, en el marco de la equidad, pero priorizando la inclusión de mujeres para promover su participación y visibilidad. Estudiantes con disponibilidad de tiempo adicional a las horas habituales de clase

Objetivos de aprendizaje	Fomentar el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas del mundo real.
	Diseñar y construir robots a escala.
Duración	Programar los robots contruidos
	2 sesiones de 3 horas cada una Ruta crítica establecida en Jisk'a Bots (Téllez-Ramírez, 2018):
Metodología	Proyecto, donde se presentan a los estudiantes los proyectos asociados a problemas de la vida real.
	Diseño, el equipo, idea, dibujar el robot, e imagina cómo podría resolver el problema planteado.
	Materiales, se seleccionan y reconocen los materiales a ser utilizados para la construcción del robot
	Construcción, consiste en poner en funcionamiento el robot, enfatizando en la programación.
	Compartir, implica presentar el robot con el fin de socializar el trabajo y recibir retroalimentación.

93

Tabla 2. Recursos necesarios para la réplica de los talleres de Robótica Educativa

Recursos	
Recursos necesarios	Kit de robótica: Kit Lego Mindstorms o el Kit de Arduino, consistente de: chasis de robot e implementos, 2 motores y 2 llantas, 1 rueda loca, 1 placa Arduino UNO, 1 puente H, 1 sensor ultrasónico, 1 protoboard, y Jumpers.
Condiciones del aula	Software necesario: EV3 classroom para Lego Mindstorms, o IDE Arduino o Visualino, y simuladores: Open Roberta Lab o Thinkercad. Laboratorio o un computador por grupo.
Condiciones del docente	Espacio suficiente para hacer pruebas, mesas para trabajo en grupo y espacio para ensayos Conocimientos en: bases de robótica educativa, electrónica básica, programación y manejo de los IDE's. Disposición a motivar y lograr participación activa de estudiantes.

Previo al desarrollo de los talleres, se aplica un instrumento para determinar conocimientos previos y desempeño de las dimensiones del pensamiento computacional; los trabajos de (Brennan y Resnick, 2012) identifican tres dimensiones:

- Dimensión 1: Conceptos computacionales, que se aplican cuando se diseñan programas que resuelven un determinado problema.
- Dimensión 2: Prácticas computacionales, que son las prácticas que desarrollan los estudiantes a medida que resuelven problemas.

- Dimensión 3: Perspectivas computacionales, que son los matices que construyen sobre su contexto y sobre ellos mismos.

La tabla 3, presenta el detalle del desarrollo de las sesiones, donde la primera sesión, está enfocada a la presentación de problemas del mundo real, para que los participantes discutan y propongan soluciones usando robots, mismos que empiezan a construir, adentrándose en la parte mecánica y electrónica del mismo; mientras que la segunda, se orienta a la programación del robot, las pruebas en los escenarios contruidos por el grupo y la presentación de proyectos.

Tabla 3. *Desarrollo de sesiones de los talleres de Robótica Educativa*

Desarrollo de sesiones		
Desarrollo de sesiones	Sesión 1: Definición del problema y construcción del robot	
	Inicio	Sensibilización: Presentación de experiencias de robótica educativa en otros países. Proyecto: Presentación de un problema del mundo real a solucionarse con un robot a escala
	Desarrollo	Diseño: Conformación de equipos para que imaginen y dibujen su solución. Materiales: Entrega y reconocimiento de elementos del kit a utilizar.
	Cierre	Construcción (Parte 1): de la estructura mecánica y conexiones electrónicas necesarias. Selección y construcción de escenario: donde se desarrollarán experiencias con el robot en la siguiente sesión.
	Sesión 2: Programación del robot y presentación de la solución	
	Inicio	Reconocimiento del IDE: desarrollo del primer programa y descarga en el kit utilizado. Construcción (Parte 2): con miras a la solución se prepara en equipo el programa que hará funcionar el robot, tal que se atienda al problema planteado.
	Desarrollo	Experimentación: mediante prueba-error se experimenta con el robot en el escenario simulado, tantas veces sea necesario hasta optimizar el programa. Prueba de la solución: finalmente el equipo prueba la solución consensuada en el equipo, y documenta el proceso desarrollado.
	Cierre	Compartir, cada equipo presenta el problema y la solución planteada con el fin de retroalimentarse.

Luego del desarrollo de ambas sesiones, es necesario proceder a la evaluación, para lo cual, se aplica un instrumento de medición de las dimensiones del pensamiento computacional, y los grupos presentan informes reflexionando sobre las habilidades desarrolladas y sugerencias de los participantes, ello se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Evaluación de los talleres de Robótica Educativa

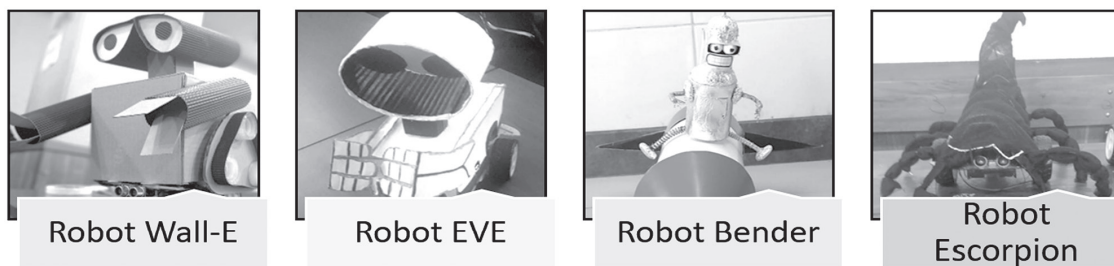
Evaluación del taller de Robótica Educativa	
	<i>Recolección de evidencia:</i> cada grupo y el docente van documentando la experiencia desarrollada.
Evaluación	<i>Retroalimentación para futuras réplicas:</i> se solicita un informe, donde por grupos se reflexiona sobre las habilidades desarrolladas y se solicitan sugerencias para futuras réplicas.

Resultados

95

Desarrollados los talleres, los grupos presentaron los productos finales, en la figura 2, se muestran algunos de los trabajos; se destaca, cómo los grupos buscaron establecer relaciones de los robots con películas y series, o con animales de la vida real. Luego, se procedió a reflexionar en equipos sobre las soluciones planteadas, retroalimentar con opiniones y sugerencias, y sobre las competencias de programación desarrolladas, las habilidades para resolver problemas, y áreas involucradas en la experiencia.

Figura 2. Robots elaborados por los equipos de trabajo



Nota. Elaboración propia con productos desarrollados durante los talleres

A continuación, se presentan, los resultados de las percepciones de los estudiantes participantes en los talleres, evaluada desde 3 ámbitos del pensamiento computacional: ámbito computacional, ámbito motivacional y ámbito transversal.

Ámbito computacional

El Ámbito Computacional, se divide en tres secciones: Conceptos Computacionales, Prácticas Computacionales y Perspectivas Computacionales, mismos que se valoran utilizando escala Likert.

La tabla 5, presenta los resultados obtenidos en la dimensión Conceptos Computacionales, donde los participantes valoraron la comprensión que tienen del manejo de cada concepto después del desarrollo de los talleres.

Tabla 5. *Ámbito computacional del pensamiento computacional: conceptos computacionales*

Percepción	Datos	Operadores	Secuencial	Condicional	Repetitivo
Pésimo	0%	0%	0%	0%	1%
Malo	2%	1%	5%	2%	6%
Regular	27%	28%	21%	24%	27%
Bueno	45%	49%	40%	42%	38%
Muy Bueno	26%	22%	35%	31%	28%

Nota. Los datos y operadores presentan una comprensión buena cercana al 50%, sin embargo, las estructuras de bordean el 40%.

Los resultados, muestran que el manejo de datos y operadores alcanzan percepciones positivas, lo que se explica por tratarse de los primeros elementos que se presentan a los estudiantes en un curso de programación. En cuanto a los conceptos de las estructuras de control que son los que permiten resolver problemas: secuencial, condicional y repetitivo, por el nivel de abstracción, suelen ser los conceptos más complicados de comprender.

las valoraciones de los estudiantes son positivas, éstas llegan a desarrollarse con mayor facilidad por la posibilidad de experimentar en forma tangible los recorridos de los robots programados.

Otra de las dimensiones son las Prácticas Computacionales, que se constituyen en las habilidades que se van adquiriendo a medida que se desarrolla el pensamiento computacional, en la tabla 6, se presentan las percepciones sobre el desarrollo de tales habilidades posterior a la realización de los talleres; donde se destaca que

Tabla 6. *Ámbito computacional del pensamiento computacional: prácticas computacionales*

Percepción	Iterativo-incremental	Ensayar-depurar	Reutilización	Abstracción
Muy en Desacuerdo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
En Desacuerdo	2,3%	3,5%	1,2%	9,3%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	10,5%	24,4%	15,1%	31,4%
De acuerdo	53,5%	43,0%	46,5%	41,9%
Muy de acuerdo	33,7%	29,1%	37,2%	17,4%

Nota. La práctica de solucionar problemas de forma iterativa-incremental supera el 50%.

La tercera dimensión, perspectivas computacionales, está relacionada con el desarrollo de habilidades blandas que favorezcan la mejora de las actitudes personales y grupales de los estudiantes, los resultados se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. *Ámbito computacional del pensamiento computacional: perspectivas computacionales*

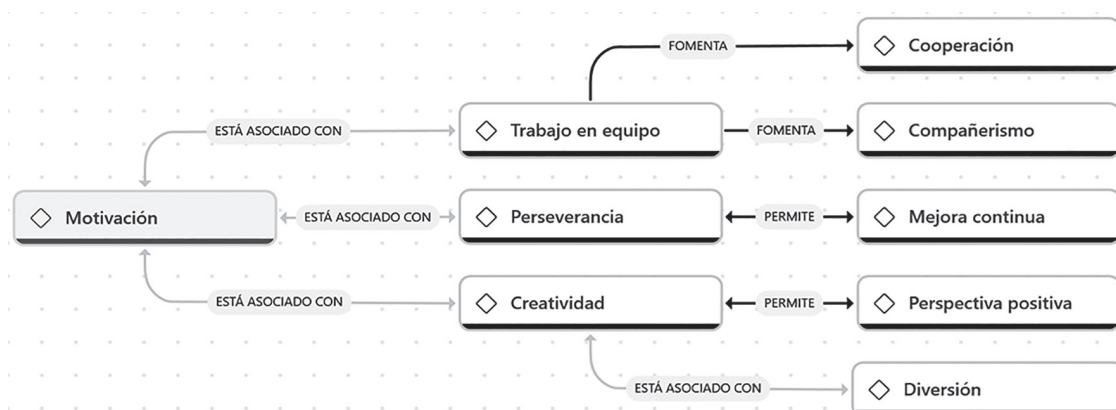
	Expresar	Conectar	Preguntar
Muy en Desacuerdo	0,0%	1,2%	0,0%
En Desacuerdo	1,2%	3,5%	0,0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	16,3%	22,1%	14,0%
De acuerdo	51,2%	38,4%	46,5%
Muy de acuerdo	31,4%	34,9%	39,5%

Los datos obtenidos en esta dimensión, dan cuenta de valoraciones cuantitativamente positivas, todas superando el 50%; sin embargo, existen elementos que deben ser reforzados: las estructuras de control, la habilidad de abstracción; y la capacidad de conectar, pues trabajar en equipo, es necesaria en su carrera y lo será en el ámbito laboral.

Ámbito motivacional

Para este ámbito se realizaron preguntas abiertas, en busca de las motivaciones generadas y cómo sienten que el proyecto ha contribuido a la mejora de sus habilidades; las respuestas fueron organizadas, codificadas manualmente, y categorizadas en grupos similares. En cuanto a las motivaciones que se generan entre los grupos de trabajo, fruto del desarrollo de los talleres de robótica, en la figura 3, se presentan las categorías más destacadas de las respuestas obtenidas de los estudiantes.

Figura 3. Red de análisis del ámbito motivacional



Nota. Motivaciones generadas en los grupos de trabajo, fruto de la etapa de reflexión posterior a los talleres.

98

De la figura se destaca, que las motivaciones están asociadas con: el trabajo en equipo, que permite la cooperación y compañerismo, por el interés que comparten los integrantes, que es analizar alternativas de solución al problema planteado; la Perseverancia, que permite la mejora continua en el proyecto, con el aliciente de que su robot habrá de competir con otros robots similares; y la creatividad, que genera una perspectiva positiva de la experiencia, que asociado a una actividad divertida, permite crear, innovar, tanto en la construcción del escenario, en el robot mismo y en las estrategias de programación.

Ámbito transversal

La evaluación del pensamiento computacional, en cuanto a su cualidad de transversalidad, está relacionada con la capacidad de aplicar los principios de la Informática a diversas disciplinas y contextos, más allá del ámbito tecnológico; el pensamiento computacional implica una forma de abordar problemas y soluciones usando conceptos y prácticas computacionales; así la transversalidad implica que estas herramientas pueden ser utilizadas en una amplia variedad de áreas, desde las áreas científicas, hasta las sociales. En la figura 4, se presenta lo expresado por los participantes.

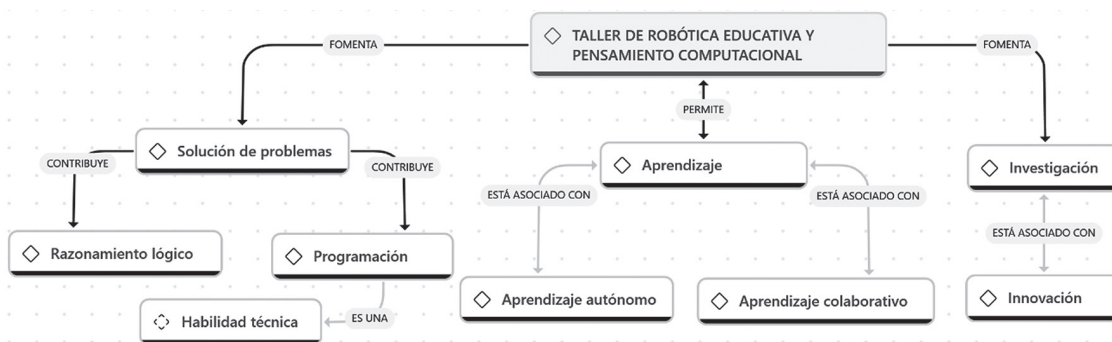
Figura 4. Áreas en las cuales es posible desarrollar el pensamiento computacional



Discusión

Finalizada la experiencia, se analizaron de forma global los resultados de los talleres, destacándose los aspectos positivos y negativos, en la formación de los estudiantes, además de las dificultades para llevar adelante la actividad, que pasa principalmente por la disponibilidad de materiales. Las contribuciones generadas se muestran en la figura 5.

Figura 5. Red de análisis sobre los talleres de robótica y el pensamiento computacional



Es posible resaltar que los talleres han permitido a los participantes la solución de problemas desde diferentes ópticas, lo que contribuye a desarrollar el pensamiento lógico y la programación, que es una habilidad técnica importante para estudiantes de informática, además permite fomentar el aprendizaje autónomo y colaborativo, lo que es importante para su desarrollo personal, y fomenta la investigación y la innovación. Ello confirma lo expuesto en experiencias desarrolladas en otros países, donde se afirma que la robótica educativa y la programación también pueden ser utilizadas para el desarrollo de soft skills que guíen a los estudiantes en la toma de decisiones (Del Álamo Venegas et al., 2021)

Por otra parte, la incursión de un elemento motivador y tangible como es la construcción del robot, permitió a los participantes:

- Comprender los conceptos computacionales, como son las estructuras de control, que son la base para iniciar en la solución de problemas
- Adoptar prácticas computacionales, para mejorar habilidades de programación
- Desarrollar habilidades blandas, como absolver dudas entre los compañeros y el docente, y presentar soluciones en equipo.
- Trabajar en equipo y con mayor confianza, fomentándose el compañerismo.
- Sensibilizarse sobre transversalidad y la importancia de formarse en la resolución de problemas y por ende del pensamiento computacional.

No obstante, los aspectos positivos, también existen limitaciones, entre ellas: la necesidad de contar con kits de robótica en el aula; dificultades de acceso relacionadas con aspectos económicos; Infraestructura, pues son necesarios laboratorios acondicionados para desarrollar tanto la construcción como la programación; y el tiempo adicional, que demanda para docentes y estudiantes.

Conclusiones

La experiencia permitió visibilizar el hecho de que, trabajar con robots educativos es una manera motivadora para desarrollar el pensamiento computacional, ya que involucra habilidades y prácticas computacionales como la abstracción, la depuración, la creatividad y la colaboración entre pares; además, se hace de manera práctica, visual y tangible, lo que facilita la comprensión de conceptos y estimula el interés y la motivación en los estudiantes, facilitando un entorno de aprendizaje innovador, dinámico y participativo, lo que además permite controlar el abandono de asignaturas.

Referencias

- Brennan, K., y Resnick, M. (2012). Nuevos marcos de referencia para estudiar y evaluar el desarrollo del pensamiento computacional. *AERA*, 1-25.
- Corrales-Álvarez, M., Ocampo, L., y Cardona-Torres, S. (2024). Definiciones del pensamiento computacional. Una revisión de la literatura. *Revista EIA*, 1-24.
- Del Álamo Venegas, J., Alonso Díaz, L., Yuste Tosina, R., y López Ramos, V. (2021). La dimensión educativa de la robótica: del desarrollo del pensamiento al pensamiento computacional en el aula. *Campo Abierto*, 221-233.
- Informática-UMSA. (2020). Reporte calificaciones Introducción a la Informática.
- Latorre, A. (2005). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Graó.
- Mejía C, I., Salazar E., B., Zúñiga M, R., y Hurtado, J. (2021). Robótica Educativa como herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional. Una revisión de la literatura. *Revista Educación en Ingeniería*, 68-78.

Las limitaciones de acceso a kits, infraestructura y tiempo, afectan la calidad y satisfacción de las experiencias, y afectan la efectividad y el alcance de los talleres, lo que puede generar frustración en los estudiantes.

Por lo que se deben implementar políticas al interior de la Carrera de Informática, que permitan la replicabilidad de los talleres en un ambiente con condiciones tecnológicas y de infraestructura en asignaturas de programación. Y de manera general, se recomienda replicar la experiencia desarrollada, con grupos específicamente de cursos preuniversitarios y primer semestre, por tratarse de grupos que se inician en programación.

Agradecimientos

En memoria del Dr. Juan Amado García, un gran maestro que vive eternamente en el recuerdo de quienes ayudó a formar.

- Pittí, K. (5 de marzo de 2014). Droide. Hoy hablamos con Kathia Pittí, experta en robótica educativa: <https://droidecomunidad.com/2014/03/05/hoy-hablamos-con-kathia-pitti-experta-en-robotica-educativa/>
- Román-Graván, P., Hervás-Gómez, C., y Guisado-Lizar, J.-L. (2017). *Experiencia de innovación educativa con robótica en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla (España)*. En J.-R. J.-R. Ruiz-Palmero, *Innovación docente y uso de las TIC en educación*. Málaga: UMA Editorial.
- Téllez-Ramírez, M. (2018). *Robótica Educativa y Jisk'a Bots. Hacia el desarrollo del pensamiento computacional con las dimensiones vivenciales del ser humano*. La Paz: Instituto Internacional de Integración Convenio Andrés Bello.
- Téllez-Ramírez, M. (2019a). Pensamiento computacional: una competencia del siglo XXI. *Educación Superior*, 23-32.
- Téllez-Ramírez, M. (2019b). Desarrollo del pensamiento computacional en Estudiantes de Informática. *La Filosofía, Ciencia y Tecnología vista desde el Posdoctorado CEPIES-UMSA*, 247-262.
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 33-35.