

# Desarrollo de un vehículo robótico como herramienta para mejorar la educación STEM

Zizilia Zamudio-Beltrán  
 Vicerrectoría de Investigación  
 Universidad La Salle México  
 Ciudad de México, México  
 zizilia.zamudio@lasalle.mx

Ricardo Salmerón-Guerrero  
 Facultad de Ingeniería  
 Universidad La Salle México  
 Ciudad de México, México  
 ricardosalmeron@lasallistas.org.mx

Fernando Lozano-Andrade  
 Facultad de Ingeniería  
 Universidad La Salle México  
 Ciudad de México, México  
 f.lozano@lasallistas.org.mx

José Ambrosio-Bastián  
 Vicerrectoría de Investigación  
 Universidad La Salle México  
 Ciudad de México, México  
 jose.ambrosio@lasalle.mx

Diego Mones-Rosas  
 Facultad de Ingeniería  
 Universidad La Salle México  
 Ciudad de México, México  
 diegomones@lasallistas.org.mx

**Resumen**— En la era actual, donde los cambios tecnológicos se suceden de manera acelerada, la educación STEM desempeña un papel fundamental al formar a las próximas generaciones para enfrentar los retos de este entorno dinámico. Este trabajo se orienta hacia la promoción activa de la educación STEM mediante la creación y aplicación de un kit educativo integral, compuesto por un vehículo semiautomático a escala, de bajo costo, y un manual de usuario que guía su ensamblaje preciso. El vehículo tiene como cometido principal ser una herramienta interactiva y didáctica, concentrándose en fortalecer habilidades en programación, electrónica, mecánica, robótica y otras disciplinas STEM fundamentales. La metodología abarca desde el diseño vehicular hasta el desarrollo del manual. Mediante esta propuesta, respaldada por la operatividad efectiva y eficiente del vehículo, se busca impulsar de manera significativa la adquisición práctica de conocimientos en estas áreas.

**Palabras claves** — Vehículo, robótica, STEM, educación, kit educativo.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la educación STEM ha cobrado un notable impulso. El término STEM, que proviene de las siglas en inglés de Ciencia (Science), Tecnología (Technology), Ingeniería (Engineering) y Matemáticas (Mathematics), no solo engloba las disciplinas científico-tecnológicas, sino también los conocimientos, competencias y prácticas asociadas a este ámbito, cruciales para el avance social y económico en nuestra sociedad [1]. En esta época caracterizada por cambios tecnológicos veloces que reconfiguran nuestro entorno, la educación STEM emerge como un pilar fundamental para capacitar a las nuevas generaciones frente a los desafíos y oportunidades que este entorno en constante evolución presenta.

El término STEM se introduce en los años 90s por la Fundación de los Estados Unidos de América, la cual, fomenta la investigación científica y tecnológica de su país [2].

En los años recientes, se han desarrollado diversas estrategias con el propósito de fortalecer la educación en STEM a través de actividades enfocadas en el ámbito de la ingeniería. Por ejemplo, en [3] se presenta una propuesta para la mejora de la enseñanza STEM mediante el uso del software *GeoGebra*. En términos de fortalecimiento de la educación STEM a través de la robótica se presentan varios trabajos que abordan esta temática, como por ejemplo, en [4] se expone un análisis de la posible aplicabilidad de la robótica en la

educación como apoyo didáctico y pedagógico en las aulas. En este mismo contexto, se detalla la evolución de la robótica educativa, la cual ha ampliado su alcance no solo en la educación superior, sino también en niveles de preparatoria, secundaria y primaria, como se evidencia en el estudio realizado en España y presentado en [5]. En [6] se presentan actividades destinadas a estudiantes de los primeros cursos de primaria en Chile, con el objetivo de desarrollar sus habilidades en resolución de problemas mediante robótica aplicada en el aula. En [7] se ofrece una revisión exhaustiva de diversas investigaciones e intervenciones educativas relacionadas con la robótica y la educación STEAM (se introduce la inicial A, que representa las artes [8]). Este estudio final también subraya los progresos en este campo en México, destacando la necesidad de una investigación más amplia para evaluar los efectos de las iniciativas educativas implementadas en los niveles de primaria y secundaria. Bajo esta nueva mirada (STEAM), en [9], se expone un análisis detallado de la implementación de un proyecto de diseño de una máquina de *Rube Goldberg* en el nivel superior, con un enfoque basado en el modelo STEAM.

En la Tabla 1, se presenta una relación derivada de la investigación para este trabajo, de los juguetes existentes en el mercado de robótica, se puede ver claramente que se tiene un área de oportunidad muy importante en México para el desarrollo de habilidades y competencias propias del aprendizaje STEM.

TABLA 1. RELACIÓN DE KITS COMERCIALES CON ENFOQUE DE ROBÓTICA PARA EL APRENDIZAJE

NOMBRE DEL KIT	EMPRESA	NIVEL EDUCATIVO	COSTO APROXIMADO	Enfoque STEM	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO
Acer CloudProfessor	Intel	Primaria y Secundaria	\$2,000.00	No	No
bMaker	Macmillan Education	Primaria y Secundaria	\$13,000.00, por licencia anual	Si	No
Flexbot ClassPac	Flexbot ClassPack	Secundaria	\$900.00	Si	NO
Neulog Sense	NeuLog	Todos los niveles educativos	\$3,400.00	No	No
Next Robótica Educativa	Edelvives	Primaria	\$2,500.00	No	No
Bee Bot	TTS	Primaria	\$2,000.00	No	Si
BQ PrintBot Evolution	BQ	Secundaria	\$2,000.00	No	No
Elegoo Smart Robot Kit Cat V2.0	Elegoo	Secundaria y Preparatoria	\$2,000.00	No	Si
Hydraulic Arm	BUKI France	Secundaria y preparatoria	\$1,000.00	No	No
Kit Source Wholesale	The source wholesale	Primaria y Secundaria	\$500.00	No	No
LEGO Education WeDo 2.0	Lego	Primaria	\$4,000.00	Si	Si
Makeblock mBot	Makeblock	Primaria y Secundaria	\$2,500.00	Si	Si

Este artículo se centra en la contribución de la mecatrónica para mejorar y fomentar activamente la educación STEM. Se destaca la creación y aplicación de un kit educativo que pone énfasis en brindar a los estudiantes una experiencia práctica al interactuar con un vehículo robótico. Esto les permite explorar directamente los componentes de hardware y software, para sumergirse en los modelos matemáticos y las líneas de código que posibilitan al robot llevar a cabo tareas específicas. Este enfoque resalta la preparación de individuos competentes y listos para abordar con éxito los desafíos de un mundo en constante evolución, gracias a la mecatrónica.

El kit propuesto en este trabajo se compone de un vehículo semiautomático a escala y de bajo costo. Este vehículo emplea un sistema de control basado en Arduino, una plataforma de desarrollo y código abierto que introduce a los estudiantes en el mundo de la programación y la robótica. Acompañando al kit, se proporciona un manual de usuario, que brinda una guía para el ensamblaje preciso de esta herramienta educativa. El propósito central de este vehículo no reside únicamente en su forma y función, sino en su capacidad de actuar como una herramienta interactiva y didáctica, destinada a fortalecer habilidades en programación, electrónica, mecánica, robótica y otras disciplinas STEM fundamentales.

La metodología que respalda este enfoque abarca cada etapa del proceso, que va desde el diseño del vehículo hasta el desarrollo del manual que lo acompaña. La conjunción de estos elementos da vida a una propuesta que busca no solo promover la adquisición teórica de conocimientos, sino también su aplicación práctica de manera significativa y efectiva.

En la Fig. 1 se muestra el proceso metodológico que se siguió para el desarrollo del kit, hasta completar las pruebas funcionales que permiten demostrar el correcto funcionamiento del vehículo.



Fig. 1. Proceso de desarrollo del Kit

## II. DISEÑO DEL VEHÍCULO SEMIAUTOMÁTICO

En el proceso de desarrollo del vehículo, se priorizó la elección de componentes de bajo costo para crear un vehículo

básico pero accesible para cualquier estudiante, manteniendo al mismo tiempo un alto potencial de funcionamiento. Este vehículo se estructura en distintos módulos o etapas, cada uno desempeñando un papel esencial en su operación: alimentación, comunicación, control y potencia.

El proceso de diseño y construcción comenzó con la selección de un chasis capaz de albergar los elementos necesarios para su funcionamiento. Se tuvieron en cuenta factores como el tamaño, la estructura, la capacidad de carga y la velocidad de desplazamiento. Se puede apreciar el chasis diseñado en un programa en 3D en la Figura 2, en donde se muestran tres perspectivas distintas: vista superior, lateral y semi-frontal.

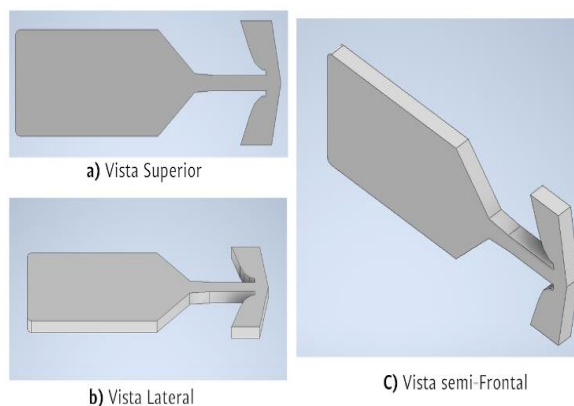


Fig. 2. Diseño del chasis del vehículo

Posteriormente, se eligió el controlador, un módulo de Arduino, que desempeña un papel importante al procesar señales y programar el control del vehículo. También se consideraron los actuadores junto con su etapa de potencia implementada con el circuito integrado L293, así como el tipo de llantas adecuado para un movimiento eficiente.

En términos de comunicación, se optó por una solución basada en la tecnología Bluetooth, respaldada por una aplicación móvil de código abierto. Una vez completado el sistema electrónico, se determinaron los requisitos de voltaje y corriente necesarios para garantizar la alimentación adecuada y suficiente autonomía del vehículo, lo que resulta fundamental para un rendimiento consistente y eficiente. Este enfoque ha permitido la creación de un vehículo versátil y asequible que cumple con sus objetivos de manera efectiva.

## III. PROGRAMACIÓN PARA EL VEHÍCULO

En esta sección, se presenta el desarrollo de la programación utilizada para el funcionamiento del vehículo y la aplicación móvil que se emplea para enviar los comandos.

La programación del vehículo se realizó utilizando el controlador Arduino, y se configuró el módulo Bluetooth a una velocidad de 9600 baudios. Se asignaron pines de control para la etapa de potencia, permitiendo la ejecución de acciones como avance, retroceso, giros izquierdo y derecho, así como la detención, de acuerdo con las instrucciones recibidas a través de la comunicación Bluetooth. En la Figura 3 se presenta una ilustración de la lógica de programación implementada.

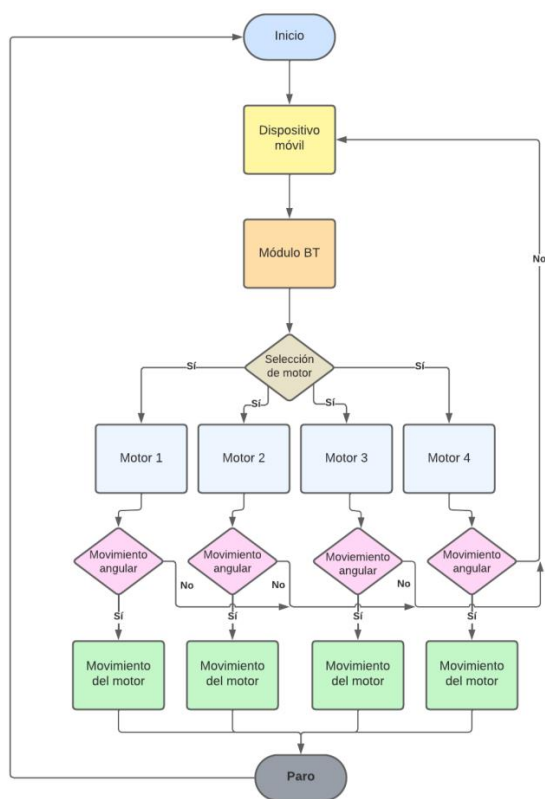


Fig. 3. Lógica de Programación

En el caso de la aplicación móvil, se optó por *Arduino Bluetooth RC Car* debido a que reúne los elementos necesarios para el funcionamiento del vehículo y se caracteriza por su sencillez de uso e implementación en dispositivos móviles. La aplicación se comunica con el Arduino a través del puerto serie y ofrece la flexibilidad de controlar el automóvil mediante botones virtuales o el acelerómetro del teléfono móvil (Fig. 4). Además, brinda la posibilidad de ajustar la velocidad del automóvil utilizando una barra deslizante, siempre que el circuito de control del vehículo cuente con esta funcionalidad. También posee dos botones para controlar las luces delanteras y traseras. Una luz intermitente le proporciona una señal visual para saber cuándo el teléfono está conectado al automóvil, y las flechas se iluminan para indicar claramente. Los comandos utilizados se basan en los ajustes predeterminados de la aplicación, con "F" para avanzar, "B" para retroceder, "R" para girar a la derecha, "L" para girar a la izquierda y "S" para detenerse (Fig. 5).

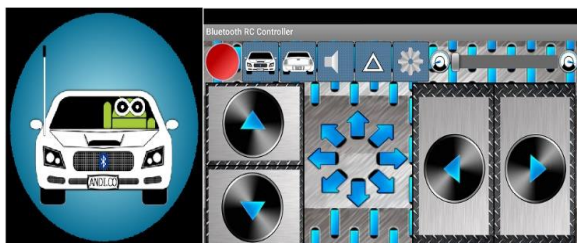


Fig. 4. Aplicación móvil

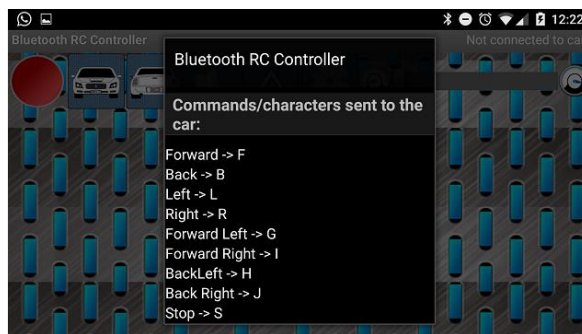


Fig. 5. Comandos elegidos de la aplicación móvil

#### IV. MANUAL DE USUARIO

Junto al prototipo, se proporciona un manual de montaje que ofrece instrucciones para ensamblar y construir el vehículo. Este manual incluye enlaces a videos explicativos y recursos adicionales que permiten una comprensión más profunda de la programación de Arduino y el funcionamiento de los componentes del vehículo. Además, se incluyen vínculos directos a las hojas de especificaciones de los componentes utilizados, lo que facilita la obtención de información detallada sobre cada elemento.



Fig. 6. Manual de Construcción

#### V. RESULTADOS

El kit desarrollado contribuye con el propósito de la metodología STEM en los estudiantes de la siguiente forma:

- 1.- Ciencia (Science): Al analizar los principios científicos, como los conceptos de física y el sistema de instrumentación que componen el vehículo.
- 2.- Tecnología (Technology): Al aplicar e integrar diferentes tecnologías como el sistema de movimiento, comunicación, control, potencia, etc.
- 3.- Ingeniería (Engineering): Al replicar el diseño del vehículo y evaluar la mecánica, electrónica, programación y control con los ajustes necesarios.
- 4.- Matemáticas (Mathematics): Al implementar los conceptos matemáticos de geometría, álgebra y cálculo, indispensables en la programación y procesamiento de señales del sistema.

En lo que respecta al circuito electrónico implementado, en las Figuras 7 y 8 se aprecia la representación del circuito utilizado para simular y verificar su funcionamiento antes de su construcción física en dos plataformas distintas.

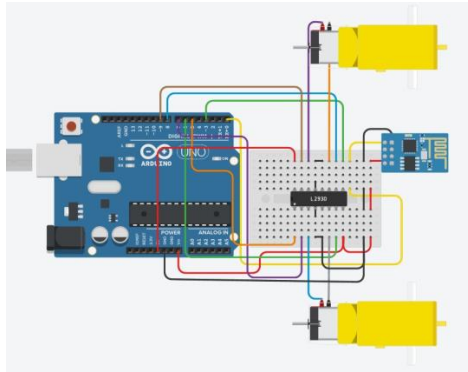


Fig. 7. Circuito electrónico Tinkercad

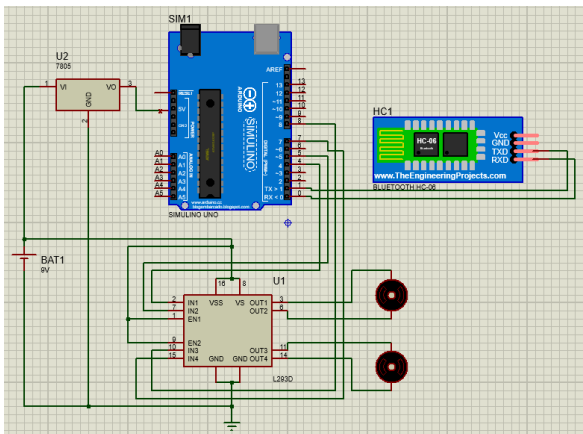


Fig. 8. Circuito electrónico Proteus

Para la programación implementada en el Arduino se puede observar en la Figura 9, la lógica implementada mediante comandos de programación.

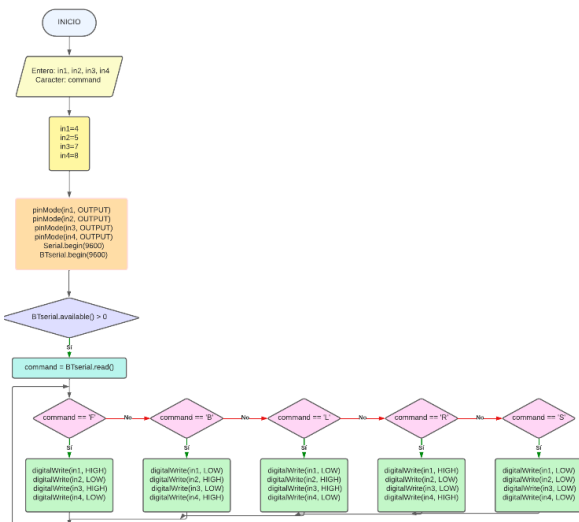


Fig. 9. Diagrama de Flujo de la programación del Arduino

El manual diseñado para describir los pasos de ensamblaje y ayuda adicional para su correcta comprensión se puede ver de manera parcial en la Figura 10.

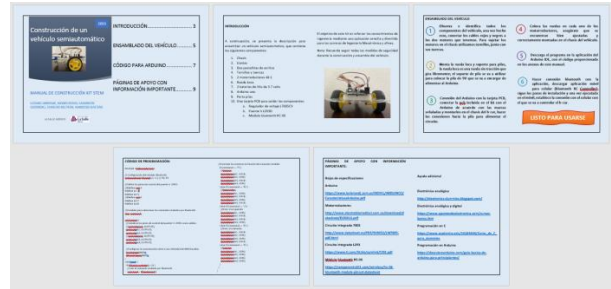


Fig. 10. Manual de construcción

Una vez implementados los diferentes módulos del vehículo semiautomático, se logró desarrollar un prototipo de bajo costo. Este prototipo demostró un rendimiento adecuado en todas sus etapas de funcionamiento. Cabe destacar que el vehículo se controla de manera intuitiva mediante una aplicación móvil que se instala previamente en el *smartphone*, aprovechando así la familiaridad y accesibilidad que estos dispositivos ofrecen en la vida cotidiana. Las Figuras 11 y 12 muestran el vehículo completamente ensamblado, consistente con los objetivos planteados en la educación STEM, lo que se brinda una oportunidad significativa para fortalecer el aprendizaje en diversas áreas de esta disciplina.

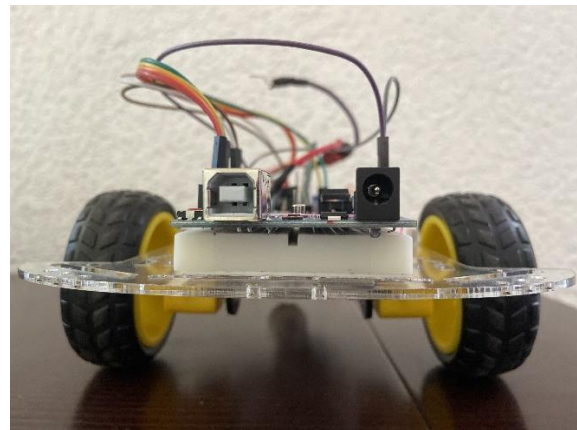


Fig. 11. Toma trasera del vehículo

Se puede encontrar un breve video que muestra algunas pruebas de funcionamiento del vehículo en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/shorts/cq9BBa9Bjg>.

Al ensamblar el prototipo, se generan resultados a corto plazo que impactan positivamente en la experiencia de aprendizaje del estudiante. Esto incluye la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, una mejor comprensión de los sistemas automatizados y el fortalecimiento de habilidades clave como la programación y la resolución de problemas. Además, esta experiencia estimula el interés del estudiante en las cuatro áreas fundamentales de STEM, que son de relevancia no solo para ingenieros, sino para el público en general en la actualidad.

En cuanto al costo del proyecto, se estima en aproximadamente \$1000.00 pesos mexicanos para este primer prototipo. Sin embargo, se tiene como objetivo reducir este costo a alrededor de \$700.00 pesos mexicanos. Esta reducción de costos, en comparación con los datos presentados en la Tabla 1 de la introducción, posiciona al proyecto como una propuesta competitiva en el mercado actual.

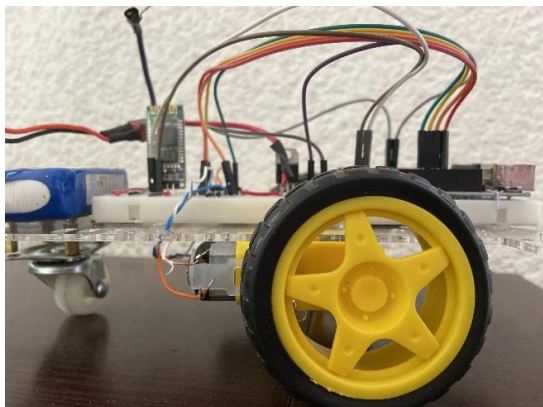


Fig. 12. Vista lateral del vehículo

## VI. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Se desarrolló un kit educativo, que consiste en un vehículo robótico funcional y un manual de usuario para su ensamblado, de bajo costo con el objetivo de mejorar la enseñanza STEM, brindando numerosos beneficios tanto a los estudiantes como a la consolidación de sus conocimientos en estas disciplinas.

La introducción de un vehículo semiautomático permite la aplicación práctica y tangible de los conceptos teóricos que los estudiantes adquieren en el aula en áreas relacionadas con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM). Además de este valor educativo, la inclusión de un vehículo semiautomático contribuye a superar barreras, como las brechas de género, al proporcionar oportunidades equitativas para todos los estudiantes. Este enfoque inclusivo y práctico motiva e inspira a los estudiantes a considerar carreras STEM en su futuro académico y profesional.

Como trabajo futuro, se plantea la mejora continua del diseño y el funcionamiento del prototipo, con la creación de una aplicación personalizada y la incorporación de elementos destinados a aumentar y optimizar su rendimiento. Además,

se reconoce la necesidad de implementar esta propuesta en el entorno escolar, abarcando niveles educativos que incluyan secundaria, preparatoria y los primeros semestres de carreras afines. Esto requerirá una investigación más específica en el ámbito educativo y la capacitación de docentes para garantizar una correcta implementación en el aula bajo su orientación.

## REFERENCES

- [1] López Simó, V., Couso Lagarón, D., & Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital: El papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(62).
- [2] Asinc, E. & Alvarado, B. (2019). Steam como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales [Conference]. 5to Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador. Aprendizaje en la sociedad del conocimiento: modelos, experiencias y propuestas. Guayaquil, Ecuador. <https://bit.ly/3iTwKsp>
- [3] Almaraz López, C., & López Esteban, C. (2018). La metodología Context-Based Approach en STEM: Modelización de datos meteorológicos. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 1(1), 1-10.
- [4] Ghitis, T.J., Alba, J.V. (2014) Los robots llegan a las aulas. *Revista Infancias Imágenes* 13(1), 143-147
- [5] Maíz, M.J, Carvalho, J. L. (2020) Robótica Educativa en Educación Infantil. *Revista Internacional de Tecnologías Educativas* 8(1), 15-35
- [6] Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N. y Parraguez, R. (2019). Propuesta de actividades STEM con Bee-bot en matemática. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 8(1), 33-43. <https://www.edma0-6.es/index.php/edma0-6/article/view/72>
- [7] González, M. O. y Flores Y. A. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(2). <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/5827/7149>
- [8] Yakman, G. (2008) STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. *Pupils Attitudes Towards Technology. 2008 Annual Proceedings*. Netherlands.
- [9] Aguirre, J., Moyano, E., Poveda, R., & Vaca, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico - Profesional*, 5(8), 467-492. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554327>