

# Sistema Basado en Conocimiento como herramienta en el Aprendizaje STEAM de un Robot Móvil Autónomo

## Knowledge-Based System as a Tool in STEAM Learning of an Autonomous Mobile Robot

Héctor Abelardo Solis Baustista<sup>1</sup>, Anabelem Soberanes Martín<sup>1</sup>, Magally Martínez Reyes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario, Valle de Chalco, México

[hsolisb001@alumno.uaemex.mx](mailto:hsolisb001@alumno.uaemex.mx), [asoberanesm@uaemex.mx](mailto:asoberanesm@uaemex.mx), [mmartinezr@uaemex.mx](mailto:mmartinezr@uaemex.mx)

Recibido: 11/02/2024 | Aceptado: 24/02/2024

**Cita sugerida:** H. A. Solis Baustista, A. Soberanes Martín, M. Martínez Reyes, "Sistema Basado en Conocimiento como herramienta en el Aprendizaje STEAM de un Robot Móvil Autónomo," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 37, pp. 122-129, 2024. doi:10.24215/18509959.37.e12.

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

### Resumen

Se presenta el desarrollo de un sistema basado en conocimiento, que integra el API de OpenAI, aplicado en un robot móvil autónomo, orientado a la educación STEAM. El objetivo es establecer un entorno de laboratorio interactivo donde los estudiantes puedan experimentar con conceptos de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM por sus siglas en inglés) a través del funcionamiento del robot. Utilizando la metodología Scrum, se desarrolló un sistema soportado por una plataforma web y una aplicación móvil, lo que facilitó el seguimiento y acompañamiento activo del sistema basado en conocimiento. Esta integración, junto con la práctica experimental con el robot móvil autónomo, enriqueció la experiencia educativa. Las pruebas iniciales realizadas con 76 alumnos de tercer semestre de bachillerato mostraron un aumento significativo en sus conocimientos y habilidades en robótica, así como un creciente interés por parte de los estudiantes. Este enfoque interactivo mejora la adquisición de conocimientos y habilidades técnicas alcanzando en más de la mitad de los temas un incremento del 90% de

los aciertos en los test realizados, fomentando el pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo en equipo, las habilidades digitales, el aprendizaje activo, la adaptabilidad y la conciencia interdisciplinaria, alineándolos con las competencias esenciales para la economía global y los desafíos de la Industria 4.0.

**Palabras clave:** Sistema basado en conocimiento; STEAM; Robótica; Industria 4.0; API OpenAI.

### Abstract

This paper presents the development of a knowledge-based system that integrates the OpenAI API, applied to an autonomous mobile robot, aimed at STEAM education. The goal is to establish an interactive laboratory environment where students can experiment with concepts from Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) through the robot's operation. Using the Scrum methodology, a system supported by a web platform and a mobile application was developed, facilitating active monitoring and support of the knowledge-based system. This integration, and

experimental practice with the autonomous mobile robot enriched the educational experience. Initial tests carried out with 76 high school juniors showed a significant increase in their knowledge and skills in robotics and a growing interest among the students. This interactive approach improves the acquisition of technical knowledge and skills, achieving a 90% increase in test scores in more than half of the subjects, fostering critical thinking, creativity, teamwork, digital skills, active learning, adaptability, and interdisciplinary awareness, aligning them with the essential competences for the global economy and the challenges of Industry 4.0.

**Keywords:** Knowledge-based System; STEAM; Robotics; Industry 4.0; OpenAI API.

## 1. Introducción

Se plantea el desarrollo de un sistema basado en conocimiento, integrado con el API de OpenAI, aplicado a un robot móvil autónomo, con el fin de enriquecer la educación STEAM y atender las necesidades formativas impuestas por la Industria 4.0. La iniciativa se inspira en los resultados obtenidos por estudiantes mexicanos en las evaluaciones PISA [1], que miden la competencia en matemáticas, lectura y ciencias, enfocándose en la capacidad de los alumnos para enfrentar problemas complejos y ejercitar el pensamiento crítico y la comunicación efectiva. La idea central del trabajo es apoyar el aprendizaje de los estudiantes, proporcionándoles herramientas que mejoren su capacidad de análisis y resolución de situaciones desafiantes, competencias que son cruciales tanto en los contextos evaluados por PISA como en los entornos profesionales modernos [1], [2].

Se ha observado que, a lo largo de los años, los estudiantes de México han mostrado fluctuaciones en su desempeño en áreas clave evaluadas por PISA, lo que resalta la importancia de un sistema de apoyo educativo personalizado [3]. El sistema propuesto en este trabajo busca cerrar las brechas identificadas, ofreciendo un acompañamiento constante y adaptativo que responde a las consultas de los estudiantes y sugiere materiales didácticos adicionales. Al mismo tiempo, asiste a los docentes en la creación de exámenes y en la calificación, utilizando la inteligencia artificial para facilitar y mejorar la calidad del seguimiento educativo. Este enfoque refleja un compromiso con la mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje, alineando la educación con las habilidades esenciales para la participación exitosa en la sociedad y la economía global.

El desarrollo central de este proyecto es el sistema basado en conocimiento. Este sistema utiliza inteligencia artificial para recopilar, procesar y aplicar conocimientos con el fin de mejorar la experiencia de aprendizaje. Proporciona un entorno adaptativo y personalizado que responde a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que es esencial en el dinámico panorama educativo actual [4].

STEAM siglas en inglés de (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) representa el enfoque

educativo que integra este estudio. Se enfatiza el desarrollo de habilidades críticas y creativas a través de la aplicación práctica de estos campos, utilizando un robot móvil autónomo como una herramienta para fomentar el aprendizaje interactivo y experimental [5], [6].

La robótica es el pilar práctico de este enfoque, donde el robot móvil autónomo se convierte en una plataforma clave para la experimentación y la aplicación de teorías. Este aspecto del proyecto ilustra la integración efectiva de la teoría y la práctica en la educación STEAM [5], [7].

Así mismo se pretenden alinear los principios y desafíos de la Industria 4.0, preparando a los estudiantes para un futuro donde la automatización avanzada y la inteligencia artificial son predominantes. Se enfoca en equipar a los alumnos con las habilidades necesarias para navegar y contribuir en un entorno industrial altamente tecnológico [8], [9].

La integración del API de OpenAI refuerza el sistema con capacidades avanzadas de inteligencia artificial. Esta herramienta permite una interacción sofisticada entre el sistema basado en conocimiento y el robot móvil autónomo, mejorando la experiencia educativa y proporcionando aplicaciones prácticas en el campo de la IA [10] [11].

## 2. Metodología

Se utiliza la combinación de enfoques pedagógicos centrados en el aprendizaje activo, la resolución de problemas y la integración de tecnología.

Tres grupos de tercer semestre de bachillerato, de 26, 23 y 27 estudiantes para un total de 76, divididos en grupos de 4 y 5 integrantes, participan en un proyecto práctico de construcción, programación y manipulación de un robot seguidor de línea. En dos sesiones de 2 horas cada una, se les proporciona una experiencia práctica y concreta para aplicar los conceptos teóricos aprendidos.

La metodología se basa en el enfoque STEAM, que integra la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas en el proceso de aprendizaje. Esto permite a los estudiantes experimentar la interconexión entre estas disciplinas mientras trabajan en el proyecto de robótica.

La metodología se centra en el aprendizaje práctico y experimental, donde los estudiantes tienen la oportunidad de experimentar con la tecnología robótica en un entorno controlado. Esta experiencia práctica les permite aplicar sus conocimientos teóricos, resolver problemas reales y aprender de sus errores.

Se implementó una evaluación continua a lo largo del proyecto, incluyendo pretests y postests con un total de 10 reactivos, para medir el conocimiento previo y el progreso de los estudiantes, así como la evaluación de la funcionalidad y eficiencia del robot final. Además, se recopila *feedback* de los estudiantes durante todo el proceso para ajustar y mejorar el proyecto en función de sus necesidades y experiencias.

Para el desarrollo del sistema basado en conocimiento se utilizó la metodología Scrum, dividiendo el proceso en *sprints* para priorizar la adaptabilidad y la entrega continua de funcionalidades. En cada fase o *sprint*, se definieron objetivos claros, permitiendo un desarrollo ágil y enfocado. Para la gestión de la base de datos se seleccionó MySQL, dada su eficacia, seguridad y facilidad de integración con diversas plataformas [12]. Este sistema de gestión de bases de datos robusto y fiable facilita el almacenamiento, la recuperación y la manipulación de datos complejos, esenciales para el funcionamiento del sistema. Como lenguajes de programación se optó por PHP y C#, ambos orientados a objetos. PHP se utilizó para el desarrollo del back-end de la plataforma web, debido a su flexibilidad y compatibilidad con MySQL, permitiendo una gestión eficiente de los datos y la lógica del servidor [13]. C#, por su parte, se empleó en la creación de la aplicación móvil y la interfaz de control del robot móvil autónomo, aprovechando su potencia, versatilidad y el soporte que ofrece para el desarrollo de aplicaciones en Unity, lo que resulta ideal para simulaciones interactivas y entornos de aprendizaje enriquecidos [4].

### 3. Desarrollo

El sistema propuesto se configura como un acompañante virtual permanente para estudiantes y profesores en el ámbito educativo STEAM, con un enfoque particular en la enseñanza práctica de robótica móvil autónoma. Utiliza el API de OpenAI para facilitar un diálogo interactivo y adaptativo, respondiendo a consultas y recomendando materiales didácticos, mientras asiste a los educadores en la evaluación y el diseño de pruebas [10].

Desde la perspectiva del estudiante, el sistema actúa como un acompañante personal inteligente. Al integrarse con el currículo y los recursos proporcionados por los docentes, ofrece asistencia en tiempo real, resolviendo dudas y proponiendo materiales de estudio adicionales. Este soporte es personalizado, utilizando el procesamiento de lenguaje natural y algoritmos de aprendizaje de máquina para entender y responder adecuadamente a las necesidades individuales de aprendizaje [4].

Para los profesores, el sistema ofrece un conjunto de herramientas diseñadas para optimizar la carga de trabajo. Utilizando inteligencia artificial, ayuda en la creación y calificación de exámenes, generación de preguntas y respuestas, y en la evaluación objetiva del progreso del estudiante. Esto permite a los docentes centrarse más en la interacción personalizada y menos en tareas administrativas [14].

El desarrollo del sistema educativo STEAM se fundamentó en la implementación de una plataforma web robusta y una aplicación móvil interactiva, con el objetivo de facilitar la enseñanza y el aprendizaje en el área de la robótica móvil autónoma [14].

La plataforma web se construyó utilizando *CodeIgniter*, un *framework* PHP que proporcionó una estructura ágil y manejable para el desarrollo de la aplicación. Gracias a

*CodeIgniter*, se estableció un entorno de desarrollo que facilitó la gestión de bases de datos y las operaciones CRUD, asegurando un *back-end* sólido y eficiente [15].

Para la interfaz de usuario, se optó por *Bootstrap* debido a su flexibilidad y capacidad de respuesta. Se diseñó una experiencia de usuario clara y atractiva, con un diseño adaptable que funciona sin problemas en una amplia gama de dispositivos [16].

Se empleó MySQL como sistema de gestión de bases de datos, debido a su robustez y amplio soporte comunitario. Se almacenó y se recuperó toda la información relacionada con los usuarios, resultados de exámenes y materiales de aprendizaje, así como los datos de seguimiento y progreso de los estudiantes.

La integración del API de OpenAI fue clave en la construcción y calificación automatizada de exámenes. La inteligencia artificial permitió generar preguntas, respuestas y material educativo personalizado, así como evaluar las respuestas de los estudiantes con eficacia y precisión [10] [17].

Con las anteriores tecnologías se desarrolló una interfaz que incorpora herramientas avanzadas para la creación y calificación de exámenes, la generación de preguntas y respuestas, y el seguimiento del progreso de los estudiantes. Con una navegación intuitiva y un diseño responsivo que se adapta a diversos dispositivos, esta plataforma, construida con *CodeIgniter* y *Bootstrap*, y gestionada por una base de datos MySQL, permite a los usuarios acceder a una experiencia de usuario fluida y eficiente. Este diseño y desarrollo, al ser responsivo y adaptativo, garantiza que todos los elementos de la interfaz de usuario se ajusten adecuadamente a las dimensiones de la pantalla, mejorando la legibilidad y la interacción sin comprometer la funcionalidad ni el contenido. La integración del API de OpenAI añade una capa de inteligencia automatizada, facilitando procesos educativos, ver figura 1.

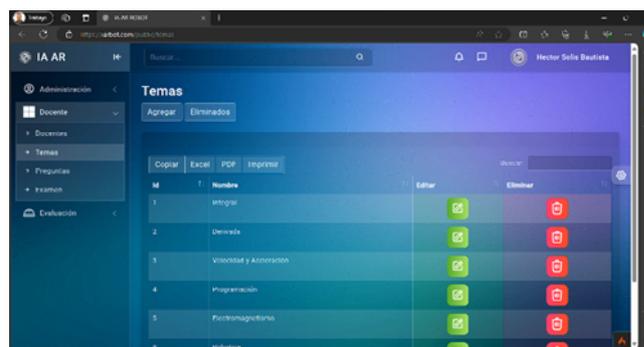


Figura 1. Plataforma WEB

La aplicación móvil, desarrollada utilizando Unity y programada en C#, ofrece una interfaz interactiva con estilo de videojuego, capturando efectivamente la atención de los estudiantes y fomentando un aprendizaje inmersivo y atractivo. Debido a las potentes capacidades de Unity para la simulación de entornos 3D y la flexibilidad de C# para la programación, se logró crear esta aplicación que sirve como un panel de control avanzado para el robot, permitiendo a los usuarios no solo programar y manipular

el robot de manera intuitiva, sino también monitorear sus recorridos en tiempo real [18]. Esta funcionalidad de monitoreo enriquece la experiencia educativa al proporcionar retroalimentación instantánea sobre el desempeño del robot, permitiendo a los estudiantes analizar y optimizar las rutas y estrategias de navegación, así como entender mejor las implicaciones prácticas de la programación y la ingeniería robótica en aplicaciones del mundo real, como se muestra en la figura 2.

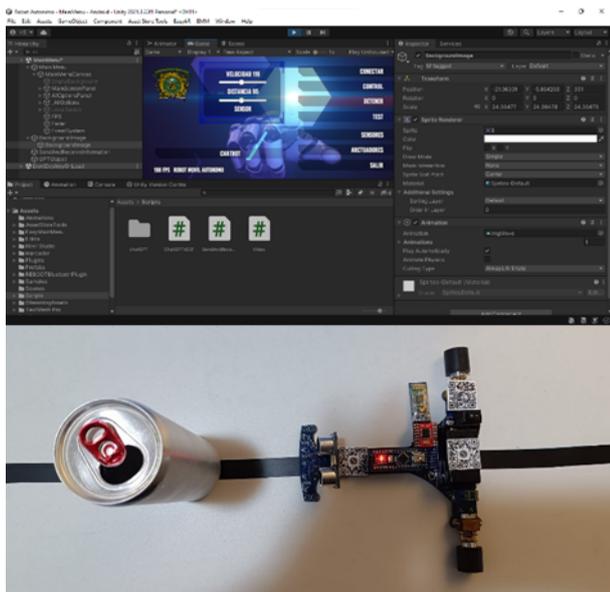


Figura 2. Vista de desarrollo de la aplicación móvil para el control del robot.

El sistema basado en conocimiento, alimentado por el API de OpenAI, ofrece un acompañamiento constante a los estudiantes [17]. Mediante el aprendizaje automático y el procesamiento de lenguaje natural, el sistema responde en tiempo real a las preguntas de los estudiantes y sugiere recursos adicionales que fortalecen su aprendizaje en robótica, ver figura 3.

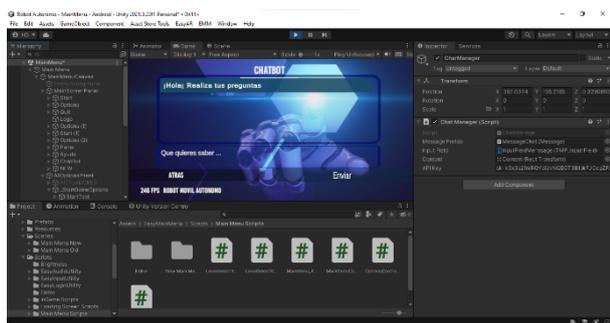


Figura 3. Interface de usuario del sistema basado en conocimiento.

El diseño integrado de la plataforma web y la aplicación móvil combina tecnologías establecidas con innovaciones de inteligencia artificial para crear un ecosistema de aprendizaje efectivo, eficiente y sumamente atractivo para los estudiantes, alineándolos con las exigencias de la Industria 4.0.

La secuencia didáctica es una estrategia pedagógica diseñada para sumergir a los estudiantes en el mundo de la robótica dentro del marco de la educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), con el propósito de desarrollar habilidades esenciales para el siglo XXI. A través de la construcción, programación y manipulación de un robot seguidor de línea, esta secuencia fomenta no solo el aprendizaje técnico, sino también el trabajo en equipo, la resolución de problemas y el pensamiento crítico, ver figura 4.



Figura 4. Interacción y construcción del robot seguidor de línea.

Al dividir las actividades en sesiones estructuradas que combinan teoría y práctica, se promueve una comprensión profunda de los principios fundamentales de la robótica y su aplicación práctica [19]. Este enfoque interactivo asegura que los estudiantes no solo adquieran conocimientos técnicos, sino que también experimenten directamente la integración de las disciplinas STEAM. Además, la evaluación continua y el ajuste basado en el *feedback* (retroalimentación) permiten una mejora constante y una experiencia de aprendizaje personalizada, alineando la educación con las competencias esenciales para la economía global y los avances tecnológicos actuales [20] [21] [22].

Tabla 5. Secuencia didáctica [14] [22].

<b>Secuencia didáctica</b>	
<b>Objetivo:</b>	Desarrollar habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM) mediante el desarrollo, programación y manipulación de un robot seguidor de línea.
<b>Sesión 1:</b>	Introducción y Evaluación de Conocimientos Previos, División de Tareas y Trabajo en Equipo
<b>Duración:</b>	2 horas
<b>Actividades:</b>	Presentación del proyecto y objetivos. Aplicación de un pretest para evaluar el conocimiento previo de los estudiantes. Introducción teórica a los conceptos básicos de robótica y componentes del robot seguidor de línea (sensores,

motores, controladores).  
 División de la clase en equipos responsables de diferentes tareas: programación, montaje mecánico y electrónico, y manejo de la aplicación de control.

Introducción a la programación básica para controlar movimientos del robot.

Taller práctico de ensamblaje del robot, incluyendo la instalación de motores y sensores.

**Sesión 2:** Integración y Pruebas, Evaluación y Mejora Continua, Presentación Final y Reflexión

**Duración:** 2 horas

**Actividades:** Integración de la parte mecánica, electrónica y de programación.

Pruebas iniciales para ajustar la sensibilidad de los sensores y la precisión del movimiento.

Experimentación con la aplicación para controlar el robot y hacerlo seguir una línea.

Realización de postests para evaluar el aprendizaje y progreso de los estudiantes.

Análisis de problemas encontrados durante las pruebas y discusión de posibles soluciones.

Modificación y ajuste del robot basado en los resultados de las pruebas y el feedback de los estudiantes.

Presentaciones finales de los equipos, mostrando el funcionamiento de su robot.

Reflexión grupal sobre los aprendizajes logrados y la aplicación de los conceptos STEAM en el proyecto.

Evaluación final y cierre del proyecto.

**Materiales:** Kits de robótica para ensamblaje del robot seguidor de línea (incluyendo motores, sensores, placas de circuito) [23].

Computadoras con software de programación.

Aplicación móvil o de escritorio para controlar el robot.

Materiales para crear pistas de prueba (cinta adhesiva, cartulina).

**Evaluación:**

Pretest y postest para medir el conocimiento antes y después de la intervención.

Evaluación continua basada en la participación, colaboración y progreso

en las tareas asignadas.  
 Evaluación de la funcionalidad y eficiencia del robot final.

Este enfoque permite que los estudiantes experimenten de manera práctica y colaborativa cada una de las etapas del desarrollo de un robot seguidor de línea, reforzando su comprensión y habilidades en las áreas STEAM.

## 4. Resultados

Se llevaron a cabo las primeras pruebas controladas de la aplicación basándonos en la secuencia didáctica en la Tabla 1 de la sección anterior, utilizando un diseño cuasiexperimental con un grupo de alumnos de primer año de preparatoria. Estas pruebas o intervención se realizaron en dos sesiones de dos horas cada una. Inicialmente, se aplicó un pretest para identificar el conocimiento previo de los alumnos antes de la intervención. Posteriormente, se llevaron a cabo postest en diferentes iteraciones, hasta lograr el dominio del conocimiento en el aprendizaje utilizando el sistema desarrollado, ver Figura 5.

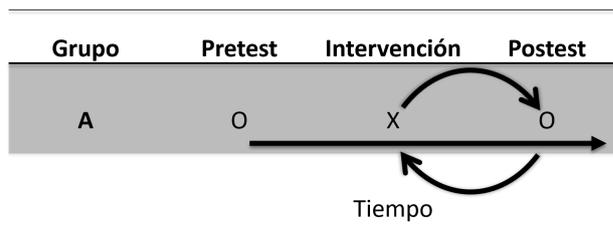


Figura 5. Diseño cuasiexperimental

En este sistema, cada alumno participó en ejercicios graduales: unos programaron la secuencia del robot, otros trabajaron en el montaje de la parte mecánica y electrónica, y otros utilizaron la aplicación para manipular el robot. Este enfoque permitió que cada estudiante experimentara y comprendiera cada una de las etapas de desarrollo del robot, así como su aplicación en el proceso de seguir una línea.

Entre cada iteración de los exámenes, se proporcionó material adicional y seguimiento para los conocimientos no alcanzados. Este proceso continuó hasta que los alumnos adquirieron los conocimientos necesarios.

Las pruebas controladas se llevaron a cabo con 76 alumnos de bachillerato, a quienes se les aplicaron preguntas sobre los temas que se muestran en la figura 5. Los resultados indican que la mayoría de los estudiantes no alcanzaron el nivel básico de conocimiento en estos temas, ya que la generalidad de sus respuestas en el pre test fue incorrecta, tal como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Pretest

Una vez que los alumnos completaron el pretest para identificar sus conocimientos iniciales, procedieron a realizar diversas intervenciones denominadas T1, T2, T3, T4 y T5, conforme al diseño establecido en la sección 2.12. En este contexto, T1 corresponde al pretest, siendo la primera evaluación de los alumnos antes de cualquier intervención. Posteriormente, T2 se refiere al test aplicado después del primer acercamiento de los alumnos al trabajar en el armado, la construcción y el control de un robot seguidor de línea para observar los elementos STEAM. Como se observa en la Figura 7, representada por una línea azul marino, los alumnos mostraron una mejora en sus respuestas, aunque todavía persistían algunas dudas. No obstante, se observa una progresión positiva en las siguientes evaluaciones T3, T4 y T5. Es importante mencionar que, entre cada test, las preguntas variaban de manera aleatoria lo que mantenía la complejidad y coherencia con los temas abordados.

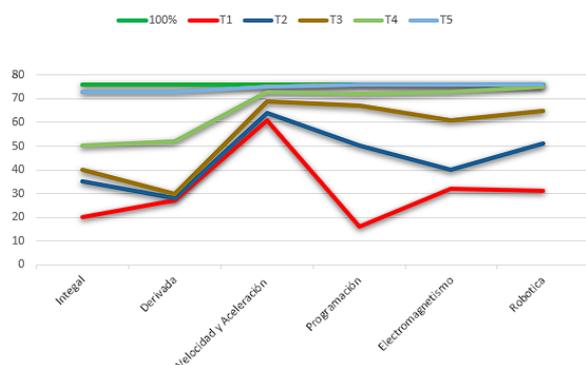


Figura 7. Resultado de las diferentes iteraciones

Los resultados cuantitativos obtenidos muestran que los alumnos experimentaron una mejora que aumentaba en cada intervención en sus conocimientos y habilidades relacionadas con los temas relacionados en la construcción y control de robots móviles autónomos a lo largo de las cinco iteraciones del proceso. En la quinta iteración, la mayoría alcanzaron todas las respuestas correctas, como se ilustra en las figuras anteriores [24]. Esto sugiere que la metodología empleada y la herramienta tecnológica desarrollada son efectivas para el aprendizaje STEAM en el campo de la robótica.

En cuanto a los resultados cualitativos, se observó no solo un aumento en la comprensión de los conceptos STEAM, sino también un creciente interés por parte de los estudiantes. Este entusiasmo puede atribuirse al uso de robots, sistemas basados en conocimiento y, en general, componentes tecnológicos, los cuales son muy bien aceptados por los alumnos. La integración de estas herramientas tecnológicas en el proceso educativo ha demostrado ser una estrategia eficaz para captar la atención de los estudiantes y aumentar su motivación [6].

## Conclusiones

La implementación de un sistema basado en conocimiento para el acompañamiento del alumno refuerza la idea de que la educación personalizada puede tener un impacto sustancial en el aprendizaje. Este enfoque es validado por la investigación de Bloom [24], quien introdujo el concepto de "instrucción individualizada" como un método para aumentar la eficacia educativa. La integración de tecnologías avanzadas, como el API de OpenAI en el contexto de la robótica educativa, no solo enriquece la experiencia de aprendizaje al proporcionar una plataforma interactiva y dinámica, sino que también se alinea con estudios recientes que destacan el potencial de la inteligencia artificial en personalizar y mejorar el aprendizaje [17].

Se fomenta el aprendizaje colaborativo y trabajo en equipo, al dividir la clase en equipos responsables de diferentes tareas, como programación, montaje mecánico y electrónico, y manejo de la aplicación de control. El trabajo en equipo promueve la colaboración, la comunicación y el intercambio de ideas entre los estudiantes.

Por lo anterior se puede decir que el sistema basado en conocimiento como acompañamiento del alumno tiene un impacto positivo en la adquisición de conocimientos y habilidades relacionadas con la robótica, fomentando el pensamiento crítico al enfrentarse a desafíos y problemas no estructurados que requieren análisis y evaluación de diversas soluciones posibles, la creatividad al buscar soluciones innovadoras a los retos presentados durante la programación y el diseño de robots, el trabajo colaborativo, las habilidades digitales puesto que incorporan la programación, el manejo de software específico y la comprensión de sistemas electrónicos y mecánicos, el aprendizaje activo al ser ellos quienes realizan el proceso de construcción y control, tomando decisiones clave en cada etapa del proyecto, la adaptabilidad a cambios y fallos inesperados que exigen revisión y modificación de estrategias en tiempo real, y la conciencia interdisciplinaria porque requieren integrar conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas para llevar a cabo con éxito la construcción y programación de un robot.

Este enfoque integral no solo promueve una comprensión profunda de la materia, sino que también prepara a los estudiantes para el futuro, equipándolos con las habilidades y el conocimiento necesarios para prosperar

en entornos académicos y profesionales cada vez más dependientes de la tecnología. Al integrar estos elementos en el proceso educativo, se fomenta una educación más relevante y atractiva, que motiva a los estudiantes a participar activamente en su propio aprendizaje y a aplicar lo que han aprendido en situaciones reales y desafiantes.

Adicional al desarrollo de competencias técnicas, se recabaron opiniones cualitativas de la experiencia de los alumnos al enfrentarse a desafíos reales de ingeniería y programación, reflejando una percepción positiva y una valoración alta de la oportunidad de aplicar conocimientos teóricos en situaciones prácticas. Los estudiantes destacaron la importancia de enfrentar problemas que requerían soluciones creativas, lo que les permitió no solo entender mejor los conceptos aprendidos en clase, sino también desarrollar una mayor confianza en sus propias habilidades para resolver problemas complejos. La experiencia de trabajar en equipo fue otro aspecto valorado, ya que les enseñó la importancia de la comunicación, la colaboración y la gestión del tiempo para alcanzar un objetivo común.

Esta interacción con la tecnología y el trabajo colaborativo en proyectos prácticos, impulsó el interés de los alumnos por carreras relacionadas con las ciencias, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas, al proporcionarles una ventana a las posibilidades y desafíos que estas áreas ofrecen. La participación activa en el proceso de construcción y programación de robots les permitió ver de primera mano la aplicación de estos campos en la resolución de problemas cotidianos y en el desarrollo de innovaciones tecnológicas.

## Agradecimientos

A CONAHCYT por el apoyo a través de la beca doctoral. Su confianza ha sido clave en el desarrollo de este trabajo.

## Referencias

- [1] «OECD, PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education,» 01 11 2023. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- [2] O. García y F. Pedraza, «Sistemas basados en conocimiento: Una alternativa poco explorada en psicología,» *Journal of behavior, health & social issues (México)*, vol. 3, n° 1, pp. 5-16, 2011.
- [3] A. Martín, «PISA 2006,» OECD 2006 Santillana Educación S.L., 2006 para la edición española., [En línea]. Available: <https://www.oecd.org/pisa/39732471.pdf>.
- [4] W. Yang, C. Fu, X. Yan y Z. Chen, «A knowledge-based system for quality analysis in model-based design,» *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 31, p. 28, 24 January 2020.
- [5] G. Yakman y H. Lee, «Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational

Framework for Korea,» *Journal of The Korean Association For Science Education*, vol. 32, n° 6, pp. 1072-1086, 2012.

- [6] P. Dellepiane, «Tecnologías y pedagogía para la enseñanza STEM,» *TEyET*, 2023, p. E16.
- [7] A. Wong, R. Jeffery, P. Turner, S. Sleaf y S. Chalup, «Robocup junior in the hunter region: Driving the future of robotic stem education. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics),» 2019.
- [8] Garcés, Gonzalo y Peña, Adjust Engineering Education to Industry 4.0: A vision from curricular development and the laboratory, *Revista de estudios y experiencias en educación*, 2020.
- [9] J. M. Ramos, J. Vargas y E. Gorrostieta, *Robótica y Mecatrónica*, Querétaro, México, 2018.
- [10] OpenAI, «En OpenAI Documentation,» OpenAI, 10 11 2023. [En línea]. Available: <https://www.openai.com/documentation>. [Último acceso: 2023].
- [11] Y. Alvarado, E. Andrada y R. Guerrero, «Simulando ChatGPT: Una Experiencia de Enseñanza de Programación a Adolescentes,» *TEyET*, 2023.
- [12] «MySQL,» Oracle, 2024. [En línea]. Available: <https://www.mysql.com/>. [Último acceso: 05 11 2023].
- [13] «PHP Hypertext Preprocessor,» The PHP Group, 2024. [En línea]. Available: <https://www.php.net/>. [Último acceso: 01 12 2023].
- [14] N. M. Flores, «Diseño de un Modelo para el Desarrollo de Aplicaciones Graduales Multi-disciplinarias en Dispositivos Móviles,» Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México – Centro Universitario Valle de Chalco, Valle de Chalco, 2019.
- [15] F. Dalmasso, M. Blas y S. GonnetD, Enriching UML Statechart through a Metamodel: A Model-Driven Approach for the Graphical Definition of DEVSA Atomic Models, vol. 2, 1, Ed., IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, 2023, pp. 27-34..
- [16] C. Ramírez, *Diagramas esenciales del lenguaje unificado de modelado para los requisitos ágiles en el*, Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia., 2022.
- [17] A. Smith y B. Jones, «Integrating AI in Educational Practices: A Revolutionary Approach to Personalized Learning,» *Proc. of the International Conference on Education and New Learning Technologies*, 2020, pp. 112-119.
- [18] «Unity Technologies,» Unity, 2024. [En línea]. Available: <https://unity.com/>. [Último acceso: 01 11 2023].
- [19] M. Gonzalez, Y. Flores y C. Muños, «Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje,» *Revista*

*Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 18(2), p. 19, 06 abril 2021.

[20] E. Ruíz, *Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*, Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos., 2007.

[21] E. Reyes, *Metodología de la Investigación Científica*, USA: Primera edición, 2022.

[22] C. Quílez , «Revisión teórica e implementación práctica de una secuencia didáctica STEAM basada en diferentes metodologías activas,» Valladolid , <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/42271>, 2020.

[23] B. Spahic, *Arduino sin conocimientos previos*, Independently Published, 2022.

[24] B. S. Bloom, «The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring,» *Educational Researcher*, 1984, pp. 4-16.

Profesora de tiempo completo de la Universidad Autónoma del Estado de México. Doctora en Ciencias (Matemática Educativa), cuenta con el reconocimiento al perfil PRODEP de la SEP integrante del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII).

*Información de Contacto de los Autores:*

**Hector Abelardo Solis Bautista**

Calle Hermenegildo Galeana #3  
Colonia María Isabel  
Valle de Chalco Solidaridad  
México

[hsolisb001@alumno.uaemex.mx](mailto:hsolisb001@alumno.uaemex.mx)

<https://orcid.org/0009-0008-1254-6242>

**Anabelem Soberanes Martín**

Calle Hermenegildo Galeana #3  
Colonia María Isabel  
Valle de Chalco Solidaridad  
México

[asoberanesm@uaemex.mx](mailto:asoberanesm@uaemex.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-1101-8279>

**Magally Martínez Reyes**

Calle Hermenegildo Galeana #3  
Colonia María Isabel  
Valle de Chalco Solidaridad  
México

[mmartinezr@uaemex.mx](mailto:mmartinezr@uaemex.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-2643-6748>

**Héctor Abelardo Solis Bautista**

Maestro en ciencias de la computación, estudiante de doctorado de tiempo completo **Becario Doctoral** CONAHACYT.

**Anabelem Soberanes Martín**

Profesora de tiempo completo de la Universidad Autónoma del Estado de México. Doctora en Ciencias de la Educación, Tiene el reconocimiento al perfil PRODEP e integrante del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII).

**Magally Martínez Reyes**