

Robot educativo realizado por alumnos y profesores de la E.E.T. N° 2 “Independencia” de Concordia, E. R. Especialidad Tecnicatura en Computación

(Educational robot made by students and teachers of the E.E.T. N° 2 “Independencia” of Concordia, E. R. Specialty in Computer Science)

Ibar Federido Anderson¹

Material original autorizado para su primera publicación en la revista Ciencia y Tecnología de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Palermo.

Campo temático: Robótica.

Recepción: 26/5/2024 | Aceptación: 4/6/2025.

Resumen

Robot-T2 es el nombre de fantasía para un robot didáctico para ser utilizado con fines pedagógicos y educativos en mecatrónica, construido por los alumnos y profesores de la Escuela Técnica N° 2 “Independencia” (Concordia, Entre Ríos). Participó del Concurso Nacional de Innovaciones -INNOVAR 2022- del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación y quedó seleccionado para ser exhibido en el stand. Asimismo, quedó seleccionado en el catálogo oficial del MINCYT-Nación.

Este estudio presenta el diseño, construcción y evaluación del robot móvil; cuyo objetivo principal fue explorar la eficiencia y adaptabilidad del robot en diferentes tareas educativas. Se emplearon metodologías de diseño iterativo y pruebas empíricas para mejorar el desempeño del mismo en diversos entornos y situaciones.

Palabras clave: robot; educación; escuela técnica; pedagogía; mecatrónica.

¹ Diseñador Industrial (UNLP), Magister en Estética (UNLP) y Doctor en Arte (UNLP). Investigador categoría III (SCyT-FBA-UNLP) Universidad Nacional de La Plata (UNLP), República Argentina. federico.anderson.argentina@gmail.com

Abstract

Robot-T2 is the fantasy name for an educational robot designed for pedagogical and educational purposes in mechatronics, built by students and teachers of Technical School N° 2 “Independencia” (Concordia, Entre Ríos). It participated in the National Innovation Contest - INNOVAR 2022 - organized by the Ministry of Science and Technology of the Nation and was selected to be exhibited at the stand. Additionally, it was selected for inclusion in the official catalog of MINCYT-Nación.

This study presents the design, construction, and evaluation of the mobile robot, whose main objective was to explore the efficiency and adaptability of the robot in different educational tasks. Iterative design methodologies and empirical tests were employed to improve its performance in various environments and situations.

Keywords: robot; education; technical school; pedagogy; mechatronic.

1. Introducción

La creación de un robot educativo en una escuela técnica de nivel secundario es una empresa bastante innovadora y creativa. La originalidad y la innovación radican en cómo se utiliza la tecnología y cómo se integra en el proceso educativo.

La verdadera innovación radica en cómo se utiliza el robot como una herramienta educativa. ¿Cómo se integra en el plan de estudios? ¿Qué habilidades están desarrollando los estudiantes a través de este proyecto? Lo cual es un poco extenso para desarrollar en este artículo, solo citaremos que el proyecto se inscribe en el PEI (Proyecto Educativo Institucional).

La colaboración entre estudiantes y profesores fue esencial para el éxito del proyecto. El hecho de que hayan trabajado juntos en la creación del robot educativo demuestra un enfoque innovador en la enseñanza y el aprendizaje, fomentando la colaboración, el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

El impacto que este proyecto ha tenido en la comunidad educativa es que inspiró a otros estudiantes y escuelas a embarcarse en proyectos similares, fomentando así la innovación y el interés en la robótica, la mecatrónica y la educación tecnología entre los jóvenes.

La mecatrónica es una rama multidisciplinaria de la tecnología e ingeniería que abarca la integración de sistemas provenientes de diversos campos del conocimiento, como la electrónica, la mecánica, el control y la informática. Su objetivo es desarrollar dispositivos y sistemas que combinen estas disciplinas de manera sinérgica. Esta disciplina no solo se limita al desarrollo de productos, sino que también se enfoca en la creación de sistemas de control inteligentes que pueden mejorar la eficiencia y la funcionalidad de la maquinaria utilizada en una amplia gama de aplicaciones industriales y comerciales. La mecatrónica, por lo tanto, tiene como propósito crear productos y procesos que sean más eficientes, adaptables y versátiles. Esta integración de disciplinas tiene como objetivo facilitar las actividades humanas mediante el desarrollo de sistemas automatizados y controlados electrónicamente que pueden realizar tareas complejas de manera autónoma o asistida.

La mecatrónica ha transformado radicalmente la manera en que interactuamos con la tecnología en la vida cotidiana. Desde su origen, la palabra mecatrónica, formada por las raíces griegas μηχανική (*mecaniké*, “mecánica”) y τροπος (*tropos*, “forma”), ha evolucionado hasta convertirse en un pilar fundamental de la innovación tecnológica.

Los antecedentes de la mecatrónica se remontan a la antigua Grecia y se entrelazan con la rica historia de la automatización y la ingeniería. Desde los autómatas de Herón de Alejandría hasta los ingeniosos mecanismos de Al-Jazari, la humanidad ha buscado durante siglos formas de mejorar la eficiencia y la precisión a través de la combinación de mecánica y electrónica.

Hoy en día, la mecatrónica impulsa avances revolucionarios en una amplia gama de industrias, desde la medicina hasta la manufactura, pasando por la exploración espacial. Los ingenieros en mecatrónica no solo diseñan y construyen máquinas más complejas, sino que también las dotan de inteligencia y capacidad de adaptación a través de sistemas de control avanzados.

Dentro de este vasto campo, la robótica emerge como una especialidad apasionante y en constante evolución. Desde los brazos robóticos utilizados en cadenas de montaje hasta los robots humanoides capaces de imitar el comportamiento humano, la robótica desafía constantemente nuestras nociones sobre lo que es posible en el ámbito de la automatización.

Los robots son una parte integral de la mecatrónica. Un robot típicamente combina componentes mecánicos (como articulaciones y actuadores), componentes electrónicos (como sensores y circuitos de control) y sistemas de software (para la programación y control del robot). Estos sistemas trabajan juntos de manera coordinada para realizar tareas específicas, ya sea en entornos industriales, de servicios o incluso en aplicaciones domésticas.

La mecatrónica proporciona el marco teórico y práctico para el diseño, la construcción y el control de robots, ya que implica la combinación de ingeniería mecánica, electrónica, informática y de control para crear sistemas robóticos inteligentes y funcionales. Por lo tanto, los robots son considerados una aplicación importante dentro del campo de la mecatrónica, y el estudio de los robots y su desarrollo se integra dentro de esta disciplina multidisciplinaria.

La historia de la robótica es una historia de creatividad e ingenio asombrosa en la capacidad de las máquinas para interactuar con el mundo que nos rodea.

En un mundo donde la tecnología avanza a un ritmo vertiginoso, la mecatrónica y la robótica continúan desempeñando un papel crucial en la conformación del futuro. Desde la exploración espacial hasta la atención médica, estas disciplinas nos desafían a imaginar un mundo donde las máquinas no solo nos asistan, sino que también nos inspiren y nos desafíen a alcanzar nuevas alturas de innovación y descubrimiento.

2. Materiales

El robot fue construido utilizando una combinación de componentes estándar de robótica, cuidadosamente seleccionados para optimizar la funcionalidad y la accesibilidad del proyecto. La estructura del robot se montó sobre una plataforma móvil robusta, diseñada para soportar la carga de los componentes adicionales y garantizar la estabilidad durante el movimiento. Se utilizaron motores de corriente continua de alto rendimiento para impulsar las ruedas del robot, lo que proporcionó una excelente tracción y maniobrabilidad en una variedad de superficies.

Para permitir la percepción del entorno, se integraron diversos sensores en el diseño del robot. Esto incluyó sensores de distancia ultrasónicos y de infrarrojos para la detección de obstáculos, así como un sensor de línea para seguir trayectorias predefinidas. Estos sensores fueron estratégicamente ubicados en el robot para maximizar la cobertura del entorno y proporcionar datos precisos para la navegación y la toma de decisiones.

La descripción de la lista de partes típicas que la construcción del robot necesitó en términos generales fue la siguiente, tomadas de Rev Robotics:

- Chasis: La estructura base del robot donde se montan todos los componentes.
- Motores: Los motores proporcionan la potencia para mover el robot, en una variedad de motores de corriente continua (DC) y motores de corriente continua sin escobillas (Brushless) que se pueden usar dependiendo de los requisitos del proyecto.
- Ruedas: Las ruedas permiten el movimiento del robot. Aquí mostramos una variedad de ruedas estandarizadas, diseñadas para diferentes superficies y propósitos.
- Sensores: Son dispositivos que recopilan datos del entorno del robot. Estos pueden incluir sensores de proximidad, sensores de distancia, sensores de color, entre otros.
- Controlador (Control Hub): Actúa como el cerebro del robot, coordinando todas las funciones y procesando la información de los sensores. También puede proporcionar interfaces para la programación y el control del robot.
- Batería: Proporciona la energía necesaria para alimentar los motores y otros componentes electrónicos del robot.
- Control remoto o joystick: Un dispositivo de entrada que permite a los operadores controlar el movimiento y las acciones del robot de forma remota.
- Servomotores: Son dispositivos de control de posición que se utilizan para controlar el movimiento preciso de partes móviles del robot, como brazos o pinzas.
- Placas de circuito: Estas placas pueden ser necesarias para montar y conectar electrónicamente los diferentes componentes del robot, como el controlador, los sensores y los actuadores.
- Cableado y conectores: Se necesitan cables y conectores para conectar todos los componentes electrónicos del robot, asegurando una conexión eléctrica adecuada y confiable.
- Tarjetas de expansión: Estas proporcionan funcionalidades adicionales, como puertos de E/S adicionales, capacidades de comunicación específicas o funciones de procesamiento adicionales.
- Elementos de sujeción: Tornillos, tuercas, pernos y otros elementos de sujeción son necesarios para ensamblar y asegurar todos los componentes

del robot en su lugar.

- Herramientas: Herramientas básicas como destornilladores, llaves, alicates, etc., son necesarias para el montaje y mantenimiento del robot.
- Carrocería o cubierta: Dependiendo del propósito y la estética del robot, es posible que se desee añadir una carcasa o cubierta para proteger los componentes internos y darle una apariencia más acabada (trabajo típico del Diseño Industrial, el cual no pudo ser incorporado a este modelo mecatrónico).
- Módulos de comunicación inalámbrica: Como se necesitaba que el robot se comunique de forma inalámbrica con otros dispositivos o como el Control Hub, por lo que se seleccionó módulos de comunicación inalámbrica Wi-Fi.

En resumen, mientras que la lista inicial proporcionada abarca los componentes esenciales, elementos adicionales pueden ser necesarios para completar el robot según las especificaciones del proyecto y las necesidades específicas de funcionamiento y diseño.

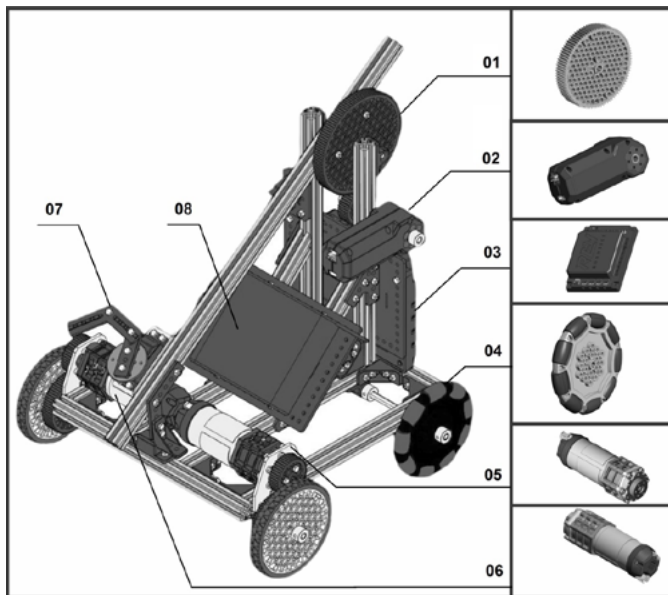


Figura 1. Algunas partes del Robot-T2: (02) Brazo motor (Arm Motors), (03) Centro de control (Control Hub), (05) y (06) Motores de accionamiento (Drive Motors), (07) Servo de garra (Claw Servo), (08) Batería (Battery). Fuente: Elaboración propia a partir de piezas y partes de un modelo estandarizado GrabCAD de RevRobotics.



Figura 2. Se observan en detalles partes descritas en la Figura 1, que conforman el listado de materiales.
Fuente: Elaboración propia a partir de piezas estandarizadas GrabCAD de RevRobotics.

3. Metodología

El enfoque metodológico adoptado para el desarrollo del robot fue iterativo y colaborativo. Los estudiantes, bajo la orientación de los profesores, participaron activamente en todas las etapas del proceso, desde el diseño inicial hasta la implementación y las pruebas. Se fomentó el trabajo en equipo y la resolución de problemas, permitiendo que los estudiantes adquirieran habilidades prácticas y experiencia en ingeniería de manera efectiva.

Las pruebas del robot se llevaron a cabo en una variedad de entornos simulados y reales dentro de la Escuela Técnica N° 2 “Independencia” de la ciudad de Concordia, Entre Ríos. Esto incluyó aulas, laboratorios y espacios al aire libre, cada uno presentando desafíos únicos para la navegación y el funcionamiento del robot. Se diseñaron y ejecutaron una serie de tareas educativas, como el seguimiento de líneas, la evasión de obstáculos y la navegación autónoma, para evaluar el desempeño del robot en diferentes escenarios.

4. Resultados y Discusión

Los resultados de las pruebas demostraron que el robot es altamente eficiente y adaptable en una variedad de situaciones educativas. Durante las pruebas de navegación autónoma, el robot pudo mapear con precisión su entorno y evitar obstáculos de manera efectiva utilizando los datos recopilados por sus sensores. Además, durante las actividades de seguimiento de líneas, el robot demostró una capacidad excepcional para seguir trayectorias predefinidas con una precisión notable.

La capacidad del robot para interactuar con el entorno también fue destacada por los participantes del estudio. Durante las pruebas de manipulación de objetos, el robot pudo recoger y transportar objetos de diferentes formas y tamaños con éxito, demostrando su versatilidad y aplicabilidad en una variedad de contextos educativos.

Además, se observaron mejoras significativas en el rendimiento del robot a lo largo de las iteraciones de diseño. Las retroalimentaciones recibidas de los estudiantes y profesores durante las pruebas fueron fundamentalmente importantes para identificar áreas de mejora y realizar ajustes en el diseño y la programación del robot. Este enfoque iterativo no solo mejoró la funcionalidad del robot, sino que también enriqueció la experiencia educativa de los participantes, promoviendo el aprendizaje activo y la resolución de problemas en el contexto de la robótica educativa.

En el contexto donde se utilizó OnBotJava como software de programación y se integró con el Hub de Control y Joysticks, la interfaz principal entre el humano y el robot consistió en dos componentes principales:

- *Software de Programación (OnBotJava)*: OnBotJava sirve como la interfaz virtual entre el humano y el robot. A través de este software, los usuarios pueden escribir y cargar código Java directamente en el robot. Proporciona una interfaz de usuario gráfica en línea que permite a los humanos escribir y editar código, así como depurar y monitorear el comportamiento del robot en tiempo real. OnBotJava facilita la programación del robot y la comunicación de las instrucciones del usuario al hardware del robot.
- *Hub de Control*: El Hub de Control actúa como la interfaz física entre el humano y el robot. Este dispositivo proporciona los puertos de conexión necesarios para conectar el robot con los controladores y otros dispositivos

externos, como sensores y actuadores. A través del Hub de Control, los usuarios pueden conectar los Joysticks u otros dispositivos de control para enviar comandos al robot durante su operación.

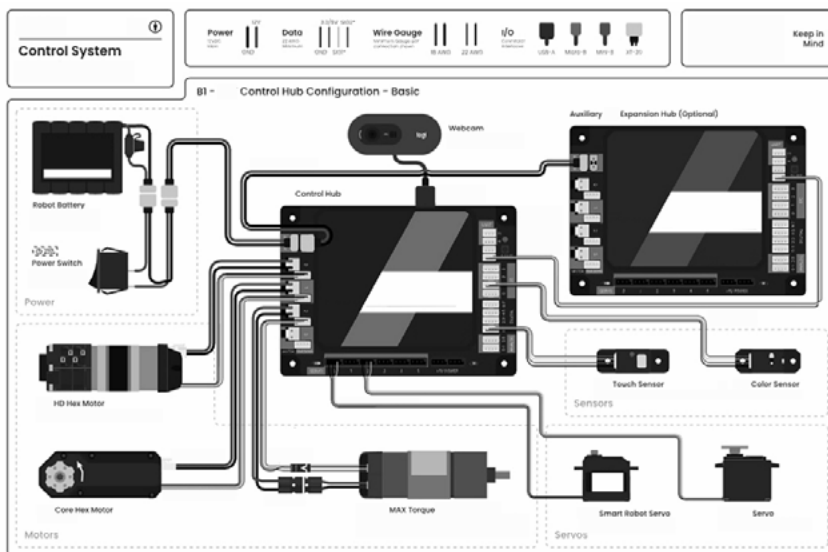


Figura 3. Del Control-Hub. Fuente: Elaboración propia a partir de piezas estandarizadas de RevRobotics.

Control-Hub es una plataforma de control y programación utilizada en robótica y otros proyectos de automatización. Se utiliza para controlar y coordinar los motores y sensores del robot y para programar su comportamiento. El Control-Hub consta de una unidad central de procesamiento, sensores y actuadores, así como de una interfaz de programación.

El Control-Hub es una estructura que alberga los componentes electrónicos. Funciona con un lenguaje de programación específico denominado OnBotJava, que permite programar el robot de manera sencilla y rápida utilizando bloques predefinidos de código.

Además, el Control-Hub está equipado con una tablet y controles a distancia que permiten al usuario controlar y programar el robot de manera remota. La creación de una red Wi-Fi privada entre el Control-Hub y la tablet y los controles permite una comunicación confiable y segura entre estos dispositivos.

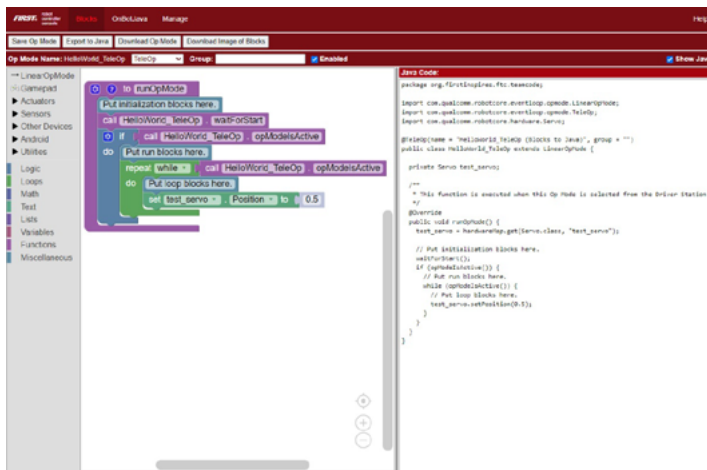


Figura 4. Imagen de la captura de pantalla, se utilizó un lenguaje de programación por bloques denominado OnBotJava que acelera los tiempos de programación y limita los errores humanos del tipo de comandos, dicho entorno viene cargado en un Control-Hub junto a una Tablet y los controles a distancia.



Figura 5. Fotos de alumnos programando en OnBotJava para Robot-T2 y operando el robot con el Joystick. Fuente: Elaboración propia formada a partir del trabajo del Profesor Luis Ponti con sus alumnos.

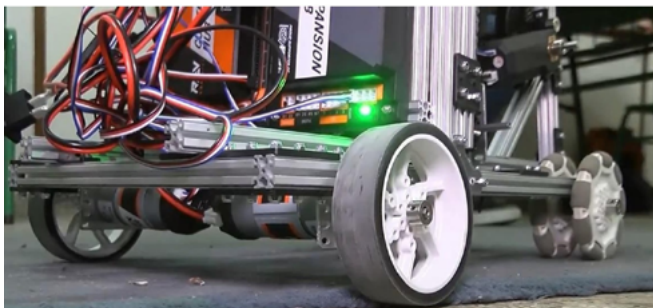


Figura 6. Ruedas del Robot-T2. Fuente: Elaboración propia formada a partir del trabajo del Profesor Luis Ponti con sus alumnos.



Figura 7. Diferentes modelos de ruedas de tracción intercambiables de uso posible. Fuente: Elaboración propia a partir de piezas estandarizadas GrabCAD de RevRobotics.

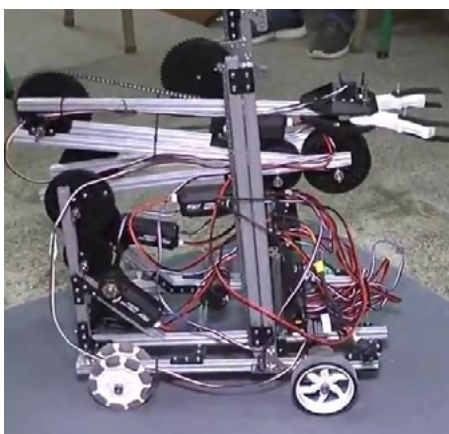


Figura 8. Robot-T2. Fuente: Elaboración propia formada a partir del trabajo del Profesor Luis Ponti con sus alumnos.

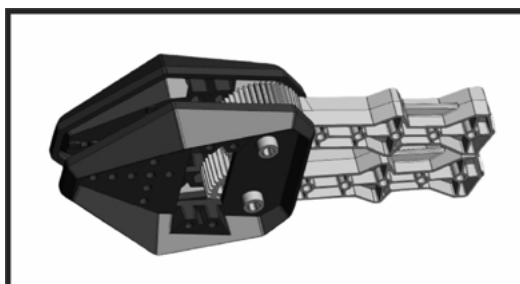


Figura 9. Garra. Fuente: Elaboración propia a partir de piezas estandarizadas GrabCAD de RevRobotics.

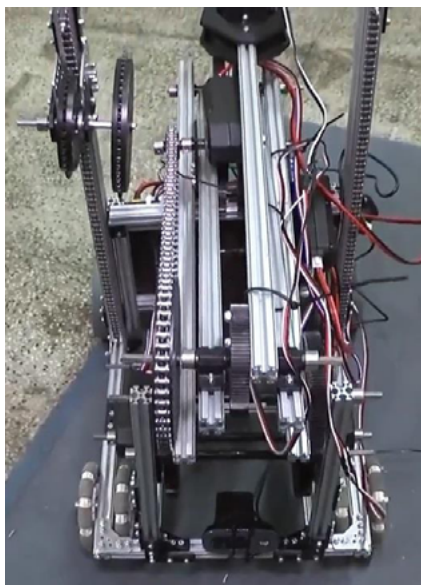


Figura 10. Robot-T2. Fuente: Elaboración propia formada a partir del trabajo del Profesor Luis Ponti con sus alumnos.

Conclusión

La robótica educativa es una herramienta poderosa para fomentar el aprendizaje interdisciplinario y desarrollar habilidades prácticas en los estudiantes. En este contexto, el presente estudio se centró en la creación de un robot móvil diseñado para ser utilizado en actividades educativas dentro de una escuela técnica. El objetivo principal fue proporcionar una plataforma versátil y accesible que permita a los estudiantes explorar conceptos de programación, ingeniería y ciencia de manera práctica y colaborativa.

Aunque Robot-T2 no necesariamente se asemeje a un androide en términos de apariencia humana, comparte la característica de ser una máquina programable que realiza tareas específicas, lo que lo sitúa en el contexto de la evolución de los robots desde la Antigüedad hasta la actualidad.

Robot-T2 se utilizó en una variedad de aplicaciones que incluyeron la demostración de sus habilidades técnicas, desde la educación tecnológica hasta la competición de robótica. Su integración en la cultura moderna, especialmente en la comunidad de robótica de la UTN (Universidad Tecnológica Nacional, Sede Concordia) y de educación tecnológica de las escuelas Técnicas; refleja la amplia aceptación del robot en la comunidad educativa.

Si bien no es tan grande o sofisticado como un robot industrial, su diseño y tecnología reflejan los avances en robótica y automatización. Además, su capacidad para ser programado y personalizado muestra cómo la tecnología robótica se ha vuelto más

accesible y versátil (amigable con el ser humano). Lo que denominamos la interfase.

La relación entre la mecatrónica y la robótica ha sido fundamental para el desarrollo y la evolución de estas máquinas inteligentes. La combinación de ingeniería mecánica, eléctrica y de software ha permitido la creación de robots que pueden realizar tareas complejas con precisión y eficiencia.

A lo largo de los años, los robots han pasado de ser simplemente herramientas de automatización en entornos industriales a compañeros de hogar y compañeros de trabajo. Desde los primeros autómatas hasta los robots humanoides comercializados como mascotas, la variedad y versatilidad de estas máquinas es asombrosa.

En el ámbito educativo, la construcción y programación de robots no solo enseña habilidades técnicas, sino que también fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración. Proyectos como la creación de un robot desde cero en una escuela técnica involucran a estudiantes y profesores en un proceso de aprendizaje práctico y gratificante.

Este proyecto específico demostró cómo la aplicación de conceptos de mecatrónica y robótica puede transformarse en una experiencia educativa significativa y concreta. Al colaborar en la construcción y programación de un robot, los participantes no solo adquieren conocimientos técnicos, sino que también desarrollan habilidades transferibles que serán valiosas en sus futuras carreras.

En resumen, la historia de los robots y su relación con la mecatrónica es un testimonio del poder de la ingeniería y la creatividad humana. A medida que continuamos explorando los límites de lo que los robots pueden lograr, es importante recordar el papel fundamental que desempeñan la educación y la colaboración en este emocionante campo de estudio.

En conclusión, el desarrollo y evaluación de este robot móvil demuestran el potencial de la robótica educativa para enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje en las escuelas técnicas. La colaboración entre estudiantes y profesores en el diseño y prueba del robot no solo mejoró su funcionalidad, sino que también promovió el trabajo en equipo y la resolución de problemas. Se espera que este trabajo inspire futuros proyectos de robótica educativa y fomente una mayor integración de la tecnología en el aula.

Agradecimientos

El autor agradece al Profesor Luis Ponti y sus estudiantes, por los derechos de las imágenes de su trabajo. También a la Directora del establecimiento educativo, Escuela de Educación Técnica N° 2 “Independencia”: Prof. Patricia Peña (por su confianza depositada en el profesionalismo del equipo de trabajo y su colaboración para ceder los tiempos y espacios de trabajo del Laboratorio y Taller de Computación, robótica, impresión 3D).

Sin obviar a toda la comunidad educativa de la E.E.T. N° 2.

Referencias

Ponti, L. y Anderson, I. F. (2023, mayo 8). ROBOT-T2: Robot Educativo Realizado por Alumnos y Profesores de la Escuela Técnica N° 2 “Independencia”, Concordia, Entre Ríos. <https://doi.org/10.35542/osf.io/ynd2r>