

ARTÍCULO PRODUCTO DE INVESTIGACIÓN

Robot para la educación inclusiva

Robot for inclusive education

Ibar Federico Anderson¹
*Universidad Nacional de La Plata*Luis Ponti²
Escuela Técnica Concordia

Recibido: 11.03.2024

Aceptado: 15.05.2024

Resumen

Este estudio se centra en el diseño, desarrollo y evaluación de un robot móvil educativo, denominado Robot-T2, para ser utilizado en actividades educativas dentro de una escuela técnica. El objetivo principal fue crear una plataforma versátil que permita a los estudiantes explorar conceptos de programación, ingeniería y ciencia de manera práctica y colaborativa. La metodología incluyó un enfoque iterativo de diseño y pruebas, donde se incorporaron retroalimentaciones de estudiantes y profesores para mejorar continuamente la funcionalidad del robot. Las pruebas abarcaban navegación autónoma, seguimiento de líneas y manipulación de objetos, utilizando el software de programación OnBotJava y el Control-Hub como interfaz principal. Los resultados demostraron que el Robot-T2 es altamente eficiente y adaptable en diversos contextos educativos, mostrando una precisión notable en la navegación y la manipulación de objetos. Las iteraciones de diseño mejoraron significativamente el rendimiento del robot, enriqueciendo la experiencia educativa y promoviendo el aprendizaje

¹ anderson@empleados.fba.unlp.edu.ar
<https://orcid.org/0000-0002-9732-3660>

² lcponti@gmail.com

activo. En conclusión, la robótica educativa, representada por el Robot-T2, tiene un gran potencial para enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje en las escuelas técnicas, fomentando el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la integración de tecnología en el aula. Se espera que este proyecto inspire futuros desarrollos en robótica educativa.

Palabras clave: robot, educación, escuela técnica, pedagogía inclusiva, mecatrónica

Abstract

This study focuses on the design, development and evaluation of an educational mobile robot, called Robot-T2, to be used in educational activities within a technical school. The main objective was to create a versatile platform that allows students to explore programming, engineering and science concepts in a practical and collaborative way. The methodology included an iterative design and testing approach, incorporating feedback from students and teachers to continually improve the functionality of the robot. The tests covered autonomous navigation, line following and object manipulation, using the OnBotJava programming software and the Control-Hub as the main interface. The results demonstrated that the Robot-T2 is highly efficient and adaptable in various educational contexts, showing remarkable precision in navigation and manipulation of objects. The design iterations significantly improved the robot's performance, enriching the educational experience and promoting active learning. In conclusion, educational robotics, represented by the Robot-T2, has great potential to enrich the teaching and learning process in technical schools, promoting teamwork, problem solving and the integration of technology in the classroom. It is hoped that this project will inspire future developments in educational robotics.

Keywords: robot, education, technical school, inclusive pedagogy, mechatronics

Introducción

La creación de un robot educativo en una escuela técnica de nivel secundario es una iniciativa 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 se encuentra en el uso del robot como herramienta educativa: ¿Cómo se integra en el plan de estudios? ¿Qué habilidades desarrollan los estudiantes a través de este proyecto? Aunque es un tema extenso para desarrollar en este artículo, 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 de este proyecto en la comunidad educativa ha inspirado 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 tecnológica entre los jóvenes.

La educación inclusiva se centra en proporcionar oportunidades de aprendizaje equitativas y accesibles para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades, antecedentes o discapacidades. La escuela cuenta con alumnos con diversas discapacidades certificadas por profesionales, que por razones de privacidad y tratándose de menores de edad, no serán detalladas. La enseñanza de la robótica en el contexto de la educación inclusiva puede ofrecer varios beneficios y vínculos:

. **Accesibilidad:** La robótica puede ser una herramienta educativa accesible para estudiantes con discapacidades, permitiendo la adaptación y personalización según las necesidades individuales. Por ejemplo, los robots pueden ser programados para interactuar con diferentes dispositivos de entrada/salida que se ajusten a las habilidades motoras de los estudiantes.

. Aprendizaje multisensorial: La robótica proporciona una experiencia de aprendizaje multisensorial que puede beneficiar a una amplia gama de estudiantes, incluidos aquellos con necesidades especiales. Los estudiantes pueden involucrarse en actividades prácticas que abarcan la programación, la construcción y la resolución de problemas, facilitando diferentes estilos de aprendizaje.

. Fomento de habilidades sociales y colaborativas: La enseñanza de la robótica a menudo implica proyectos de trabajo en equipo, promoviendo habilidades sociales como la comunicación, la colaboración y el trabajo en equipo. Esto puede ser especialmente beneficioso para estudiantes con discapacidades que pueden enfrentar desafíos en áreas sociales.

. Desarrollo de habilidades cognitivas y de resolución de problemas: La robótica involucra la resolución de problemas y el pensamiento crítico, ayudando a desarrollar habilidades cognitivas en todos los estudiantes, incluidos aquellos con necesidades especiales. La programación de robots requiere planificación, secuenciación y resolución de problemas, habilidades valiosas para todos los estudiantes.

. Fomento de la autoconfianza y la autoestima: Al participar en actividades de robótica y lograr éxito en la programación y construcción de robots, los estudiantes pueden desarrollar una mayor confianza en sus habilidades y una mayor autoestima, lo cual es especialmente importante para aquellos que pueden enfrentar desafíos adicionales en el aula.

En resumen, la enseñanza de la robótica en el contexto de la educación inclusiva puede proporcionar una plataforma poderosa para el aprendizaje equitativo y el desarrollo integral de todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o capacidades.

Por otro lado, 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 facilita 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.

1. Marco Teórico

La educación inclusiva se refiere a un enfoque educativo que busca garantizar el acceso equitativo a la educación para todos los estudiantes, independientemente de sus diferencias individuales. Por otro lado, la enseñanza de la robótica en el contexto educativo ha surgido como una herramienta poderosa para fomentar el aprendizaje activo, la resolución de problemas y el desarrollo de habilidades técnicas y cognitivas en los estudiantes. La combinación de estos dos enfoques puede tener un impacto significativo en la promoción de la participación y el éxito de todos los estudiantes en el aula.

La enseñanza de la robótica en un entorno inclusivo no solo ofrece oportunidades de aprendizaje accesibles para estudiantes con discapacidades, sino que también fomenta la colaboración, el pensamiento crítico y la autoconfianza en todos los estudiantes. Al proporcionar actividades prácticas y multisensoriales, la robótica puede abordar una variedad de estilos de aprendizaje y necesidades individuales, promoviendo así un entorno educativo verdaderamente inclusivo.

Papert (1980) enfatizó la importancia de la robótica en la educación al afirmar que "los robots ofrecen oportunidades para que los niños aprendan de manera activa y constructiva, explorando conceptos complejos a través de la práctica y la experimentación". Robelia y Schmid (2003) señalaron que "la enseñanza de la robótica puede motivar el aprendizaje en múltiples áreas del currículo, proporcionando una experiencia práctica y tangible que puede ser especialmente beneficiosa para estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje y necesidades individuales". Freire, Neves y Ferreira (2017) destacaron que "la robótica puede desempeñar un papel crucial en la promoción de la inclusión educativa al proporcionar herramientas y recursos que pueden adaptarse para satisfacer las necesidades específicas de los estudiantes con discapacidades". Higgins y Boone (2018) encontraron que "la instrucción asistida por robots puede mejorar la participación y el compromiso de todos los estudiantes en el aula, al tiempo que ofrece oportunidades para la colaboración y el aprendizaje entre pares". Ferreira, Freire y Neves (2020) concluyeron en su revisión sistemática que "la enseñanza de la robótica en entornos inclusivos puede fomentar el desarrollo de habilidades sociales, cognitivas y técnicas en todos los estudiantes, promoviendo así un ambiente educativo verdaderamente inclusivo". Mubin y colaboradores (2021) señalaron que "la robótica educativa puede adaptarse para abordar una variedad de necesidades individuales, permitiendo la participación activa de estudiantes con diferentes habilidades y capacidades".

Estas citas reflejan cómo la enseñanza de la robótica puede integrarse efectivamente en un entorno educativo inclusivo, proporcionando beneficios significativos para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o capacidades.

2. 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.

A continuación se detallan los principales aspectos del proceso metodológico:

2.1 Diseño inicial y selección de componentes

El proceso comenzó con la generación de ideas iniciales para el diseño del robot, donde se tuvieron en cuenta tanto los requisitos pedagógicos como las consideraciones técnicas. Se realizó una cuidadosa selección de los componentes, considerando la funcionalidad, la accesibilidad y la compatibilidad con el proyecto.

2.2 Construcción del prototipo

Con base en el diseño inicial, se procedió a la construcción del prototipo del Robot-T2. Este proceso involucró la integración de los componentes seleccionados en una plataforma móvil robusta, diseñada para soportar la carga y garantizar la estabilidad durante el movimiento.

2.3 Pruebas y evaluación

Se llevaron a cabo pruebas en una variedad de entornos simulados y reales dentro de la Escuela Técnica N° 2 “Independencia” de la ciudad de Concordia, Entre Ríos. Estas pruebas incluyeron escenarios como 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 situaciones.

2.4 Retroalimentación y ajustes

Se establecieron reuniones regulares de retroalimentación con los estudiantes y profesores para evaluar el rendimiento del robot y identificar áreas de mejora. Los comentarios y sugerencias recibidos durante estas sesiones se utilizaron para realizar ajustes en el diseño y la programación del robot, con el objetivo de mejorar su funcionalidad y adaptabilidad.

2.5 Documentación del proceso

Se llevó a cabo una documentación detallada de todo el proceso de diseño, construcción y pruebas del Robot-T2. Se mantuvieron registros de las reuniones, decisiones de diseño, pruebas realizadas y resultados obtenidos, utilizando herramientas de gestión de proyectos y colaboración para garantizar la trazabilidad y la transparencia del proceso.

2.6 Implementación de la interfaz de usuario

Se integró un software de programación (OnBotJava) como la interfaz virtual entre el humano y el robot. Este software permitió a los usuarios escribir y cargar código Java directamente en el robot, facilitando la programación y la comunicación de instrucciones.

En resumen, el proceso metodológico adoptado para el desarrollo del Robot-T2 fue iterativo, colaborativo y bien documentado, lo que permitió la creación de un robot educativo altamente eficiente y adaptable para su uso en entornos pedagógicos y educativos.

3. 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. Se usaron motores de corriente continua (DC) y motores de corriente continua sin escobillas (brushless) según los requisitos del proyecto.
- . Ruedas: Las ruedas permiten el movimiento del robot. Se eligieron ruedas estandarizadas diseñadas para diferentes superficies y propósitos.
- . Sensores: Dispositivos que recopilan datos del entorno del robot, incluyendo sensores de

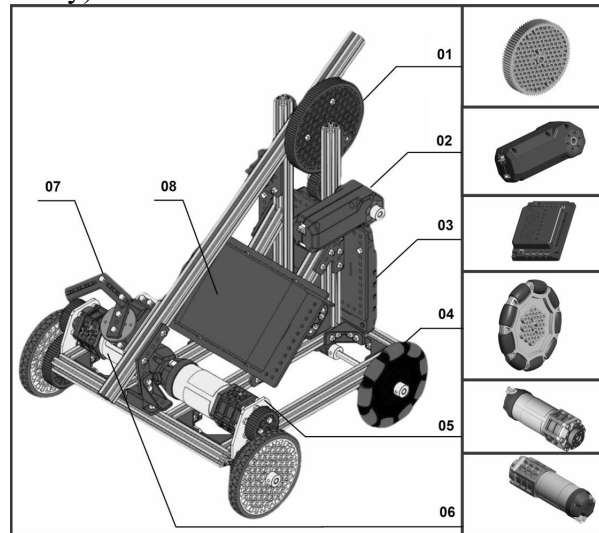
proximidad, sensores de distancia y sensores de color.

- . Controlador (Control Hub): Actúa como el cerebro del robot, coordinando todas las funciones y procesando la información de los sensores. También proporciona 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: Dispositivos de control de posición utilizados para controlar el movimiento preciso de partes móviles del robot, como brazos o pinzas.
- . Placas de circuito: Necesarias para montar y conectar electrónicamente los diferentes componentes del robot, como el controlador, los sensores y los actuadores.
- . Cableado y conectores: Utilizados para conectar todos los componentes electrónicos del robot, asegurando una conexión eléctrica adecuada y confiable.
- . Tarjetas de expansión: Proporcionan funcionalidades adicionales, como puertos de E/S adicionales, capacidades de comunicación o funciones de procesamiento adicionales.
- . Elementos de sujeción: Tornillos, tuercas, pernos y otros elementos de sujeción necesarios para ensamblar y asegurar todos los componentes del robot en su lugar.
- . Herramientas: Herramientas básicas como destornilladores, llaves, alicates, etc., necesarias para el montaje y mantenimiento del robot.
- . Carrocería o cubierta: Dependiendo del propósito y la estética del robot, puede añadirse una carcasa o cubierta para proteger los componentes internos y darle una apariencia más acabada (trabajo típico del Diseño Industrial, el cual no fue incorporado a este modelo mecatrónico).
- . Módulos de comunicación inalámbrica: Se seleccionaron módulos de comunicación inalámbrica Wi-Fi para permitir que el robot se comunique de forma inalámbrica con otros dispositivos o el Control Hub.

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

integración cuidadosa de estos componentes permitió crear un robot educativo altamente eficiente y adaptable, adecuado para su uso en entornos pedagógicos y educativos.

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.

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. Durante las actividades de seguimiento de líneas, el robot demostró una capacidad 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.

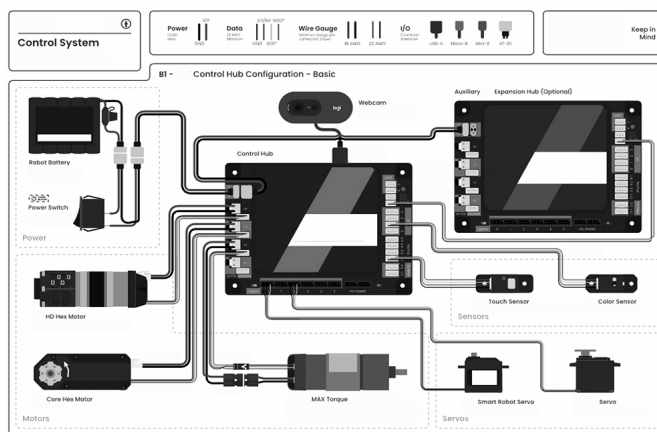
Se observaron mejoras significativas en el rendimiento del robot a lo largo de las iteraciones de diseño. Las retroalimentaciones recibidas de los estudiantes y profesores durante las pruebas fueron fundamentales para identificar áreas de mejora y efectuar ajustes en el diseño y la programación del robot. 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). 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, y 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.

. 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



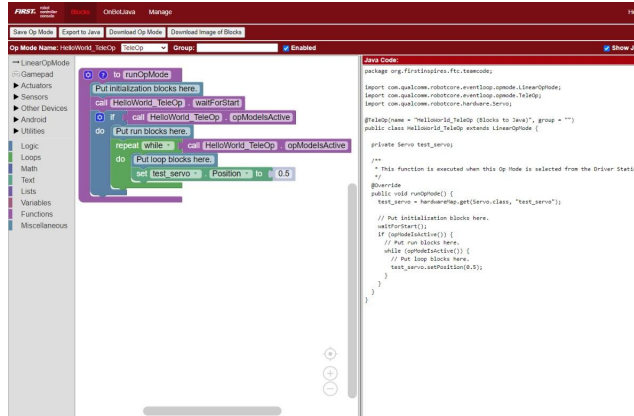
Fuente: Elaboración propia a partir de piezas estandarizadas de RevRobotics.

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.



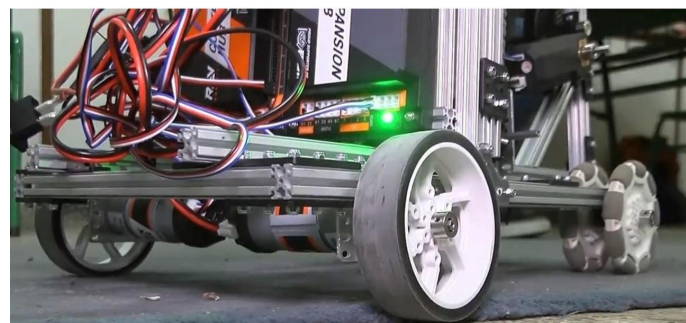
Fuente: Elaboración propia formada a partir del trabajo del Profesor Luis Ponti con sus alumnos.

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



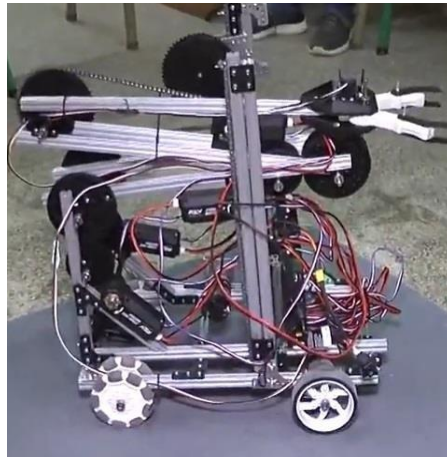
Fuente: Elaboración propia formada a partir del trabajo del Profesor Luis Ponti con sus alumnos.

Figura 7. Diferentes modelos de ruedas de tracción intercambiables de uso posible



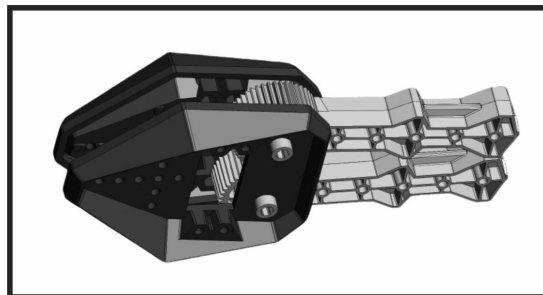
Fuente: Elaboración propia a partir de piezas estandarizadas GrabCAD de RevRobotics.

Figura 8. Robot-T2



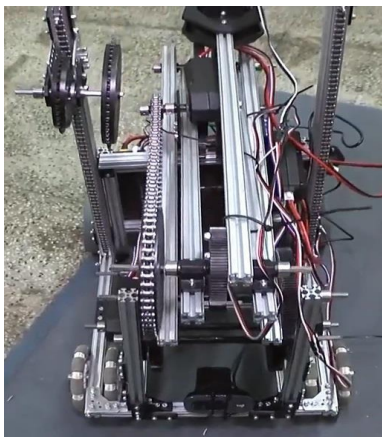
Fuente: Elaboración propia formada a partir del trabajo del Profesor Luis Ponti con sus alumnos.

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.

Conclusiones

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 el 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, lo que se denomina la interfaz amigable con el ser humano.

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.

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 a sus estudiantes por los derechos de las imágenes de su trabajo. También expresa su gratitud 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 al ceder los tiempos y espacios de trabajo del Laboratorio y Taller de Computación, Robótica e Impresión 3D. Sin obviar a toda la comunidad educativa de la E.E.T. N° 2.

Referencias

Ahmad, M. I., & Larsson, T. (2017). Enhancing student engagement through educational robotics. En *Proceedings of the 12th International Conference on Robotics and Automation in Education* (pp. 76-81). <https://doi.org/10.1109/RAE.2017.7943914>

Alimisis, D., Moro, M., Menegatti, E., & Pina, A. (2007). Introducing robotics to teachers and schools: Experiences from the TERECoP project. *International Journal of Technology and Design Education*, 17(2), 15-30. <https://doi.org/10.1007/s10798-007-9028-0>

Anderson, I. F. (2019). Eco-turbina. Turbo ventilador eléctrico 220 (VAC)–50 (Hz), de bajo consumo: eficiente energéticamente. *Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social*, 1(1), 1-28. <https://doi.org/10.24215/26838559e001>

Anderson, I. F. (2019). Mejoras de eficiencia energética (EE) en los motores monofásicos sincrónicos de 220 (VAC)/50 (Hz), tipo PMSM. *Revista UIS Ingenierías*, 18(4), 57-70. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n4-2019005>

Anderson, I. F. (2019). Diseño industrial mecatrónico y eficiencia energética (EE). En *IX Jornadas de Investigación en Disciplinas Artísticas y Proyectuales (JIDAP)*, pp. 1-10.

Anderson, I. F. (2021). 1º Premio Nacional INNOVAR 2021 de la Agencia Nacional I+D+I – MINCYT Nación: extractor de aire centrífugo, para ambientes contaminados con SARS-CoV-2, de alta eficiencia energética. En *X Jornadas de Investigación en Disciplinas Artísticas y Proyectuales (JIDAP)*, pp. 1-11.

Anderson, I. F. (2022). Diseño industrial y electromecánico de un extractor de aire centrífugo de alta eficiencia energética para ambientes con Covid-19. *Investigación Aplicada e Innovación I+i: TECSUP*, 16, 44-57.

Anderson, I. F. (2022). Energy Efficient Centrifugal Air Extractor for Environments Contaminated with Sars-Cov-2 (Coronavirus). How to Build a Motor That Saves Electricity. *Preprints*, 1-31. <https://doi.org/10.31219/osf.io/gepbc>

Anderson, I. F. (2022). Hertzian Motor: An Innovative Method to Obtain an Energy Efficiency of 90%, in Savings in Single-Phase Active Energy (Kwh), If The “Fan Law” Is Applied To PMSM-Type Synchronous Motors Without The Need to Apply The Use of Variable Frequency Drives (VFD). *Preprints*, 1-58. <https://doi.org/10.20944/preprints202212.0319.v1>

Anderson, I. F. (2023). Extractor de aire centrífugo energéticamente eficiente para ambientes contaminados con SARS-CoV-2 (Coronavirus). *Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social*, 4(2), 20-67. <https://doi.org/10.24215/26838559e032>

Anwar, S., & Bajracharya, R. (2020). Robotic education and its influence on students' learning motivation and skills development. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(8), 35-42. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110805>

Arlegui, J., Balaguer, C., & Saltarén, R. (2011). Robotics in education: Engineering students' improvements through projects. En *Proceedings of the 7th International Conference on Research and Education in Robotics* (pp. 1-10). https://doi.org/10.1007/978-3-642-31262-0_1

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Association for*

the Advancement of Artificial Intelligence.

Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>

Cantero, E., & Hernández, E. E. (2021). Identificación de saberes ancestrales en la etnia Emberá Katío sobre el cuidado del medioambiente. *Praxis & Saber*, 12(31), e11436. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n31.2021.11436>

Caycedo Lozano, L., & Trujillo Suárez, D. M. (2020). Concepto del agua y sus implicaciones en la formación ambiental. *Revista Boletín Redipe*, 9(7), 61-70.

Chambers, J., Carbonaro, M., & Rex, M. (2007). Scaffolding Knowledge Construction through Robotic Technology: A Middle School Case Study. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 33(3). <https://doi.org/10.21432/T2H59J>

Chorro, E., Frontino Bajo, V., Sierra-Cauca, L., Daniela, H., Vivas, S., Fernanda, M., & Manquillo, B. (s.f.). Restauración y Conservación de la Fuente Hídrica.

Daza-Daza, A. R., Rodríguez-Valencia, N., & Carabalí-Angola, A. (2018). El recurso agua en las comunidades indígenas wayuu de La Guajira Colombiana. Parte 1: una mirada desde los saberes y prácticas ancestrales. *Información tecnológica*, 29(6), 13-24.

Eguchi, A. (2014). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 8(1), 5-11. https://doi.org/10.14313/JAMRIS_1-2014/1

Freire, J. P., Neves, P., & Ferreira, M. J. (2017). Robotics for Education and Training in Inclusive Settings. En *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 549, pp. 661–670). Springer.

Higgins, K., & Boone, R. (2018). Robot-Assisted Instruction: Results from a School-Based Field Trial. *Journal of Special Education Technology*, 33(1), 30–41.

Kim, Y., & Baylor, A. L. (2006). Pedagogical agents as learning companions: The role of

agent competency and type of interaction. En *Proceedings of the 7th International Conference on Learning Sciences* (pp. 414-420). International Society of the Learning Sciences. <https://doi.org/10.22318/icls2006.414>

Loayza-Maturrano, E. F. (2020). La investigación cualitativa en Ciencias Humanas y Educación: Criterios para elaborar artículos científicos. *Educare et Comunicare*, 8(2), 56-66.

Medina, R. M. S., Ohrt, U. K., & de La Torre, G. R. (2018). Conocimientos y saberes locales en tres propuestas curriculares para educación indígena. *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación*, (50), 01-18.

Mendoza Fragoso, A. (2019). Ontologías del agua y relaciones de poder en torno al paisaje hídrico en el territorio indígena mazahua del estado de México. *Revista Colombiana de antropología*, 55(1), 91-118.

Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology for Education and Learning*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.2316/Journal.209.2013.1.209-0015>

Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., Dong, J. J., & Hu, J. (2021). A Systematic Review of Educational Robotics for Inclusive Education: Current Status and Future Perspectives. *Robotics*, 10(2), 81.

Oyola Zambrano, R. N. (2019). La protección de la fuente hídrica tres quebradas en la vereda Tierradentro del municipio Morales.

Peña García, A. (2007). Una perspectiva social de la problemática del agua. *Investigaciones geográficas*, (62), 125-137.

Pérez Rodríguez, S. E. (2011). Educación ambiental: estrategia en la enseñanza de contaminación en fuentes hídricas. *Luna Azul*, (33), 10-14.

Piza Burgos, N. D., Amaiquema Márquez, F. A., & Beltrán Baquerizo, G. E. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado*, 15(70), 455-459.

Ramírez Patiño, A. X., Ruíz Serna, S., & Salazar García, P. (2022). Impacto de la estrategia del lavado de manos en comunidades indígenas del departamento de Risaralda.

Suárez-Segura, Y. (2020). El cuidado y la preservación del agua como estrategia pedagógica en el centro educativo Mauricio Ramírez Gómez.

Trujillo, C. A., Rangel, J. A. M., Carrera, J. R. A., & Tapia, K. R. L. (2018). Significados del agua para la comunidad indígena Fakcha Llakta, Canton Otavalo, Ecuador. *Ambiente & Sociedade*, 21.

Useche, M. C., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, E. (2019). Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos.

Vidal Camayo, Jeison. (2022). Enseñanza por medio de los conocimientos ancestrales sobre reforestación en los nacedores de agua en la Institución Educativa Indígena Buscando Horizontes De Tierradentro Morales Cauca. Libertadores.