

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MANO ROBÓTICA DE BAJO COSTO PARA APLICACIONES EDUCATIVAS

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A LOW-COST ROBOTIC HAND FOR EDUCATIONAL APPLICATIONS

Luis Edwin Alarcón Yáñez¹

 <https://orcid.org/0009-0001-4150-2985>

Recibido: 18-03-2025

Aceptado: 06-05-2025

Resumen

Este artículo aborda el desarrollo de una mano robot de bajo costo como herramienta educativa en el ámbito de la informática. El proyecto surge ante la necesidad de mejorar la comprensión práctica de conceptos complejos en los estudiantes de educación técnica, específicamente en programación y sistemas operativos. La investigación se enfoca en dos áreas principales: el diseño e implementación de un prototipo de mano robot y la evaluación de su impacto en el proceso educativo. Mediante la metodología experimental y el uso de algoritmos generativos, se logró crear un dispositivo adaptable a diferentes contextos pedagógicos, mejorando la interacción estudiante–tecnología. Los resultados muestran que el uso de la mano robot no solo facilitan el aprendizaje práctico, sino que también promueve el desarrollo de competencias tecnológicas críticas en los estudiantes. Este enfoque refuerza la integración de la robótica en la educación STEM, preparando a los estudiantes para los desafíos tecnológicos del futuro.

Palabras clave: educación; informática; educativa; robótica; TIC.

Abstract

This article addresses the development of a low-cost robot hand as an educational tool in the field of computer science. The project arises from the need to improve the practical understanding of complex concepts in technical education students, specifically in programming and operating systems. The research focuses on two main areas: the design and implementation of a robot hand prototype and the evaluation of its impact on the educational process. Through experimental methodology and the use of generative algorithms, it was possible to create a device adaptable to different pedagogical contexts, improving student-technology interaction. The results show that the use of the robot hand not only facilitates practical learning but also promotes the development of critical technological skills in students. This approach reinforces the integration of robotics in STEM education, preparing students for the technological challenges of the future.

Key words: education; computer science; educational; robotics; ICT.

¹ MSc. Docente técnico en la figura profesional de Informática Educativa en la Unidad Educativa "Juan de Salinas". Ecuador.
luise.alarcon@educacion.gob.ec

Introducción

La creciente necesidad de formar a los estudiantes en competencias tecnológicas y científicas hace imperativo el desarrollo de herramientas educativas que faciliten la comprensión práctica de conceptos complejos, la robótica, en este sentido, se presentan no solo como un recurso didáctico innovador, sino también como un medio para cerrar la brecha entre la teoría y la práctica en la educación técnica. Este proyecto de investigación, que se centra en el desarrollo de una mano robot de bajo costo, responde a la demanda de metodologías de enseñanzas que permitan a los estudiantes interactuar con la tecnología, promoviendo así un aprendizaje más profundo y significativo.

Además, la incorporación de tecnologías como la robótica en la educación técnica es coherente con las tendencias globales que buscan integrar la enseñanza de STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en todos los niveles educativos. Esta integración es crucial no solo para mejorar el aprendizaje de conceptos técnicos, sino también para preparar a los estudiantes a un mercado laboral en constante evolución, donde las competencias tecnológicas son cada vez más demandadas. Según López y Martínez (2021), “la educación en STEAM, apoyada por tecnologías como la robótica, es fundamental para desarrollar habilidades necesarias en la fuerza laboral del siglo XXI” (p.88). En este sentido, el desarrollo de una mano robot como herramienta educativa no solo facilita la enseñanza de la informática, sino que también posiciona a los estudiantes en la vanguardia de la innovación tecnológica, equipándolos con las habilidades necesarias para enfrentar los desafíos del futuro.

En el contexto actual de la educación técnica, donde la investigación de tecnologías emergentes es fundamental para preparar a los estudiantes para desafíos del siglo XXI, la robótica se erige como una herramienta poderosa que trasciende la mera enseñanza de conceptos tecnológicos (Bers, 2008; Alimisis, 2013). La incorporación de la robótica en el currículo no solo enriquece el aprendizaje de disciplinas como la informática sino, que también fomenta el desarrollo de habilidades transversales, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración. (Vavassori, 2012; Khanlari, 2016). Estos aspectos son cruciales en un mundo donde la tecnología evoluciona a un ritmo vertiginoso, y los sistemas educativos deben adaptarse para no quedar rezagados. (EteoKleous-Grigoriou, 2012). La presente investigación, al enfocarse en la creación de una mano robot accesible y adaptable, no solo aborda un vacío en la educación técnica, sino que también ofrece una solución práctica y efectiva para mejorar la enseñanza de la

programación y los sistemas operativos, áreas que son cada vez más relevantes en el mercado laboral global. (Sullivan & Bers, 2018).

La ingeniería se encarga de entender y controlar los materiales y fuerza de la naturaleza en beneficio de la humanidad. Es por eso por lo que los ingenieros se preocupan de comprender y controlar segmentos de su entorno más comúnmente llamados sistemas de control, con el fin de proporcionar productos económicos y útiles para la sociedad. El control efectivo de los sistemas requiere entendimiento y modelamiento, se debe de considerar paralelamente el control de sistemas conocidos, como los sistemas robóticos como base teórica (Dorf y Bishop, 2008).

Desde hace algunos años, los robots son utilizados para realizar trabajos especialmente peligrosos, moverse por zonas inhóspitas, contacto con ambientes nocivos y peligrosos para seres humanos (Consejo de Seguridad Nuclear, 2024). Un ejemplo claro son los manipuladores robóticos capaces de realizar gran variedad de tareas a distintas velocidades y precisiones, en muchos casos superan a los operadores humanos. Son usados en procesos de fabricación como la soldadura por puntos o administración de fármacos, para realizar las tareas con fiabilidad y precisión (Fadali y Visioli, 2009).

Para abordar este problema, se propone el desarrollo de una mano robot de bajo costo, diseñada específicamente para su uso en entornos educativos. Este prototipo no solo permitirá a los estudiantes interactuar con tecnologías robóticas de manera tangible, sino que también servirá como un puente entre los conocimientos técnicos y su aplicación práctica. La mano robot facilitará el aprendizaje de algoritmos y estructuras de control, promoviendo un enfoque más dinámico y atractivo para la enseñanza de la informática. A diferencia de otros recursos educativos, este proyecto se enfoca en la accesibilidad y adaptabilidad del dispositivo, asegurando que pueda ser implementado en diversas instituciones educativas, independientemente de sus limitaciones presupuestarias.

La robótica educativa ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, consolidándose como una herramienta fundamental en la enseñanza de conceptos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, y Matemática) (Rusk et al, 2009). Desde la creación del lenguaje de programación LOGO en 1967, que marcó un hito en la interacción hombre-máquina (Papert, 1980), hasta la implementación de robots educativos como LEGO Mindstorms (Bers et al, 2002), la robótica ha demostrado su capacidad para facilitar el aprendizaje práctico y fomentar competencias críticas en los estudiantes. En Ecuador, sin embargo, la adopción de la robótica en

la educación técnica es un fenómeno relativamente reciente, iniciado formalmente en 2022, lo que plantea un desafío significativo para integrar estas tecnologías en el aula (Ministerio de Educación del Ecuador, 2022).

El problema que motiva esta investigación es la brecha entre la teoría y la práctica en la enseñanza de la informática. Los métodos tradicionales de enseñanza no siempre logran captar el interés de los estudiantes ni facilitar la comprensión de conceptos abstractos como la programación y los sistemas operativos. La falta de herramientas didácticas que permitan a los estudiantes visualizar y experimentar directamente con estos conceptos resulta en una formación menos efectiva y atractiva para los jóvenes interesados en las ciencias y tecnologías.

El objetivo principal del proyecto es mejorar la enseñanza en la figura técnica de informática, específicamente en las asignaturas de **Sistemas Operativos** y **Programación** para estudiantes de **segundo y tercer año de bachillerato**. Estas asignaturas son fundamentales para la formación de los estudiantes, ya que proporcionan las bases para comprender el funcionamiento de los sistemas informáticos y el desarrollo de software, habilidades clave en el campo de la informática (García & Pérez, 2020). La incorporación de una mano robótica permite que los estudiantes apliquen de manera práctica sus conocimientos, no solo entendiendo el funcionamiento teórico de los sistemas operativos, sino también interactuando directamente con tecnologías que simulan ambientes reales de automatización.

Además, el desarrollo de una mano robótica les proporciona a los estudiantes la oportunidad de trabajar con **sistemas operativos alternativos**, como Linux y sus distribuciones, que cada vez tienen más presencia en entornos industriales y educativos (Rodríguez & Sánchez, 2021). En lugar de enfocarse en sistemas operativos comerciales como Windows, los alumnos tendrán la oportunidad de explorar plataformas abiertas de código libre, lo que les permite adquirir conocimientos más amplios y profundos sobre la tecnología y su aplicabilidad en diversas áreas. La robótica educativa actúa como un puente para que los estudiantes comprendan mejor los entornos de programación y el manejo de dispositivos embebidos.

Por otro lado, en cuanto a la enseñanza de nuevos lenguajes de programación, se busca ir más allá de los lenguajes tradicionales como Dev C++ o java, integrando lenguajes de programación Arduino, Python o lenguajes específicos para la programación de dispositivos robóticos (Álvarez & López, 2019). Estos lenguajes se están utilizando cada vez más en sectores de desarrollo tecnológico, especialmente en la creación de soluciones basadas en inteligencia

artificial y automatización. Por ello, los estudiantes no solo adquirirán habilidades técnicas, sino que estarán mejor preparados para enfrentar los desafíos del mundo laboral actual, donde el conocimiento de diversas plataformas de desarrollo y sistemas operativos es cada vez más valorado.

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo siguiendo un enfoque mixto, combinando métodos experimentales y generativos para desarrollar y evaluar un prototipo de mano robot en un contexto educativo. El desarrollo de una mano robótica de bajo costo no solo representa una solución innovadora para el aprendizaje de los estudiantes en el aula, sino que también facilita la comprensión de conceptos fundamentales en electrónica, sistemas operativos Android y programación. Al estar conformada por componentes accesibles como la placa Arduino, la placa protoboard, cinco servomotores y cables, los estudiantes pueden ensamblar el prototipo de manera sencilla, lo cual les brinda una experiencia práctica y tangible.

La estructura de espuma flex y nailon utilizado para los dedos permite un diseño flexible y seguro, mientras que la conexión de los cables desde la placa Arduino hasta los servomotores les ofrece la oportunidad de comprender el funcionamiento de sistemas complejos a un nivel accesible. Además, los alumnos, al tener una base sólida en Dev C++, están capacitados para aprender y aplicar lenguajes de programación relacionados con Arduino, lo que les permite programar la mano robótica y mejorar sus habilidades en lenguajes técnicos que son cada vez más demandados en el mercado laboral.

La siguiente etapa consistió en la integración y prueba del prototipo en un entorno controlado, donde se realizaron pruebas funcionales para evaluar la precisión y la respuesta del robot a las instrucciones programadas. Se midieron variables como la velocidad de respuesta, la precisión en la ejecución de movimientos complejos y la durabilidad del prototipo bajo condiciones de uso prolongado. Estas pruebas fueron fundamentales para identificar posibles fallas y realizar ajustes en el diseño y la programación. Para garantizar la validez y confiabilidad de las pruebas, se siguieron los protocolos establecidos por Bentley y Corne (2002), quienes destacan la importancia de las pruebas interactivas en el desarrollo de sistemas robóticos.

Este enfoque metodológico no solo permitió el desarrollo técnico del prototipo, sino que también facilitó la validación pedagógica del mismo en un entorno real. Al involucrar a los estudiantes en él, proceso de prueba y evaluación, se garantizó que el prototipo no solo cumpliera

con los estándares técnicos, sino que también fuera una herramienta eficaz para mejorar el aprendizaje práctico. Como lo señala Kumar (2004), “la integración de los usuarios finales en el ciclo de desarrollo es esencial para asegurar la relevancia y aplicabilidad de las innovaciones tecnológicas en la educación”.

Finalmente, se llevó a cabo una evaluación educativa del prototipo en un aula de informática, donde se analizó su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Se utilizaron encuestas y pruebas de desempeño para medir el nivel de comprensión de los estudiantes antes y después de interactuar con el robot. Este enfoque permitió no solo evaluar la eficacia del prototipo como herramienta educativa, sino también recolectar datos cualitativos sobre la experiencia de los estudiantes, lo que enriqueció el análisis de los resultados.

Figura 1. Demostración educativa del prototipo

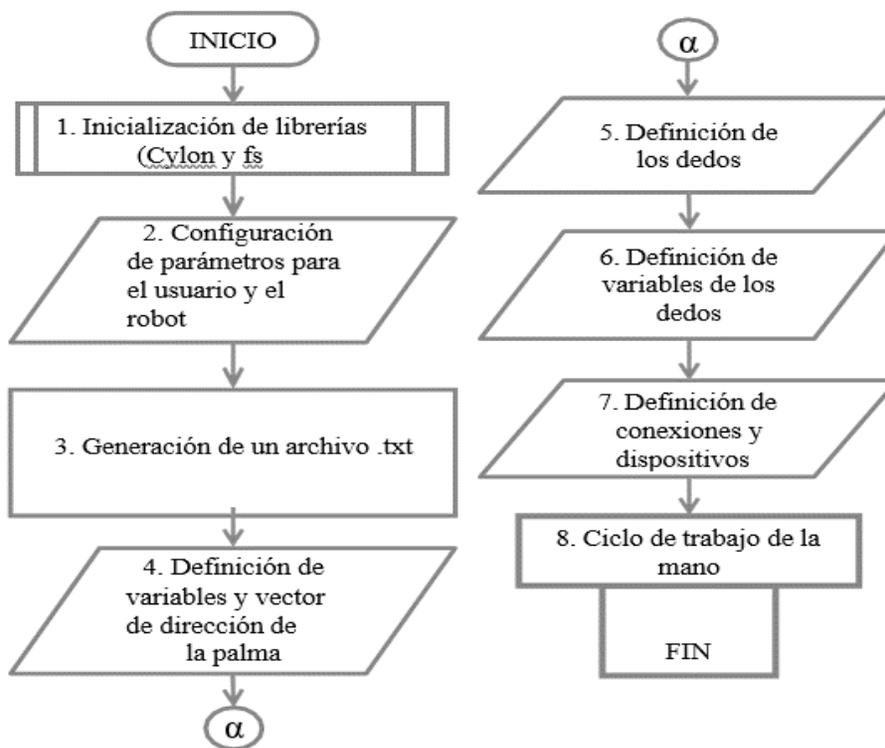


Fuente: (Alarcón, 2024)

Diagrama de flujo del sistema

Para realizar la programación del sistema es necesario realizar el diagrama de flujo previo, donde se especifican todas las funciones e instrucciones necesarias para el funcionamiento de la mano robot. Figura 2, se presenta el diagrama o línea principal del sistema.

Figura 2. Diagrama principal del sistema



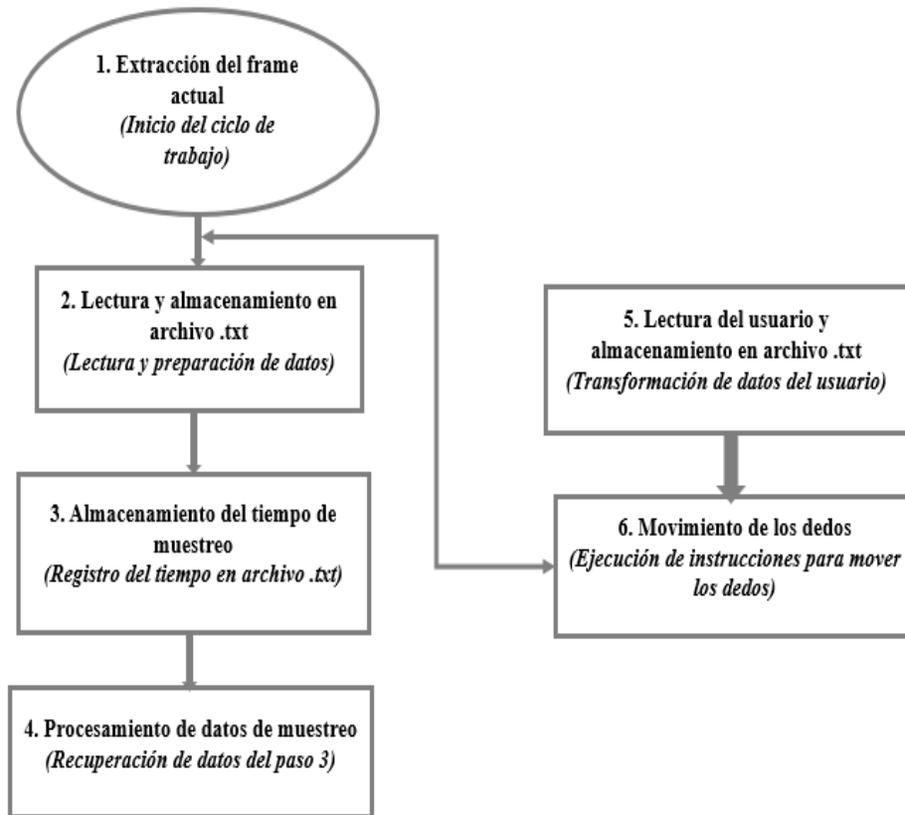
Fuente: (Alarcón, 2024)

El diagrama principal del sistema ilustra de manera clara y concisa el flujo de trabajo de un algoritmo utilizado en la construcción de una mano robótica educativa. Cada etapa, desde la definición de librerías hasta el ciclo final de trabajo, está estructurada de manera secuencial, facilitando la comprensión de los procesos por parte de los estudiantes de segundo y tercer año de la figura técnica en informática. Este diagrama no solo permite visualizar los componentes esenciales del sistema, sino también destaca la importancia de una planificación estructurada en el desarrollo de proyectos tecnológicos. Desde un enfoque educativo, se refuerza habilidades críticas como el análisis de sistemas y la programación Arduino, que son claves en la formación de futuros profesionales del área de informática.

Además, este enfoque pedagógico es fundamental para que los estudiantes entiendan el diseño algorítmico de manera más eficiente y significativa. Al descomponer un proyecto complejo en componentes más manejables, los alumnos pueden trabajar con mayor autonomía y desarrollar habilidades para resolver problemas técnicos. Este diagrama también fomenta la construcción de competencias asociadas al pensamiento computacional, el trabajo colaborativo y la gestión de

proyectos, elementos esenciales en el perfil de egreso de los estudiantes de la figura de informática. La claridad y simplicidad del diagrama también facilita la transferencia de estos conceptos al mundo real, donde el diseño y la implementación de soluciones tecnológicas son esenciales para enfrentar los desafíos del campo laboral.

Figura 3. Ciclo de trabajo de la mano robótica



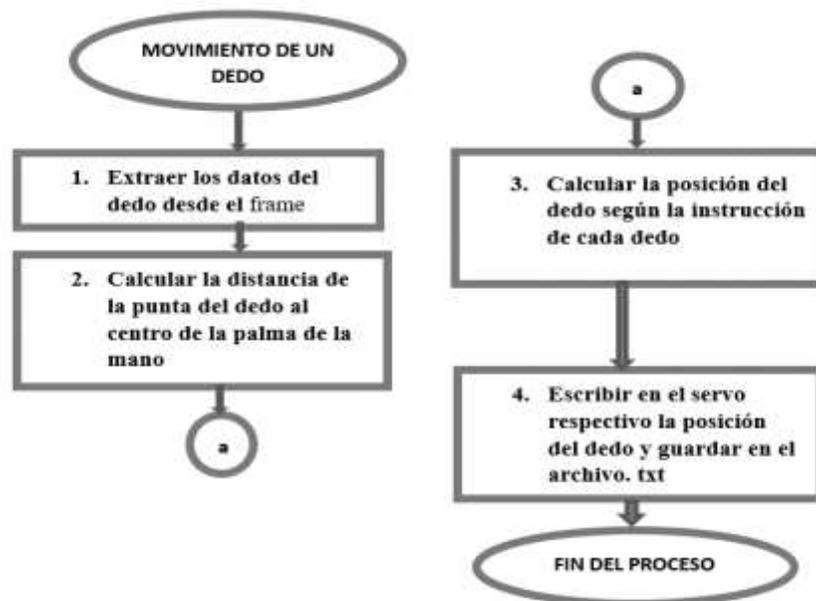
Fuente: (Alarcón, 2024)

El ciclo de trabajo de la mano robótica comienza con la conexión del “Frame” actual, un proceso especial que captura la información del entorno en tiempo real. A partir de este punto, se inicia una secuencia de transformación de datos, donde los parámetros relevantes se almacenan cuidadosamente en archivos de texto. Este almacenamiento asegura la trazabilidad del tiempo de muestreo y facilita la posterior lectura de las transformaciones aplicadas al sistema por el usuario. El flujo de información culmina en el movimiento preciso de los dedos, basado en las entradas recogidas y procesadas. Así, se establece un ciclo iterativo que integra la toma de decisiones y la interacción humano-máquina, garantizando una respuesta coordinada y efectiva en la ejecución de tareas.

El movimiento de cada dedo se describe en el diagrama de la figura 3, este proceso se realiza para cada uno de los cinco dedos. En el bloque de instrucciones generadas, la distancia media (entre la punta del dedo y el centro de la palma) se reemplaza en la función de la programación respectivamente de cada uno de los dedos para hallar la secuencia y dinámica para el dedo pulgar, dedo índice, dedo medio, dedo anular, y dedo meñique.

El flujo de información detallada en la figura ilustra cómo los comandos de control, basados en la distancia entre la punta de los dedos y el centro de la palma, se ejecutan individualmente para cada dedo, asegurando una respuesta dinámica y precisa a las órdenes recibidas. De esta manera, se establece un ciclo continuo de retroalimentación que permite la interacción fluida entre el usuario y la máquina, optimizando la eficiencia en la ejecución de tareas.

Figura 4. Diagrama del movimiento de un dedo



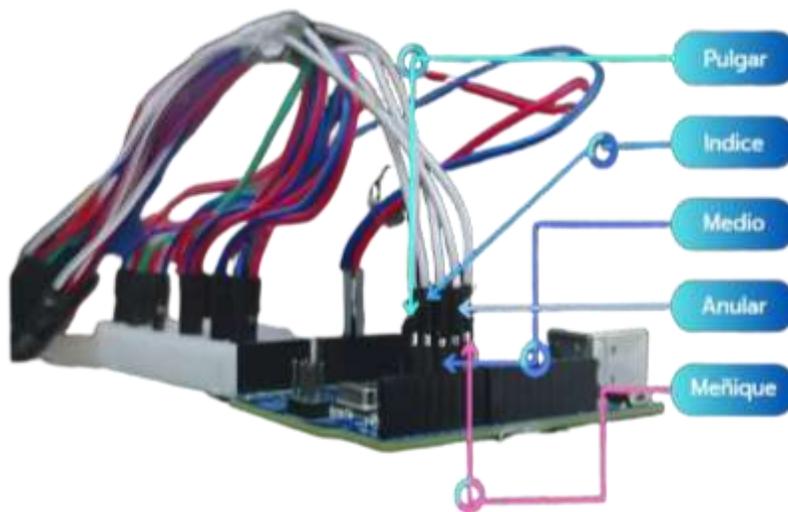
Fuente: (Alarcón, 2024)

El diagrama de flujo ilustra el proceso de control del movimiento de un dedo individual en una mano robótica, fundamental en el campo investigativo. Inicialmente, se extraen los datos de posición del dedo desde una fuente de datos, por ejemplo: sensor de flexión. Estos datos, representados en las líneas de programación Arduino son procesados para calcular la distancia entre la punta del dedo y el centro de la palma. A continuación, se determina la flexibilidad deseada de cada uno de los dedos, considerando las instrucciones predefinidas y las restricciones del

sistema. Esta posición objetivo se traduce en una señal de control para el servo motor correspondientemente, el cual acciona el dedo hasta alcanzar la posición deseada. Finalmente, los datos de posición alcanzado se registran en un archivo .txt para su posterior análisis y optimización del sistema.

La figura proporciona una visión detallada del control preciso que se ejerce sobre cada dedo en la mano robótica. El proceso comienza con la extracción de los datos de posición desde el “frame” o un sensor de flexión, los cuales capturan la información en tiempo real sobre la ubicación del dedo. Estos datos son procesados para calcular la distancia entre la punta del dedo y el centro de la palma, lo que permite definir el ángulo adecuado para su movimiento. Las instrucciones predefinidas son esenciales para establecer las restricciones del sistema y garantizar una flexión controlada de cada dedo.

Figura 5. Diagrama de conexiones placa Arduino



Fuente: (Alarcón, 2024)

La integración de la placa Arduino con los servomotores para el control de los movimientos de la mano robótica es fundamental en la automatización en los gestos mecánicos. A través de conexiones directas entre los pines de salida del Arduino y los motores individuales, cada dedo de la mano es capaz de ejecutar un movimiento preciso de flexión. El pulgar, índice, medio, anular y meñique están conectados estratégicamente, recibiendo señales que permiten la coordinación sincronizada de sus articulaciones. Este sistema de control modular permite una alta precisión y replicabilidad en cada movimiento asemejándose a la biomecánica humana. Al diseñar este mecanismo, se priorizó la flexibilidad de los dedos desde una posición extendida hasta un cierre

completo, simulando el agarre de los objetos. Todo ello a un costo optimizado, haciendo que el sistema sea accesible para implementaciones en entornos educativos.

La representación gráfica del esquema de conexiones muestra claramente el flujo de señales entre el Arduino y los servomotores, facilitando el control de los movimientos individuales de cada dedo. La disposición de los cables asegura que cada motor reciba la instrucción adecuada para realizar la flexión y extensión con exactitud. La arquitectura abierta del sistema permite que se pueda realizar este modo, se garantiza que los estudiantes puedan entender y modificar el diseño según las necesidades de su proyecto. La implementación de este sistema ofrece una solución robusta y económica para la enseñanza de conceptos avanzados de robótica. Además, el diagrama simplifica el proceso de ensamblaje, guiando a los usuarios en la correcta conexión de los componentes.

Resultados y Discusión

El desarrollo de la mano robótica de bajo costo se sustenta en la elección de materiales y componentes accesibles económicamente, que permiten su construcción a un precio promedio de 45 a 50 dólares por unidad. Este costo es significativamente inferior al de otros kits educativos de robótica disponibles en el mercado, como el LEGO Mindstorms, cuyo precio puede superar los 300 dólares (Bers et al, 2002). La elección de una placa Arduino, servomotores económicos y una estructura de espuma flex, en lugar de componentes comerciales de alta gama, garantiza la accesibilidad del proyecto sin comprometer su funcionalidad. Esta estrategia no solo facilita la implementación del proyecto en instituciones educativas con limitaciones presupuestarias, sino que también democratiza el acceso a la robótica permitiendo que un mayor número de estudiantes interactúe con la tecnología de vanguardia (Papert, 1980).

En cuanto a la organización del trabajo y la logística, los estudiantes se dividen en grupos de cinco integrantes, adoptando metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), aula invertida y colaborativa, fomentando un entorno de aprendizaje cooperativo y autodirigido. El costo estimado para el desarrollo de la propuesta educativa debe de ser accesible a la realidad económica de sus integrantes, que el monto sea cubierto en partes iguales por los miembros y con apoyo puntual del docente guía en algunos componentes. Este enfoque no solo promueve la autonomía de los estudiantes, sino que también incentiva su capacidad de gestionar proyectos de manera responsable. En cuanto a la temporalidad, los proyectos siguen una estructura de tres fases que abordaron todo el año académico, con un total de 36 semanas. Durante la fase 1:

Se realiza la Investigación y análisis de requisitos, en la fase 2: se aborda el diseño y desarrollo del prototipo. Finalmente, en la fase 3: Viene la implementación y evaluación en el entorno educativo.

El desarrollo y dirección del prototipo de la mano robótica está a cargo del equipo de trabajo en el aula involucrando ya en la etapa de sociabilización la participación activa de un total de 209 estudiantes de la figura técnica de informática, distribuidos en dos cursos de primer, segundo y tercer año de bachillerato. La metodología de trabajo colaborativo permitió a los grupos, conformados, ensamblar y programar la mano robótica, logrando un alto nivel de participación y compromiso. A través de aceptación realizadas al finalizar cada fase del proyecto, los estudiantes indicaron que el proyecto contribuyó significativamente a su comprensión de conceptos avanzados de programación Arduino y electrónica. Esto demuestra un alto nivel de interés y satisfacción entre los estudiantes, lo que demuestra que el uso de este tipo de herramientas educativas es efectivo para promover un aprendizaje activo y práctico en un entorno de educación técnica. Del total de la muestra, se aprecia que 95 estudiantes pertenecen al género masculino mientras que 75 corresponden al género femenino, como se puede apreciar en la Figura 6, que se refiere a la población.

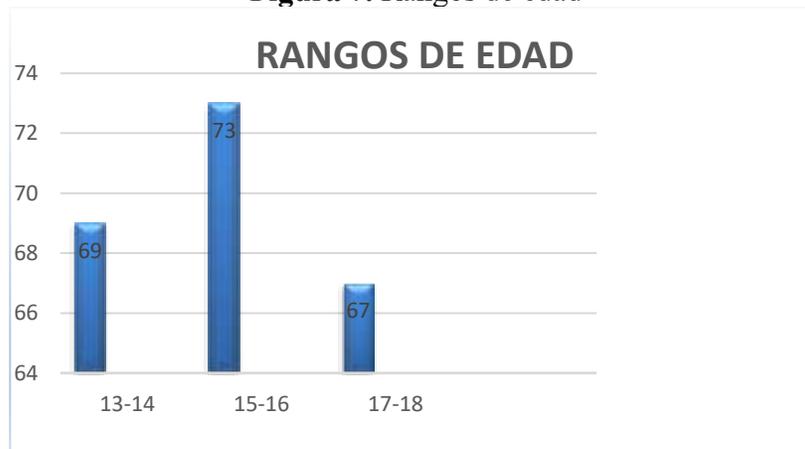
Figura 6. Sexo de la población de estudio



Fuente: (Alarcón, 2024)

Así también, es importante conocer el rango de edad en que se encuentran los estudiantes, para eso se entablaron categorías de edades entre 13-14, 15-16, 17-18 años, pues es el nivel de edad en los que se encuentran la población estudiantil, de acuerdo con el caso. La Figura 7, indica el número de estudiantes que se encuentran en determinados niveles de edad.

Figura 7. Rangos de edad



Fuente: (Alarcón, 2024)

Los sensores Flex fueron integrados en cada articulación de la mano robótica para proporcionar una medición precisa del ángulo de flexión. Esta información fue utilizada para desarrollar algoritmos de control que permitirán a la mano realizar movimientos suaves y coordinados. Los resultados obtenidos demuestran que los sensores Flex cumplen con los requisitos establecidos para la aplicación propuesta, contribuyendo al logro del objetivo principal del estudio: desarrollar una mano robótica de bajo costo y alta precisión para su uso en el análisis educativo.

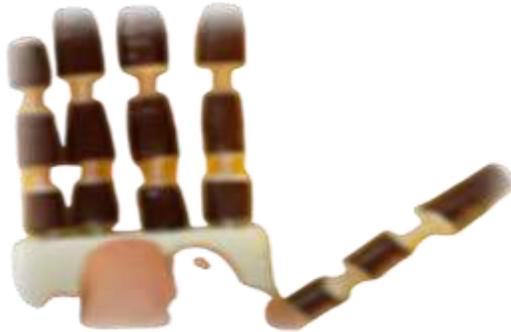
Figura 8. Función de los sensores Flex



Fuente: (Alarcón, 2024)

Con el objetivo de lograr una apariencia más realista y atractiva, se implementó un nuevo material en la construcción de los dedos de la mano robótica, Este material, caracterizado por su alta flexibilidad y durabilidad, permitió obtener una articulación más suave y natural, similar a la de una mano humana. La Figura 9, muestra un prototipo de los dedos fabricados con este nuevo material, evidenciando una mejora significativa en términos de estética y diseño.

Figura 9. Implementación de nuevo material para los dedos



Fuente: (Alarcón, 2024)

La Figura 10, muestra el montaje físico de la mano robótica. Se puede observar la placa Arduino como el cerebro central, encargado de procesar la información proveniente de los sensores Flex y enviar las señales de control a los servomotores. Los componentes están interconectados a través de una placa protoboard, lo que permite una fácil configuración y modificación del circuito.

Figura 10. Montaje físico de la mano robótica



Fuente: (Alarcón, 2024)

Uno de los objetivos principales de este proyecto fue desarrollar una mano robótica capaz de imitar los movimientos de una mano humana. La Figura 11, muestra cómo se ha logrado este objetivo, al demostrar la capacidad del sistema de seguir los movimientos de un usuario en tiempo real. Esta funcionalidad es fundamental para aplicaciones como la rehabilitación y la asistencia a personas con discapacidad.

Figura 11. Mano robótica imitando movimiento humano



Fuente: (Alarcón, 2024)

Conclusiones

En este artículo se presentó una revisión del prototipo actual. Se realizó una clasificación de los diferentes tipos de opiniones de los integrantes del grupo de trabajo, por funcionamiento, actuación, modo de control y realimentación. Se explica por qué es útil el desarrollo de robots en el campo educativo, y los principales retos que existen para crear modelos más cercanos a los miembros o extremidades humanas y de alto rendimiento que emulen apropiadamente el comportamiento de los miembros que sustituyen.

El desarrollo de metodologías y propuestas pedagógicas para el aprendizaje de la robótica contempla tanto la tecnología que permita la utilización de tecnofactos facilitadores del trabajo del docente, como lo pedagógico en la aplicación de enfoques y estrategias pedagógicas que permitan logros coherentes con los requerimientos y exigencias del sistema educativo. El uso de la tecnología de la información permite la mediación de una herramienta tan versátil como lo es el computador, al utilizarlo como el intermediario capaz de viabilizar estrategias de aprendizaje, mediante la utilización de un software que logre motivar a los estudiantes para el uso de los recursos y resolver, con ellos, retos mediante la utilización de la tecnología.

Los robots no solo sirven para influir en la tecnología, sino también para apoyar al mundo haciendo una de tantas tareas que ayudan en el ámbito educacional. Con el avance de los años se ha ido mejorando partes o formas de elaborar el robot con tal de hacerlos más prácticos y eficientes. Así como los humanos pueden cuidar y tomar decisiones, también los robots pueden hacerlo mediante las instrucciones que le damos los humanos y así nos pueden ayudar a todos, por tanto, no solo porque el robot haga el modelo de estudio, significa que lo sigamos haciendo, hacemos el cambio en el mundo, así que hay que contribuir depositando esperanzas de cambio en nuestros educandos.

Referencias

- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
https://www.researchgate.net/publication/284043695_Educational_robotics_Open_questions_and_new_challenges
- Álvarez, R. & López, M. (2019). Nuevas tendencias en lenguajes de programación para robótica educativa. *Revista de Innovación y Tecnología*, 8(2), 145-160.
- Bentley, P. & Corne, D. (2002). *An introduction to Creative Evolutionary Systems*. In the Morgan Kaufmann Series in Artificial Intelligence. Creative Evolutionary Systems. Pp. 1-75.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9781558606739500355?via%3Dihub>
- Bers, M. (2008). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. Teachers College Press.
- Bers, M., et al. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. *Information Technology in Childhood Education Annual*, (1), 123-145.
http://makepuppet.org/stem/research/item1_earlychildhood_designcourse_BersITCE.pdf
- Dorf, R. & Bishop, R. (2008). *Modern Control Systems Solution Manual*. Eleventh edition. United States: Pearson Education International.
<https://dl.icdst.org/pdfs/files3/5748859f34f8ebbdacdb6055129baa67.pdf>
- Consejo de Seguridad Nuclear. (2014). Robots al rescate. Por Ansede M. *Alfa. Revista de seguridad nuclear y protección radiológica*, (23) 4-9.
<https://www.csn.es/documents/10182/13557/Alfa+23/ff641bed-73b7-4a82-bf6f-967c9178d828>
- Eteokleous-Grigoriou, N. (2012). A review of the role of robots in education and young children's learning. *International Journal of Learning Technology*, 7(4), 363-373.
<https://doi.org/10.1504/IJLT.2012.050254>
- Fadali, M. & Visioli, A. (2009). *Digital control engineering: Analysis and Desing*. Burlington: Elsevier Inc. Academic Press.
- García, P., & Pérez, D. (2020). La importancia de la robótica en la enseñanza de la informática. *Revista de Educación Técnica*, 14(3), 101-115.

- Khanlari, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 10(3), 512-515.
- Kumar, D. (2004). Introduction to Special Issue on Robotics in Undergraduate Education. *ACM Journal on Educational Resources in Computing*, 4(2).
- López, J., & Martínez, P. (2021). La educación en STEM y el papel de la robótica en el desarrollo de competencias para el siglo XXI. *Revista de Innovación Educativa*, 15(2), 85-92.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2022). *Informe sobre la implementación de la robótica educativa en Ecuador*. Quito, Ecuador: Ministerio de Educación.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Rodríguez, A., & Sánchez, F. (2021). Sistemas operativos en la educación técnica: Una visión global. *Journal of Educational Technology*, 12(1), 77-89.
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2009). New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 59-69.
- Sullivan, A. & Bers, M. (2018). The impact of teacher training on young children's computational thinking. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 17, 1-18.
- Vavassori, F. (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>