

Diseño de Interfaz de Bajo Costo para el Desarrollo de Aprendizaje de Robótica en Niños de Educación Primaria

Martinez Jimenez Enoc Isai¹, Pérez Casillas Alan Refugio², Aguilar Rodríguez Bryan Aleck³, Medina Robles Edgar Israel⁴, Dr. Gómez Casas Josué⁵, Dr. Muñiz Valdez Carlos Rodrigo⁶, Dr. Galindo Valdés Jesús Salvador⁷, MC Toro-Arcila Carlos A.⁸

Resumen—En la actualidad los robots son parte de nuestra cotidianidad en usos industriales, médicos, domésticos y de entretenimiento. Existe una necesidad de aprendizaje cada vez mayor en nuestra niñez en la exploración de temas sobre la inteligencia artificial, robótica, programación y diseño mecánico, para afrontar los retos del futuro de nuestra sociedad en procesos automáticos. La generación alfa (nacidos del año 2010 en adelante), desde su nacimiento ha estado relacionada con el uso y aplicaciones de tecnología. Sin embargo, el desafío radica en convertir a la niñez actual en los próximos creadores de tecnología y no solamente en usuarios. En nuestra investigación se propone el diseño de este prototipo de interfaz para el aprendizaje de conceptos de robótica en niños de educación primaria. La interfaz robótica es creada a partir de herramientas como: la programación en el entorno de desarrollo de Arduino, el uso de servomotores, el diseño y la impresión 3D en PLA (ácido poliláctico). El diseño de la interfaz de robótica es realizado a bajo costo en comparación con las encontradas en el mercado. El objetivo de este proyecto es promover los tópicos de la robótica en la generación alfa mediante conceptos de grado de libertad, robot manipulador e interfaz humano-máquina.

Palabras claves-robótica, interface, niñez, diseño, juguete, aprendizaje.

Introducción

Hoy en día el uso de la inteligencia artificial ha cobrado gran importancia debido a que brinda una mayor calidad de vida en nuestra sociedad, i.e., los tópicos relacionados con sistemas inteligentes son el presente y futuro de estudio e investigación para las próximas generaciones (nuestra niñez actual). Además, los sistemas robóticos están cada vez más inmersos en actividades diarias, de acuerdo con la Federación Internacional de Robótica (IFR, por sus siglas en inglés) las principales aplicaciones de los robots se establecen en actividades de logística-transporte, servicios médicos, sistemas de limpieza y de agricultura en el último año.

Por lo que, existe una necesidad de aprendizaje cada vez mayor en nuestra niñez en la exploración en temas de inteligencia artificial, robótica, programación y diseño mecánico, para afrontar los retos del futuro de nuestra sociedad en procesos automáticos. La generación alfa desde su nacimiento ha estado relacionada con los usos y aplicaciones de tecnologías como los teléfonos móviles, computadoras, juguetes, consolas de videojuegos, entre otros dispositivos electrónicos. Sin embargo, el desafío radica en convertir a la niñez actual en los próximos creadores de tecnología y no solamente en usuarios. En el trabajo de Toh L., Causo A. et al., (2016) “*A review on the use of robots in education and young children*” demuestra que la exposición a la tecnología brinda sustanciales mejoras en el entendimiento de conceptos y habilidades socioemocionales. En contraste, en la actualidad la adquisición de interfaces de aprendizaje de robótica como: Lego Mindstorm NXT, Cellulo, Thymio, Boebot, entre otros, tienen costos elevados en el mercado, lo que lo hace poco accesible para familias y escuelas en nuestro país.

Como se pudo observar dentro del estudio “*Teachers as designers: integrating robotics in early childhood education*” por los investigadores Bers M, Ponte I. et al (2002), el uso de una interfaz robótica permite el aprendizaje en niños a través de juegos interactivos y atractivos, los cuales involucran solución de problemas, trabajo en equipo y relación con sistemas automáticos dentro de los centros de educación.

El objetivo general de este trabajo es diseñar una interfaz para el desarrollo de aprendizaje de robótica en niños de educación primaria a un costo accesible. Es decir, crear un juguete robótico para el desarrollo de tópicos de mecánica, diseño, electrónica y programación. Para llevar a cabo este proyecto se realizó la propuesta del robot, el cual tiene un diseño basado en una máquina retroexcavadora utilizada la industria de la construcción, lo anterior con la intención de construir un juguete atractivo para los niños. Para la realización de esta interfaz robótica se utilizaron herramientas de la ingeniería como el diseño mecánico, electrónica, programación, instrumentación, control e interfaz máquina-usuario.

Este proyecto se llevó a cabo con la finalidad de utilizar interfaces robóticas en niños de educación primaria, para promover temas de tecnología como la robótica y programación de máquinas automáticas de manera interactiva, todo esto con el fin de motivar la participación de los niños, como fue expresado en el artículo “*A programming workshop using the robot “Thymio II”: The effect on the understanding by children*” por Magnenat S., Riedo F., y colaboradores. La propuesta de esta investigación radica en despertar el interés de los niños por la ingeniería mediante soluciones creativas a problemas complejos a través del uso correcto de conceptos de la robótica. El objetivo es desarrollar máquinas con hardware de bajo costo que hagan más accesible el conocimiento y aprendizaje de la robótica, actualmente se tienen proyectos para reducir el precio de accesibilidad, como por ejemplo la interfaz

sueca Cellulo, presentada por Ozgur et al., (2017), con productos de un valor aproximado de 2,390.67 pesos mexicanos, mientras que nuestro diseño oscila entre los 1,000 pesos mexicanos incluyendo impresión de partes, motores, cables y el hardware de desarrollo Arduino. Gracias a las observaciones de T. J. y P. M. Mikhailovna, (2019) y Jung S., Wong E. (2018), se demuestra mejoras en los sistemas educativos actuales con el uso de interfaces robóticas.

Crear proyectos y actividades que fomenten el trabajo en equipo a través de la interacción con elementos fuera de su zona de confort, que los expone a conceptos complicados para experimentar desde una edad temprana con la tecnología que se usa actualmente desde otra perspectiva, fomentando las mentes creativas como fue demostrado en un proyecto usando ROBOLAB inducido por Laura Hacker participando en el departamento del crecimiento de la juventud en la Universidad Tufts.

Asegurar que aquellos niños cuyo interés se vea dentro del entorno de la ingeniería puedan estar preparados para desarrollar un futuro innovador con base en el uso y administración adecuado de la tecnología, sin importar su estatus social que limitan sus oportunidades de aprender e innovar en el entorno tecnológico, herramientas como Arduino y similares demostraron ser una gran ayuda para el aprendizaje de niños que no tienen los suficientes recursos para invertir en kits mucho más complejos, tal como lo menciona Felicia A.y Sharif S., (2014) en su artículo.

Metodología

La metodología desarrollada para este proyecto se puede observar en la Figura 1 y los pasos a seguir se mencionan a continuación.

Programación

Para esta etapa se utilizó una tarjeta Arduino mediante la cual se les envió las instrucciones a cada uno de los servomotores, esto con la finalidad de controlar el movimiento del robot.

Diseño mecánico

El diseño del robot se basa en una máquina retroexcavadora de construcción con la intención de captar la atención de los niños, para la estructura del brazo tipo excavadora se utilizó impresión 3D con material ácido poliláctico o mejor conocido como PLA.

Control

Mediante un sistema electromecánico se controlaron cuatro grados de libertad del robot. El primero grado de libertad con 360°, y los restantes con 90°, para lo cual se utilizaron controladores tipo joysticks por cada uno.

Interacción

Se utiliza un entorno de desarrollo para los principios básicos de la lógica de programación del movimiento del sistema robótico en Arduino.

Uso de material de bajo costo

Se buscó hacer un robot que empleara componentes electrónicos de calidad con un precio bajo, así como una estructura de gran resistencia y precio accesible.

Aprendizaje

Proporcionamos a los niños una forma de involucrarse en el campo de la tecnología e ingeniería de forma divertida y fácil de comprender.

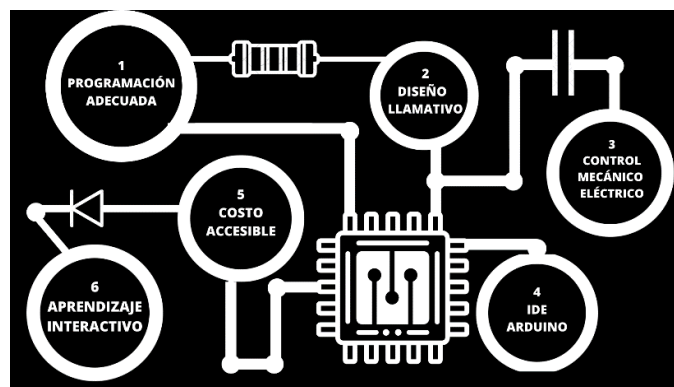


Figura1. Diagrama de metodología implementada para el proyecto.

Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se comenzó con el diseño de la estructura de una pala retroexcavadora utilizando el software AutoCAD, la estructura está formada de 4 piezas conformadas por 1 base, 2 eslabones y 1 pala. Una vez dimensionadas las 4 piezas se procedió a su impresión 3D en material PLA. Las piezas cuentan con aberturas y espaciados en su diseño para lograr el montaje de los tres servomotores y el motor a paso como se puede observar en la Figura 2, la estructura está diseñada para evitar rozamiento y desgaste durante los movimientos previstos entre el acoplamiento de la estructura y los servomotores. Después de obtener el diseño mecánico de la pala retroexcavadora se dio paso a crear la interfaz con el usuario utilizando una tarjeta de adquisición de datos tipo Arduino y su software de desarrollo, a través de la tarjeta Arduino se logra la conexión con los servomotores y el motor a pasos. Para lograr el movimiento de los eslabones del brazo de la retroexcavadora se utilizaron cuatro joysticks, es decir, uno por cada grado de libertad. El desplazamiento angular de los servomotores fue caracterizado, por lo que se envían valores de 0 a 90 grados, los cuales son recibidos por la placa de Arduino y después son enviados a los servomotores para lograr el desplazamiento del brazo de la retroexcavadora, dependiendo de los datos mandados por la placa de Arduino a través de los joysticks. De igual manera, se tiene un motor a pasos el cual gira en un ángulo completo de 360 grados haciendo que se mueva la base completa.

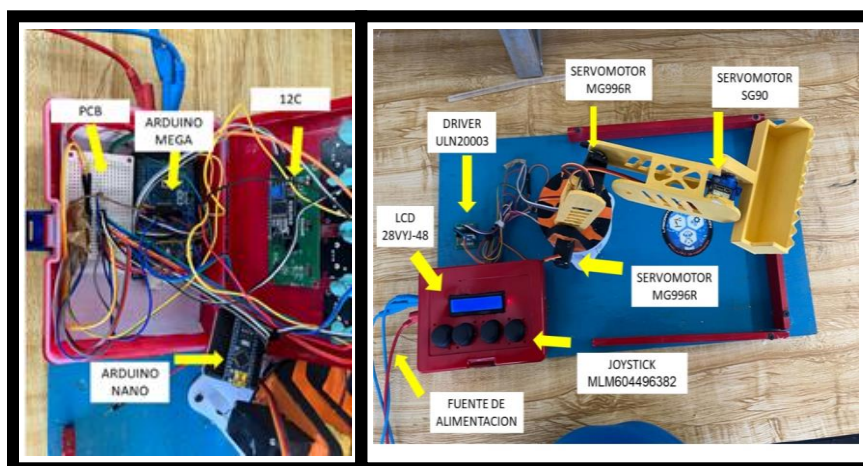


Figura 2. Configuración experimental.

Electrónica y programación

PC-Arduino MEGA

En este paso la computadora manda datos seriales al Arduino para poder cargar el código de instrucciones, de este modo el entorno de desarrollo de Arduino se comunica con la tarjeta Arduino Mega 2650. Con esta comunicación tenemos constante monitoreo de lo que sucede en la placa mientras corre el código.

Arduino MEGA – Joystick

Un Joystick es una resistencia variable (tipo potenciómetro) con la diferencia de que este dispositivo puede volver a su punto central por sí solo, esto quiere decir que la señal mandada que se puede registrar es una señal de tipo analógica, que el Arduino puede leer de entre 0 (mínimo) a 1023 (máximo), para poder volver a su punto medio, nos indica que cuenta con una zona muerta que debemos tener en cuenta que ésta deberá ser delimitada en el código dependiendo de lo que se quiera realizar. Las características del joystick se muestran en el cuadro 1.

Voltaje de operación	5V
Valor máximo	1023
Valor mínimo	0
Zona muerta	480-650
Resistencia	10KΩ

Cuadro 1. Características técnicas de joystick MLM604496382.

Arduino – Servomotor

El servomotor es en esencia un motor CD (corriente directa), pero con la diferencia que puede controlarse a través de un pulso de onda cuadrada para poder mover y ubicar el eje en un ángulo de entre 0° y 180°. Las características de los servomotores utilizados se muestran los cuadros 2 y 3, respectivamente.

Voltaje de operación	4.8 a 7.2V
Fuerza de carga	11 kg/cm
Corriente	2.5A

Cuadro 2. Características técnicas del servomotor MG 996R.

Voltaje de operación	3 a 7.2V
Fuerza de carga	1.8 kg/cm
Corriente	500mA

Cuadro 3. Características técnicas del servomotor SG90.

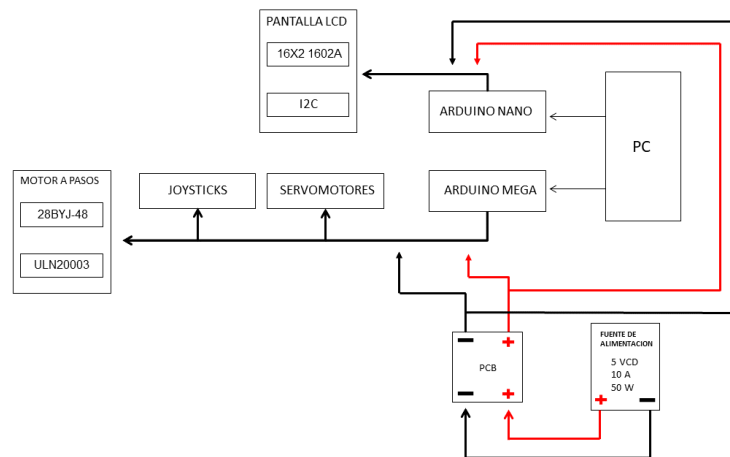


Figura 3. Diagrama de conexiones y control de la pala retroexcavadora.

Resultados

La idea del prototipo basado en el diseño de un brazo robótico en forma de retroexcavadora nace de la presentación de proyectos en “*la Feria infantil de ciencias*” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila el pasado 29 de abril del presente año. El evento se realizó con motivo del festejo el día del niño a través de la promoción de la ciencia y tecnología, con proyectos realizados por alumnos de nivel licenciatura y maestría. Al evento acudieron 100 niños con una edad entre los 6 y 12 años, como se puede apreciar en la Figura 4.

Durante el evento los niños pudieron interactuar con la retroexcavadora robótica, dentro de los temas explicados a los niños fueron los de ángulo-rotación, grado de libertad, articulación, actuación, mecanismo, interfaz electrónica a través la interacción entre los niños y el juguete. Es importante enfatizar que el costo total para la construcción de la pala retroexcavadora robótica es de \$1,000.00 pesos mexicanos.



Figura 4. Imágenes del evento de la Feria infantil de ciencia.

Conclusiones

Se logró crear un juguete interactivo con base en una retroexcavadora robótica con el objetivo de crear una interfaz educativa para niños de 6 a 12 años. La interfaz se construyó con un costo de 1,000.00 pesos mexicanos, lo que representa un costo accesible para la enseñanza de temas como robótica, programación y diseño mecánico, en contraste con los productos ofrecidos en el mercado como Lego Mindstorm NXT, Cellulo, Thymio y Boebot con un valor aproximado de 5,000 pesos mexicanos.

Como trabajo a futuro de esta investigación se pretende estudiar los beneficios que otorga la robótica en los niños de educación primaria en áreas sociales e intelectuales, para así obtener resultados que ayuden a crear próximos prototipos que beneficien más el fortalecimiento y la exploración de temas de las carreras del futuro como la inteligencia artificial, robótica y la ciencia de datos para afrontar los retos de la sociedad a través del desarrollo del aprendizaje en niños de la generación alfa.

Referencias

- Toh, L. L., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I., & Yeo, S. H. (2016). A Review on the Use of Robots in Education and Young Children. *Educational Technology & Society*, 19(2), 148-163.
<https://dr.ntu.edu.sg/bitstream/10356/83090/1/A%20Review%20on%20the%20Use%20of%20Robots%20in%20Education%20and%20Young%20Children.pdf>
- Bers, M. U., Ponte, I. C., Juelich, C. L., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 2002(1), 123-145.
http://greenframingham.com/stem/research/item1_earlychildhood_designcourse_BersITCE.pdf
- Magenat, S., Riedo, F., Bonani, M., & Mondada, F. (2012). A programming workshop using the robot "Thymio II": The effect on the understanding by children. <https://doi.org/10.1109/arso.2012.6213393>
- Ozgur, A., Lemaignan, S., Johal, W., Beltran, M., Briod, M., Pereyre, L., Mondada, F., & Dillenbourg, P. (2017). *Cellulo*.
<https://doi.org/10.1145/2909824.3020247>
- Mikhailovna, J. T., Mikhailovna, M. P., Gennadievich, A. M., Mikhailovna, I., & Borisovna, O. S. (2019). Robotics as a basis for Informatization of education in a children's health camp. *Amazonia Investiga*, 8(20), 115-123.
<https://www.udla.edu.co/revistas/index.php/amazonia-investiga/article/download/1429/pdf>
- Jung, S., & Won, E. J. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905.
<https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Hacker, L. (2003). Robotics in education: ROBOLAB and robotic technology as tools for learning science and engineering [Honors Thesis for the Eliot-Pearson]. Tufts University.
- Felicia, A., & Sharif, S. (2014). A Review on Educational Robotics as Assistive Tools For Learning Mathematics and Science. *International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCTST)*, 2(2). <http://www.ijcstjournal.org/volume-2/issue-2/IJCTST-V2I2P15.pdf>

Notas Bibliográficas

Enoc Isai Martínez Jiménez es estudiante de Ingeniería Mecánica Administrativa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila, tiene título técnico en Mecatrónica, su conocimiento y experiencia se basa en sistemas eléctricos, mecánicos, programación, desarrollo de procesos automatizados e inteligencia artificial.

El estudiante de ingeniería mecánica eléctrica **Alan Refugio Pérez Casillas** de la Universidad Autónoma de Coahuila en la facultad de Ingeniería con título técnico en electrónica, tiene conocimiento y experiencia con sistemas electrónicos, eléctricos, programación.

El estudiante de Ingeniería Mecánica Eléctrica, **Bryan Aleck Aguilar Rodríguez**, de la Universidad Autónoma de Coahuila, actualmente cursando su título en la misma; demuestra un interés por las ciencias de la computación, el diseño de piezas y la realización de proyectos con fines de divulgación Ingenieril, además de tener experiencia con la manipulación de piezas computacionales, software especializado y virtualización de procesos.

El estudiante de ingeniería civil **Edgar Israel Medina Robles** de la Universidad Autónoma de Coahuila de la facultad de ingeniería interesado en Topografía, estructura de materia, resistencias de materiales, hidráulica, ingeniería sísmica y cimentaciones y túneles.

El **Dr. Josué Gómez Casas** es profesor de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Coahuila, su línea de generación y aplicación de conocimiento se basa en sistemas de control lineal y no lineal, sistemas en tiempo discreto, modelado y control de sistemas basado en datos, control de robots-sistemas mecánicos y diseño de prototipos de robots flexibles.

El **Dr. Carlos Rodrigo Muñoz Valdez** es profesor de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila, es líder del Cuerpo Académico de Ingeniería Aplicado a Procesos y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Su línea de generación y aplicación del conocimiento es la del área de la metalurgia y proceso de fabricación.

El **Dr. Jesús Salvador Galindo Valdés** es profesor de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila, es líder del Cuerpo Académico de Ingeniería Aplicado a Procesos y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Su línea de investigación se basa en el desarrollo de recubrimientos cerámicos bioactivos sobre superficies metálicas por medio de tecnologías láser.

El **Mc. Carlos Alberto Toro Arcila** se desempeña como profesor hora cátedra en la Universidad Autónoma de Coahuila, donde comparte su conocimiento y experiencia con los estudiantes. Su línea de investigación se centra en la navegación autónoma de robots aéreos utilizando técnicas de control servo visual. Se destaca por su experiencia en visión por computadora, navegación autónoma de robots móviles y control servo visual para interactuar de manera segura y efectiva con el entorno.