

PLATAFORMA MECATRÓNICA PARA LA ENSEÑANZA DE ROBÓTICA

MECHATRONIC PLATFORM FOR THE TEACHING OF ROBOTICS

Jorge Luis Sánchez Serrano

Tecnológico Nacional de México en Ciudad Guzmán
jorge.lui.san@hotmail.com

Humberto Bracamontes del Toro

Tecnológico Nacional de México en Ciudad Guzmán
hbdeltoro@itcg.edu.mx

Edgar David Guzmán Martínez

Tecnológico Nacional de México en Ciudad Guzmán
templar.guzman@gmail.com

Juan José Carranza García

Tecnológico Nacional de México en Ciudad Guzmán
juan15290337@itcg.edu.mx

Jesús Ezequiel Molinar Solís

Tecnológico Nacional de México en Ciudad Guzmán
molinar@gmail.com

Resumen

La tecnología a lo largo de los días ha ido evolucionando con constantes cambios e investigaciones que se han desarrollado. Actualmente, el uso de nuevas tecnologías forma parte importante en el desarrollo cognitivo tanto de niños como de jóvenes, razón por la cual se deben implementar nuevas propuestas con el fin de guiarlos correctamente. Este documento describe el desarrollo de un prototipo didáctico llamado *RobotKids*, que tiene la función de ser una herramienta pedagógica para la enseñanza y aprendizaje de la robótica como parte de la mecatrónica, implementado en alumnos de 1°, 2° y 3° grado de la Escuela Secundaria Técnica No. 100 en Ciudad Guzmán, Jalisco; a partir de ello se obtuvo como resultado un prototipo compacto, de bajo costo y fácil de usar, el cual permite a los estudiantes el aprendizaje y fortalecimiento de sus habilidades cognitivas.

Palabra(s) clave: Informática educativa, Plataforma educativa, Robots educativos.

Abstract

The technology throughout the days has been evolving with constant changes and investigations that have been developed. Currently, the use of new technologies is an important part of the cognitive development of both children and young people, which is why new proposals must be implemented in order to guide them correctly. This document describes the development of a didactic prototype called RobotKids, which has the function of being a pedagogical tool for the teaching and learning of robotics as part of the mechatronics, implemented in students of 1, 2 and 3 of the Technical Secondary School No. 100 in Ciudad Guzmán, Jalisco; as a result, a compact, low-cost and easy-to-use prototype was obtained, which allows students to learn and strengthen their cognitive skills.

Keyword(s): Educational computing, Educational platform, Educational robots.

1. Introducción

La relevancia de fomentar la enseñanza y aprendizaje en estudiantes, en particular cuando hablamos de promover la robótica educativa como se ha efectuado en diversos países apoyándose en las disciplinas de mecatrónica y robótica; todo esto se ha convertido en un propósito por parte de los profesores para integrar dicho sistema como parte de la formación educativa de los estudiantes de secundarias. Los objetivos de este proyecto es proponer nuevas metodologías y estrategias para motivar a los estudiantes y desarrollar en ellos competencias científicas, que les permitan experimentar con los recursos que se les otorguen, pero sin separar la teoría de la práctica de laboratorio, sino más bien que reconozcan que son complementaria la una de la otra; así mismo se busca crear una plataforma educativa en la cual los estudiantes de secundaria puedan realizar prácticas relacionadas a robótica donde aprendan a programar, construir e interactuar.

La Ingeniería Mecatrónica, es una disciplina relativamente joven con respecto a disciplinas o áreas de estudio existentes como la electrónica, la mecánica, las

matemáticas, entre otras (Ramírez López, 2013). La mecatrónica nace para suplir tres necesidades latentes, la primera, encaminada a automatizar la maquinaria y lograr así procesos productivos, ágiles y confiables; la segunda, crear productos inteligentes, que respondan a la necesidad del mundo moderno; y la tercera, armonizar los componentes mecánicos y electrónicos de las maquinas (Rojas Ruiz, 2016).

Por otro lado, tenemos las habilidades que nos ofrece la robótica, la cual involucra diversas áreas del conocimiento, como las matemáticas, física, electrónica, la mecánica y la informática (Bravo Sánchez & Forero Guzman, 2012), agregando además el área en el que se desea aplicar los conocimientos de esta especialidad. Tanto la mecatrónica como la robótica, permiten desarrollar proyectos pedagógicos encaminado a adolescentes debido a que son un recurso que facilitan el aprendizaje y conceden el desarrollo de competencias generales como la investigación, socialización, creatividad e iniciativa de establecer proyectos o prototipos; todo lo anterior basado en el testimonio dado por Peirre Nonnon y Jean Pierre Theil, quienes afirman que el uso de herramientas robóticas favorecen el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues permiten fácilmente la integración de lo teórico y práctico, el desarrollo de pensamiento sistémico y la adquisición de noción científica (Ramírez Lopez, 2013). Todo lo anterior se plasma y comprueba en el artículo realizado por Juan González (2009) *“La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería”* quien concluye su investigación satisfactoriamente, el cual los aplico a estudiantes de entre 14 y 17 años, quien hizo uso de 4 agentes robots denominado TEAC2H-RI y que se compone por 3 robots hijos y 1 robot madre.

En la actualidad, se requiere el uso de la tecnología de manera cotidiana, los niños y jóvenes se encuentran enfocados y tienen más intereses para saber cómo crear o conocer acerca de las habilidades que les ofrece la tecnología. Aquí es donde radica la importancia de enseñar la ciencia recurriendo al uso de recursos didácticos experimentales. En el siglo XX, dos de los principales logros fueron la teoría constructivista del psicólogo Jean Piaget y la pedagogía del construccionismo desarrolla por el matemático sudafricano Seymour Papert. El

primero afirma que el conocimiento no se transmite, sino que se construye, es decir, se crea activamente en la mente del aprendiz (González & Jiménez Builes, Diciembre 2009).

En este proyecto se diseñó una tarjeta electrónica para facilitar la enseñanza de la robótica aplicada a estudiantes de 1°, 2° y 3° de la Escuela Secundaria Técnica No. 100 localizada en Ciudad Guzmán, Jalisco. El proyecto se plasmó con un hardware libre, usando el microcontrolador ATmega328P en un *shield* de Arduino Nano, la cual es una plataforma de desarrollo abierta que facilita el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Se decidió usar este sistema porque permite programar y controlar prototipos robóticos sin necesidad de tener conocimientos avanzados en electrónica o programación (Bravo Sánchez & Forero Guzman, 2012), de tal manera que facilita la enseñanza en adolescentes. Dicha tarjeta se programa en *mBlock*®, el cual es un entorno gráfico de programación basado en el editor Scratch 2.0 para introducir de forma sencilla la programación y robótica en aula, figura 1.

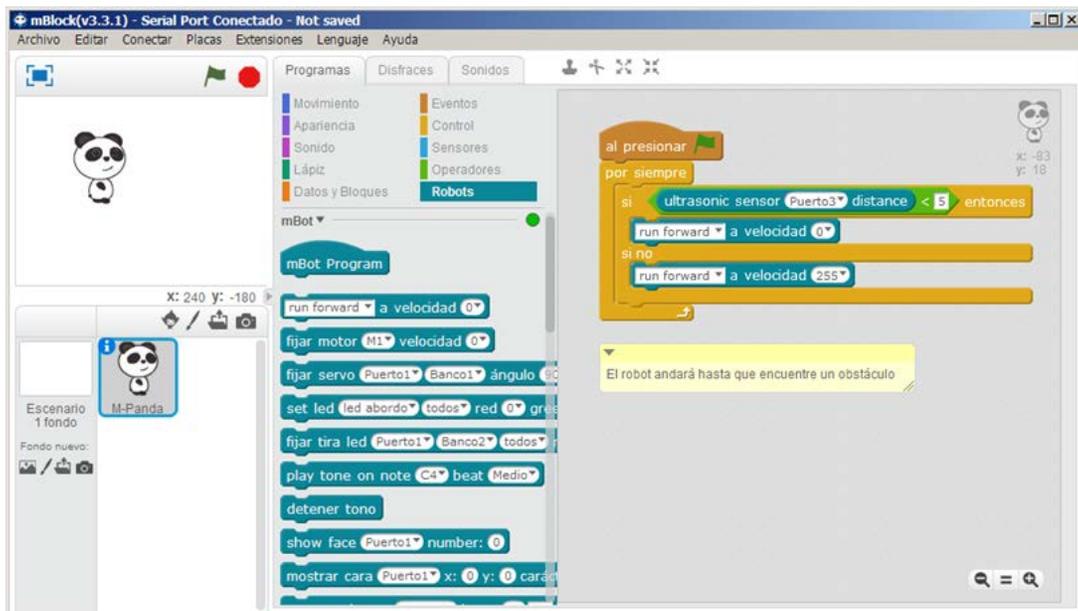


Figura 1 mBlock IDE.

Este software se caracteriza porque permite programar los robots de forma inalámbrica mediante tecnología bluetooth, WiFi o serial, traduce los bloques de

Scratch a código fuente de Arduino; además, se puede probar en tiempo real el programa que se realice en Scratch sin necesidad de grabarlo en la placa, una vez comprobado, se puede grabar de forma permanente en el robot (Makeblock, mBlock = Scratch + Arduino (Tutoriales de Makeblock), 2018).

Existen diferentes tipos de Kits educativos, la mayoría son creados por compañías en países desarrollados, los cuales son estáticos e inmodificables por el usuario, haciendo que estos dos factores trunquen inadecuadamente el conocimiento obtenido y además el fortalecimiento de las habilidades creativas y de diseño, debido a que predisponen la mente del aprendiz a los diseños que debe realizar (González & Jiménez Builes, Diciembre 2009).

Se considera que las prácticas de laboratorio mediadas por la utilización de prototipos experimentales en este caso en apoyo de la plataforma educativa, permitirá al estudiante el manejo de la información teórica y lograr así la interpretación de cómo funciona un robot o un sistema mecatrónico de una forma más viable, fácil de programar y económica. Es precisamente esta la inquietud por acercar la experimentación en un nivel educativo básico mediante el diseño de prototipos para la enseñanza de dicha tecnología y que este enfocado en crear, diseñar y construir prototipos electrónicos que faciliten la enseñanza.

2. Método

La mecatrónica es el acrónimo de mecánica y electrónica, pero es evidente que el desarrollo de esta área requiere el conocimiento de la mecánica, electrónica, informática y programación; lo cual, nos permite cada una de estas áreas experimentar en los laboratorios haciendo que las clases en lugar de ser tediosas sean dinámicas y que faciliten el aprendizaje de los estudiantes. Por lo tanto, es evidente que la integración de una plataforma educativa involucra en el alumnado la necesidad de estudiar con la finalidad de conocer el porqué de las cosas y de esta manera logren con sus conocimientos diseñar y construir una plataforma móvil. Dicho método involucró los siguientes aspectos:

- Se Identificó el área de conocimiento que abarcará el prototipo y lo que se plantea enseñar con él; en este proyecto se desarrolló una plataforma

mecatrónica denominada *RobotKids* la cual tiene la finalidad de la enseñanza de robótica en estudiantes de 1°, 2° y 3° de la escuela Secundaria Técnica No. 100.

- Se emplearon elementos que se encuentran fácilmente en el mercado y que facilitaran la enseñanza para cualquier nivel educativo enfocado principalmente a los estudiantes de secundaria (12 – 15 años).
- Se contextualizaron conceptos que facilitaron la comprensión de los fenómenos que se emplean durante el ensamble de la plataforma y la programación del prototipo que se generará a partir de los conocimientos teóricos adquiridos.

Para llevar acabo dichos propósitos se combinó la pedagogía con las siguientes etapas que nos ayudaron en la construcción física del prototipo:

- Investigación y revisión bibliográfica acerca de los contenidos teóricos y conceptuales para el uso de la plataforma y ensamble de los componentes.
- Desarrollo de la plataforma, en circuito esquemático, en PCB y prueba final.

Ya construida la plataforma se elaboró un manual de usuario, con la finalidad de dar un manejo correcto de la plataforma.

El diseño y construcción del prototipo se realizó en tres etapas: La primera, el sistema electrónico, la segunda el sistema mecatrónico y en la tercera la programación.

Sistema electrónico

Para desarrollar la plataforma educativa (*RobotKids*) se tomaron en cuenta las necesidades básicas de aprendizaje y programables en la plataforma tales como:

- Push botón.
- Potenciómetros.
- Leds.
- Motor con reductor.
- Puente H L293D.

- Sensores de ultrasónicos.
- Sensor infrarrojo para siguelíneas.
- Bluetooth.
- Entre otros dispositivos compatibles con los puertos disponibles.

Con los cuales se pudieron desempeñar y experimentar para aprender funciones básicas de programación, trabajar con actuadores, manejar entradas analógicas y digitales; se crearon conexiones de comunicación inalámbrica, censado de obstáculos y seguimiento de líneas. Dicha plataforma contó con la característica de que los puertos para conectar sensores no están limitados a los que se muestran en la lista anterior y que la tarjeta posee protecciones en caso de conexiones de alimentación inversas.

Se desarrolló el circuito esquemático de la figura 2 en el software EAGLE® en el cual se integraron puertos para conectar los sensores y componentes que contiene la tarjeta de manera fija.

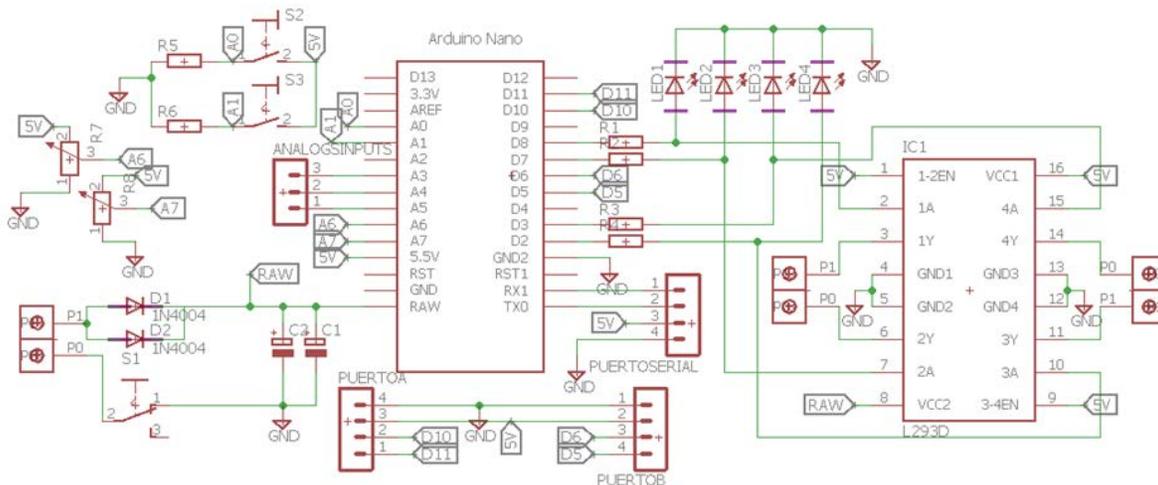


Figura 2 Circuito esquemático de la tarjeta *RobotKids*.

La PCB de la figura 3 se diseñó en el software PCB Wizard®, la cual se planeó para que el ensamble de los componentes fuera lo más práctico posible, colocando en el centro de la tarjeta la alimentación y el Arduino nano; se ubicaron las conexiones de los motores a cada costado para facilitar conectar un motor de

lado izquierdo y otro de lado derecho, de igual manera se situaron los puertos para los sensores; se colocaron LEDs en orden de modo de que puedan realizar prácticas básicas y secuencias; los interruptores y los potenciómetros se instalaron juntos en el área de entradas analógicas. Para las conexiones de los motores y de la alimentación se utilizaron bloques terminales, que facilitan conectar cableado a la tarjeta con un desarmador.

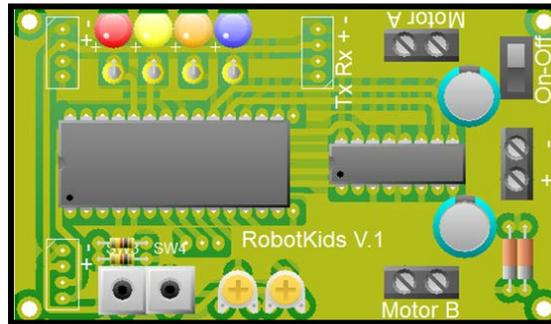


Figura 3 PCB RobotKids elaboración propia.

En la figura 4 se muestra la manera en que fueron integrados los componentes electrónicos que llevan las tarjetas y se corroboró que no existieran errores.



Figura 4 Ensamble.

Cada tarjeta dispone de tiras de pines hembra para colocar el Arduino Nano y el puente H, pensado en diversas posibilidades entre ellas que pueda ser reemplazado en situaciones de corto circuito, se cuente con una nueva versión o se requiera para elaborar otra aplicación con los dispositivos. La tarjeta con los componentes ensamblados se muestra en la figura 5.



Figura 5 Tarjeta terminada.

El prototipo tiene la posibilidad de programar los puertos dependiendo la aplicación que se desarrolle; para el Kit propuesto se utilizó un sensor ultrasónico Hc-sr04 y dos sensores infrarrojos para siguelíneas los cuales se instalaron en la parte delantera del prototipo como se puede observar en la figura 6.

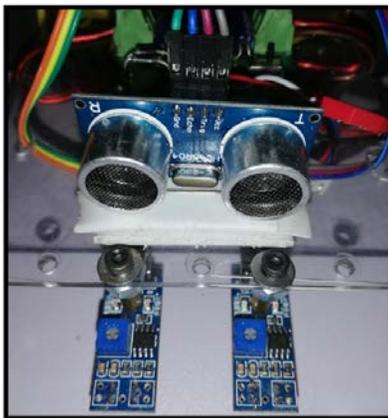


Figura 6 Sensor ultrasónico y sensores infrarrojos para siguelíneas.

Como fuente de poder se utilizó una batería de Polímero de Litio 2s 7.4 V a 370 mAh como la de la figura 7; esta es una batería que proporciona una tasa alta de descarga y un peso de solo 27 g.

Sistema mecatrónico

Los motores con reductor y la rueda loca utilizados fueron los de la figura 8, dichos motores son económicos y son capaces de dar el torque necesario para mover el prototipo y la rueda como punto de apoyo para reducir la fricción siendo el modelo para el movimiento de tipo diferencial.



Figura 7 Batería de Litio.



Figura 8 Motor con reductor y rueda.

Se planteó el diseño del uso en un chasis básico hecho de acrílico, el cual puede ser armado directamente por los usuarios. Este contendrá los motores en posición diferencial, una rueda loca, batería, tarjeta y los sensores que se vayan a utilizar. El prototipo ensamblado fue el de la figura 9.

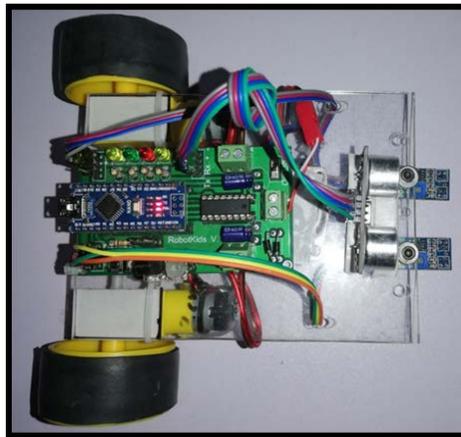


Figura 9 Prototipo armado.

Desarrollo de librería para uso de la plataforma

El software que utilizaron los estudiantes para realizar las prácticas en la plataforma mecatrónica (*RobotKids*) es *mBlock®* el cual es un entorno gráfico de programación, cuenta con una interfaz visual y se programa mediante el uso de bloques, lo que facilitó la utilización de la plataforma mecatrónica por los alumnos, todo lo anterior se logró mediante el desarrollo de librerías en Arduino y JAVA, las cuales se implementaron en *mBlock®*, a partir de ello, se generaron bloques los cuales contenían comandos que los estudiantes podían utilizar para programar sus tarjetas como ellos creyeran conveniente para el funcionamiento de su prototipo, además de que dichos bloques fueron originados a partir de los componentes que contenía la tarjeta *RobotKids*.

La creación de los bloques para *mBlock* se basó en 3 partes:

- La primera es la creación del objeto JSON (JavaScript Object Notation), es un formato basado en texto estándar para representar datos estructurados en la sintaxis de objetos de JavaScript, en el cual se crean los iconos que se muestra en el *mBlock*, es decir, si será un icono que ingresara texto, un valor numérico o incluso si retornara algún parámetro [Makeblock, 【*mBlock 3*】 Create Extensions for *mBlock* - *mBlock*, 2018]. De igual forma, en el archivo JSON se escribieron las diferentes partes del código que fueron generadas desde el *mBlock* IDE en este se indica el código utilizando el modo Arduino, en la figura 10 se encuentra una descripción de los elementos que componen el código. En el archivo de JavaScript se programó la parte funcional del bloque, es decir, que manda y que recibe cada uno de estos al ser llamado durante el programa, así como los caracteres o protocolos que son necesarios para la conexión de *mBlock®* con el firmware de Arduino.
- Dentro del Arduino IDE, se creó un programa denominado firmware, en este se escribieron los comandos de Arduino y se incluyen las librerías que se utilizaron durante la ejecución y compilación de un programa, lo que permitió el contacto directo con la placa Arduino, ya que esta hace posible la conexión con el computador cuando se utiliza el modo Scratch, el cual

permite crear animaciones multimedia. En la figura 11 se observan los componentes del programa y la parte que se modificó en *mBlock®* en conjunto con el archivo de JavaScript.

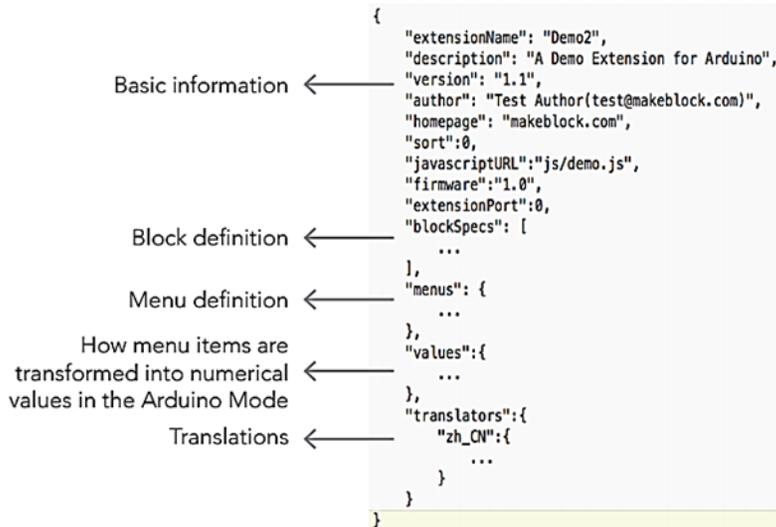


Figura 10 Partes de la modificación del código.

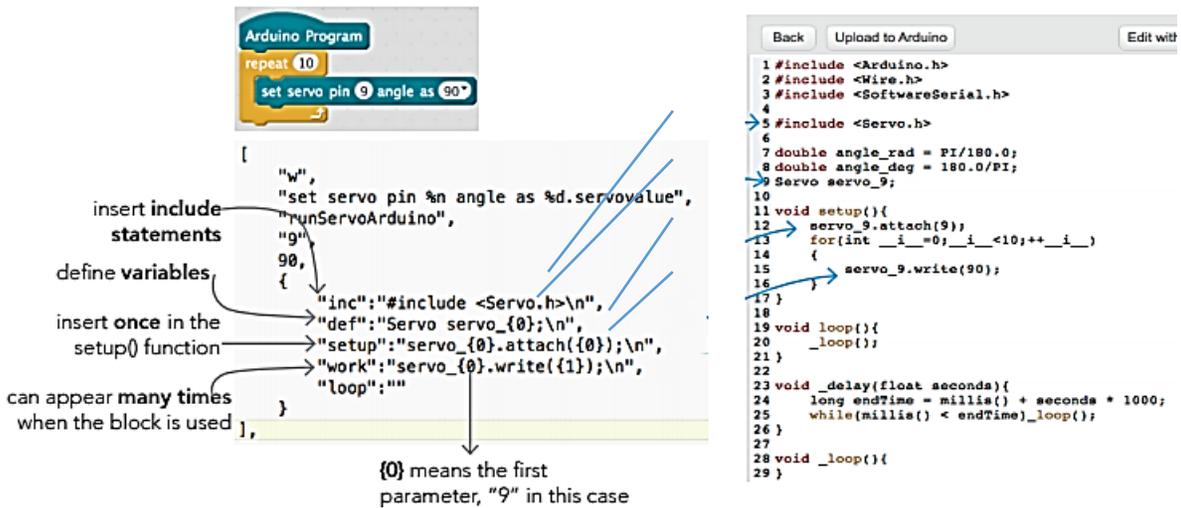


Figura 11 Partes de la modificación del código en JavaScript.

- Finalmente, los bloques desarrollados para trabajar con la tarjeta *RobotKids* fueron los de la figura 12, en los cuales se incorporan los elementos que fueron necesarios utilizar en la plataforma para lograr un correcto uso del prototipo, como lo son: botones, potenciómetros, sensores ultrasónicos,

LEDS y control de los motores. Lo anterior con la finalidad de que los estudiantes logren realizar su programación eligiendo los bloques para su propia creación y experimentación de la plataforma.



Figura 12 Bloques para la tarjeta *RobotKids*.

Pruebas de funcionamiento

Se instaló el firmware a las tarjetas para que este permitiera el uso de los bloques desarrollados a partir de las librerías creadas. Se elaboró una prueba con los bloques que se muestran en la figura 13, con la finalidad de comprobar que las entradas digitales y las analógicas estuvieran correctamente conectadas, así como la activación de los Leds y medición de distancia con el sensor ultrasónico.

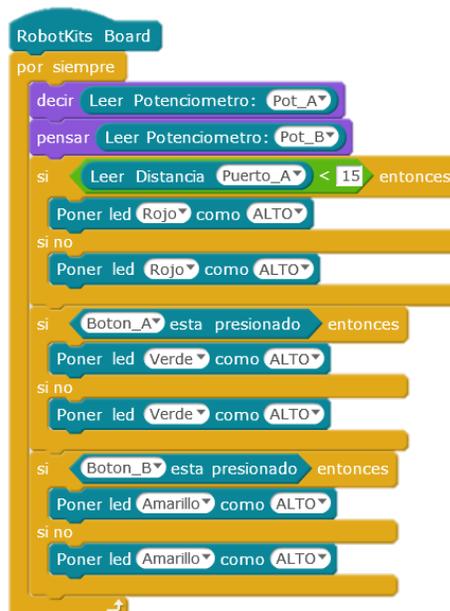


Figura 13 Prueba de entradas, salidas y sensor ultrasónico.

Se realizó una segunda prueba para verificar el movimiento de los motores con el código que se presenta en la figura 14, lo cual corroboró que existiera movimiento y que giraran en el mismo sentido cuando el valor del movimiento fuera positivo; el código es cargado a la tarjeta, permitiendo la visualización de como los bloques creados van escribiendo el código de forma automática en el apartado del código en C.

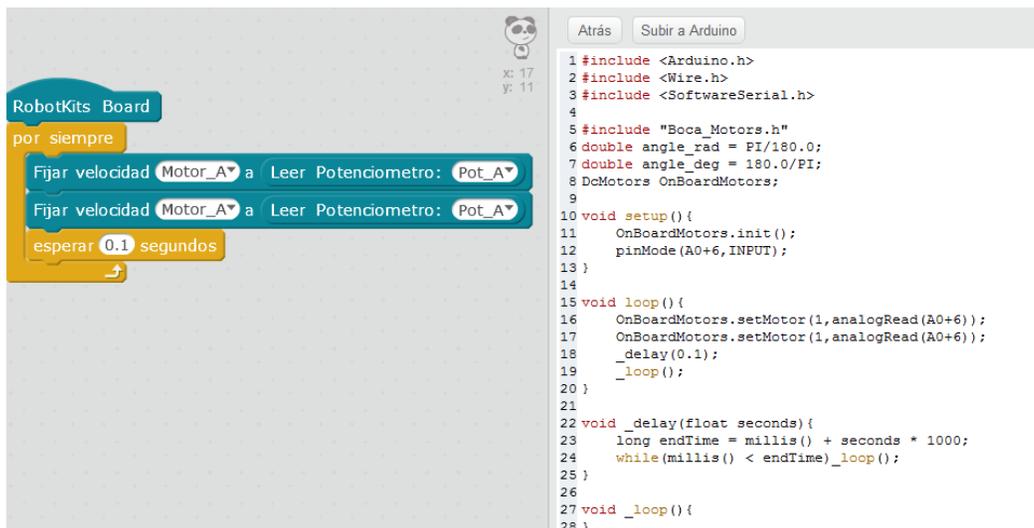


Figura 14 Prueba de motores.

3. Resultados

El proyecto “Plataforma mecatrónica para la enseñanza de robótica”, desarrollado en el Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, mediante la implementación del sistema RobotKids, fue aplicado en 32 estudiantes de la Escuela Secundaria Técnica No. 100 en Ciudad Guzmán, Jalisco.

Dando como resultados que:

- Implementar la robótica en el aula de clase como una herramienta de aprendizaje genera ambientes de enseñanza multidisciplinario y permite a los estudiantes descubrir y desarrollar nuevas habilidades para formarse educativamente.
- Los estudiantes de edades entre 12 a 15 años ponen a prueba su creatividad, cuestionan su programación e interactúan con otros

compañeros para ampliar sus habilidades y tomar las mejores decisiones para resolver los problemas planteados por el instructor.

- La instauración de la robótica en clase crea mejores condiciones para lograr un buen cimiento de conocimientos, lo que permite a los estudiantes la concepción, creación y puesta en funcionamiento de los prototipos.
- La implementación de la plataforma de programación a bloques en conjunto de la plataforma *RobotKids* permite a los estudiantes unificar sus conocimientos teóricos y prácticos.

4. Discusión

La sociedad exige en la actualidad un sistema educativo en el que los jóvenes desarrollen nuevas habilidades y competencias y que estas tengan resultados eficientes, no solo para aplicarlo dentro de una actividad en aula, sino para que logren correlacionar lo aprendido con el entorno en el que viven.

Se demostró que la investigación evidenció en la praxis educativa la importancia que tiene las interacciones sociales en la construcción de saberes por parte del educando, sin embargo, es importante aclarar que hubo situaciones en el que no se logró una construcción de conocimiento debido a que la atención del estudiante estaba dispersa, lo cual ocasionaba el retraso en el desarrollo de la formación de los demás educandos de tal manera que fue necesario realizar discusiones reiterativas para que todas las dudas fueran aclaradas durante las experiencias que iban ir desarrollando en las actividades teóricas y prácticas con la finalidad de que el estudiante fuera autónomo.

El uso de la robótica en el aula es una herramienta de aprendizaje y que permite a los estudiantes fortalecer el proceso aprendizaje y desarrollo de destrezas que les ayudará a afrontar diversos retos de la sociedad actual.

La robótica educativa está vinculada con las teorías del constructivismo y la pedagogía activa (Bravo Sánchez & Forero Guzman, 2012). Jean Piaget en su teoría constructivista asegura que el aprendizaje no es el resultado de una transferencia de conocimiento sino de un proceso activo del aprendizaje basado en las experiencias.

La creación de una plataforma de enseñanza de mecatrónica en jóvenes adaptada de acuerdo a la sociedad permite el desarrollo cognitivos e interés por parte de los estudiantes, debido a que este permite la modificación y creación de su propia programación, la interacción con sus compañeros y el intercambio de información crea en los estudiantes mayor interés por aprender, en cambio el optar por comprar un kit en el que no se permite la modificación o interacción con este evita el desarrollo intelectual del educando; es necesario buscar apoyo económico por parte del gobierno e instituciones educativas para el fortalecimiento e implementación de nuevas plataformas que ayuden en la enseñanza de los educando.

5. Bibliografías y referencias

- [1] Bravo Sánchez, F. A., & Forero Guzman, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *REvista científica de America Latina, el Caribe, España y Portugal*, 120-136.
- [2] Curiel Aguirre, F., Jiménez López, E., Santiago Sandoval, M. L., Gonzalez Gutiérrez, L. M., & Olmos Lomas, V. (Enero 2016). Diseño instruccional para la enseñanza de la programación de computadoras a estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica de la UES. *La mecatrónica en México*, 16-25.
- [3] González, J., & Jiménez Builes, J. A. (Diciembre 2009). La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 31-36.
- [4] Makeblock (abril de 2018). Obtenido de mBlock = Scratch + Arduino (Tutoriales de Makeblock): <https://makeblock.es/tutoriales/mblock/>
- [5] Makeblock. (25de enero de 2018). **【mBlock 3】** Create Extensions for mBlock–mBlock: <http://www.mblock.cc/docs/create-extensions-for-mblock/>
- [6] Ramirez Lopez, P. A. (30 de junio de 2013). Aprendizaje de y con Robótica, algunas experiencias. *Revista educación*, 43-58.
- [7] Rojas Ruiz, P. A. (2016). Mecatrónica, Revolución para el siglo XXI. *Metal Actual*, 46-53.