

Juguete Electrónico Didáctico, como elemento de apoyo para la enseñanza de programación a niños y niñas de 4 a 7 años

Cartagena, Edgar Eduardo.
eecartagenao@utn.edu.ec
Universidad Técnica del Norte

Resumen— El proyecto consiste en el desarrollo de un prototipo de Juguete Electrónico Didáctico que tiene como propósito la enseñanza de programación básica a niños y niñas comprendidos entre las edades de 4 a 7 años; el mismo que relaciona el aprendizaje con la diversión simplificando la programación de tal forma que los niños mediante el juego que es una actividad innata de ellos, puedan adoptar conocimientos de programación y a la vez los vaya involucrando con el mundo de la tecnología.

El Juguete Electrónico Didáctico diseñado en este trabajo involucra a los niños básicamente con tres conceptos de programación que son: instrucción, secuencia y estructuras de control (ciclos y condiciones); Los cuales son los conceptos primordiales al momento de aprender directamente la lógica de programación. El propósito del juego es programar secuencias de instrucciones en una interfaz de programación tangible para guiar un pequeño robot hacia un destino o meta propuesta a manera de reto, de tal forma que el niño desarrolle su creatividad, imaginación y a la vez se involucre en la programación de una forma lúdica.

Este prototipo está basado en la plataforma Arduino y contiene una lógica de programación tangible; la misma que permite a los niños programar el robot de forma inalámbrica mediante la tecnología Bluetooth y sin la necesidad de un computador o dispositivo inteligente, únicamente insertando pequeñas fichas de madera, lo que le da simplicidad al momento de la acción de jugar y aprender a programar.

Índice de Términos— Juguete, Niños, Programación, Tecnología.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad con los grandes avances tecnológicos, la producción de sistemas electrónicos para uso diario de las personas y la internet; Los niños y jóvenes ecuatorianos deben tener una actitud positiva de cambio, donde no se limiten a ser consumidores, sino que sean los entes productores de nuevas tecnología y retribuyan a los procesos educativos en los que están inmersos para la mejora de los mismos.

Las plataformas libres nos dan la oportunidad de liberar conocimiento y con las directrices adecuadas el Ecuador puede ser un potencial educativo e investigativo si se proporciona tecnologías a bajo costo a todo niño que desea aprender, sin olvidarse de la diversión y la creatividad que conlleva el ser niño. El juguete didáctico propuesto en este trabajo está diseñado con la intención de proporcionar herramientas de libre acceso para educar a niños del país y motivarlos por la innovación y el desarrollo tecnológico desde sus primeras etapas de vida.

El presente trabajo contiene una investigación de las teorías del aprendizaje y conceptos básicos de programación para niños; la misma que permite entender el comportamiento de los niños ante el aprendizaje y las ventajas de enseñar programación desde tempranas edades. Más adelante se detallan los elementos de software y hardware utilizados para el diseño del prototipo y cada uno de los pasos de su implementación. Después se realiza un análisis de los costos y beneficios que conlleva la elaboración del Juguete Didáctico y la enseñanza de programación a niños y finaliza con las conclusiones y recomendaciones obtenidas en la realización del proyecto.

II. CONCEPTOS BÁSICOS

A. Teoría Conductista

La teoría conductista defiende plenamente el cumplimiento de los procedimientos en el proceso de enseñanza, el conductismo se enfoca en la práctica y en las conductas observables descartando completamente todos los procesos del pensamiento del individuo, condicionándolo a que se aprenda lo que se demuestra o se exhibe.

B. Teoría Cognitivista

El cognitivismo se fundamenta en los procesos mentales y la representación del conocimiento, más allá del cambio de conducta observable de un individuo expuesto a un estímulo-respuesta, propuesto por el conductismo. Esta teoría se enfatiza en el conocimiento en lugar de la respuesta, en la estructura mental y ve al individuo como activo, constructivo, y como aquel capaz de resolver problemas y no como un recipiente pasivo que reacciona a la estimulación.

1) *Etapa Pre-Conceptual*: En esta etapa se encuentran los niños entre las edades de 2 a 4 años, los niños en estas edades empiezan a desarrollar su representación simbólica manifestándola gráficamente o mediante imitaciones, son capaces de imitar palabras y entender su significado; sin embargo aún piensan que todas las cosas tienen vida y sienten.

2) *Etapa del pensamiento intuitivo*: Los niños que corresponden a esta etapa oscilan entre los 4 y 7 años, a estas edades ya pueden resolver problemas intuitivamente mediante juegos, actividades y experiencias que les permitan desarrollar su actividad mental, sin embargo aún presentan limitaciones por su falta de experiencia.

C. Teoría Constructivista

Los niños en el modelo constructivista deben ser partícipes del conocimiento formando parte de la actividad de aprendizaje y no permanecer de manera pasiva únicamente observando lo que se les explica. Básicamente los niños aprenden con mayor facilidad cuando pueden controlar un objeto o una actividad, sin necesidad de una alfabetización rigurosa únicamente con las pautas básicas el niño va construyendo su propio conocimiento.

D. Características evolutivas de los niños de 4 a 7 años

Los niños y niñas comprendidos entre las edades de 4 a 7 años según la teoría cognitivista de Piaget se encuentran en la etapa de pensamiento intuitivo, en esta etapa desarrollan una coordinación motriz que les permite manipular herramientas y accesorios de una forma más exacta y precisa, en estas edades los niños se interesan mucho por adquirir conocimientos y se tornan muy curiosos, por lo que se interesan por actividades que les permitan descubrir, reflexionar y crear, es por esto que se deben desarrollar estrategias que aprovechen esta etapa tomando en cuenta que los niños deben desarrollar actividades acordes a sus posibilidades ya que si es muy fácil o de lo contrario es muy difícil los niños podrían perder interés.

Constantemente el pensamiento de los niños se va haciendo más analítico y lógico, siendo capaces de entender situaciones más complicadas, sacar conclusiones y realizar clasificaciones. Al mismo tiempo van evolucionando su madurez emocional, lo que les permite ser más sociables y tener la capacidad de trabajar en grupo con mayor facilidad, siendo participativos y colaboradores, también desarrollan su curiosidad cognitiva y tratan de adquirir conocimiento de todo lo que para ellos es desconocido.

E. Incidencia de los Juguetes Didácticos en los niños

Los Juguetes Didácticos son herramientas educativas que se pueden utilizar como estrategia de enseñanza en cualquier edad, estos juguetes en el proceso de aprendizaje de los niños son muy importantes ya que con una metodología adecuada pueden permitir a los infantes desarrollar y fortalecer sus aptitudes, expectativas, conceptualización y socialización.

Los Juguetes Didácticos son elaborados con el afán de contribuir en el desarrollo de niños y niñas en aspectos

relacionados con el pensamiento, el lenguaje oral y escrito, la imaginación, la socialización, el mejor conocimiento de sí mismo y de los demás. Estos han ido creciendo su importancia debido a que los procesos de enseñanza han cambiado, evitando memorizaciones forzadas y amenazas físicas por métodos de estimulación de los sentidos y la imaginación.

F. Objetivos de los Juguetes Didácticos

Los juguetes didácticos deben contar con una serie de objetivos que permitan conocer los propósitos del juego y las metas que se desean lograr. Entre los objetivos principales de un juego o juguete didáctico esta primeramente el establecimiento de un problema, el cual debe resolverse con un nivel de análisis y dificultad adecuada para despertar el interés y la comprensión mental del niño.

1) *Propósito didáctico*: se refiere a la intención educativa que tiene el juguete, por ejemplo en este caso es un juguete electrónico didáctico que tiene como propósito didáctico la enseñanza de lógica de programación a los niños.

2) *Acción lúdica*: se refiere a la actividad de jugar, ya que si no existe juego no se trata de un juguete didáctico sino se trataría de una herramienta didáctica que es algo diferente. La acción de jugar estimula al niño y despierta su interés lo que provoca que el niño voluntariamente vea la necesidad de aprender.

3) *Reglas del Juego*: Constituyen la parte organizativa del juego, las reglas son las que establecen como se debe jugar, cuales acciones están permitidas y cuales no; Las reglas del juego son muy importantes ya que van a determinar acciones justas en el juego.

G. Los niños y la tecnología

Recientemente se ha podido ver a niños de tres años o menores localizar un programa en un teléfono o computador de sus padres, entretenerse con un video juego interactivo o encender un aparato tecnológico en el hogar, esto se debe a que los niños al estar continuamente expuestos a la tecnología, suele resultarles muy fácil utilizarla. Los niños así como tienen la necesidad de aprender a leer, a escribir, sumar, restar y calcular para que les vaya bien en la escuela y luego en el trabajo, los niños también tendrán que saber manejar computadoras y otros dispositivos tecnológicos.

H. Programación para niños

Un número creciente de países ha comenzado a enseñar a sus alumnos a escribir código con el objetivo de formar a creadores digitales, y no solo a meros consumidores de contenido, potenciando así su creatividad y su mente lógica. Programar es una palabra que puede sonar aburrida, pero la cosa cambia cuando se le pregunta a un niño si le gustaría aprender a crear sus propias juguetes, aplicaciones y videojuegos.

Programar es dar una serie de instrucciones y poder ver el efecto en tiempo real. Es decir, lo que se indica mediante la instrucción se traslada a una acción y ésta acción trae

consecuencias. El programador es el responsable de la acción que se llevó a cabo a partir de la instrucción que dio. Programar implica estructurar el pensamiento, las ideas, convertirlas en un proyecto de construcción para generar algo nuevo, no solamente para manipular lo que ya existe.

1) *Programa*: conjunto de instrucciones que guían a la computadora para realizar alguna actividad o resolver algún problema; en el programa se ejecutan diferentes acciones de acuerdo a los datos que se están procesando.

2) *Lenguaje de programación*: es el medio a través del cual le comunicamos a la computadora o al controlador la secuencia de instrucciones que debe ejecutar para llevar a cabo actividades, tareas o solución de problemas. En si es el idioma mediante el cual podemos tener comunicación con el dispositivo programable.

3) *Algoritmo*: es una secuencia ordenada y cronológica de pasos que llevan a la solución de un problema o a la ejecución de una tarea. Los pasos del algoritmo deben tener las siguientes características: ser simples, claros, precisos, exactos, tener un orden lógico y tener un principio y un final.

4) *Secuencia*: Es un conjunto de instrucciones que se van ejecutando en el orden en que fueron escritas una a continuación de la otra.

5) *Estructuras de Control*: Son parte fundamental de cualquier lenguaje de programación. Sin ellas las instrucciones de un programa solo podrían ejecutarse en el orden en que fueron escritas. Las estructuras de control permiten modificar este orden.

1. Herramientas para enseñar a programar

A nivel mundial la enseñanza de programación a niños ya es una idea muy validada en el afán de mejorar la educación y el uso de la tecnología. En los últimos años se ha creado un debate que tiene como tema central si se debe incorporar la asignatura de programación en el currículo de la educación primaria o no. Actualmente algunas ciudades europeas ya han incorporado estas asignaturas sin embargo más allá de que se incorpore o no se han creado varias herramientas para ayudar a los pequeños a aprender a programar.

1) *CODE.ORG Aprende a Programar con los Angry Birds*: Code.org es una organización de los Estados Unidos que cuenta con el apoyo de grandes empresas como Google, Microsoft, Facebook y Twitter; esta organización está orientada a la enseñanza de programación a todas las personas de diferentes edades en particular a los niños, su última propuesta trata de enseñar a los niños a programar para crear su propio videojuego llamado Angry Birds esta herramienta tiene el propósito de guiar un pajarito hacia un objetivo mediante programación por bloques.

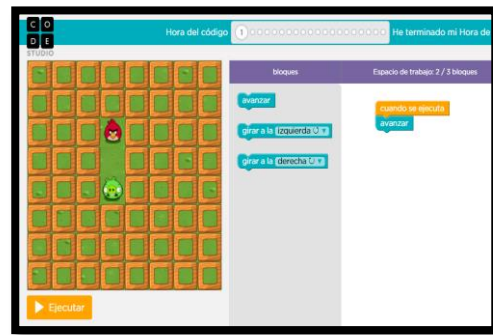


Fig. 1 Angry Birds de Code.org

2) *Scratch*: Scratch es una herramienta muy difundida a nivel mundial creada por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, esta es una herramienta enfocada en los niños y jóvenes entre 8 y 16 años para que entiendan cómo funciona el código utilizando una programación a través de gráficos con una interfaz muy limpia. En Scratch los niños pueden programar sus propias historias interactivas, videojuegos y animaciones y así aprender a pensar creativamente, razonar sistemáticamente y trabajar colaborativamente.

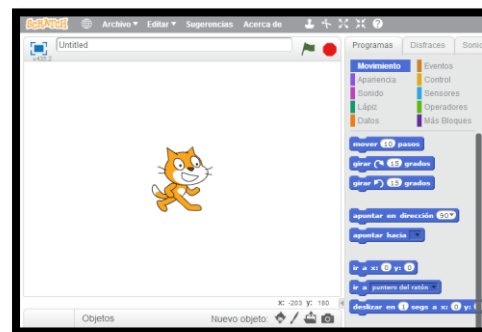


Fig. 2 Interfaz gráfica de Scratch

3) *LEGO MindStorms*: Lego MindStorms es una línea de juguetes de robótica para niños fabricado por la empresa LEGO, que posee elementos básicos de las teorías de robótica como la unión de piezas y la programación de acciones de forma interactiva. Lego MindStorms puede ser usado para construir un modelo de sistema integrado con partes electromecánicas controladas por computador.



Fig. 3 Robot Programable de LEGO MindStorms

III. PLATAFORMA ARDUINO

Arduino es una plataforma electrónica de software y

hardware libre, constituida por una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo y diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. “Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores”, lo que ha permitido motivar a varios estudiantes y desarrolladores a utilizar esta plataforma.

Arduino es una placa electrónica que comunica un microcontrolador con puertos de entrada y/o salida, tiene un lenguaje de programación propio y una memoria EEPROM que actúa como un pequeño disco duro, aquí se almacenan los programas que se van a ejecutar. Esta memoria es no volátil, es decir que así se apague la placa Arduino los datos permanecen ahí, también se debe indicar que soporta interfaces de comunicación como: Wireless, Bluetooth, Ethernet, entre otras.

A. Arduino Mini-Pro

El Arduino Mini Pro es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328. Cuenta con 14 pines digitales de entrada y salida, 6 entradas analógicas, un botón de reinicio y los agujeros para el montaje de pines. La placa Arduino Mini Pro está diseñada para la instalación permanente o semipermanente en objetos o exposiciones. El tablero viene sin zócalos pre-instalados, permitiendo el uso de varios tipos de conectores o soldadura directa de cables.

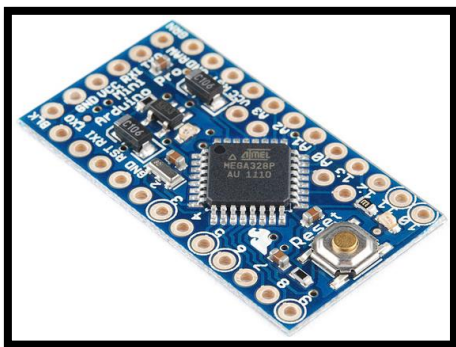


Fig. 4 Arduino Mini-Pro

B. Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)

Arduino dispone de un entorno propio de desarrollo de programación conocido como IDE que se puede obtener para diferentes sistemas operativos como: Windows, Mac y Linux, el cual se transfiere mediante cable USB. Esta interfaz permite introducir el programa a ejecutar en la placa Arduino y es donde se define que hacer tanto con las entradas como con las salidas que dispone la placa.

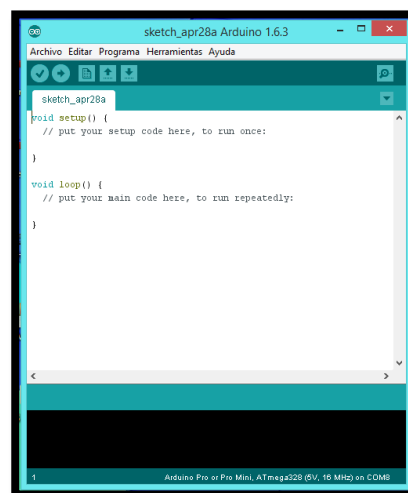


Fig. 5 Interfaz del IDE de Arduino

C. Entradas/Salidas Digitales

Arduino está formado básicamente por pines de entrada, un microcontrolador en el medio y pines de salida. Los pines de entrada sirven para escuchar y capturar información del exterior, por ejemplo de pulsadores, sensores, lectores, entre otros; El microcontrolador sirve para procesar el programa cargado y finalmente los pines de salida sirven para enviar información desde la tarjeta Arduino hacia el exterior.

D. Entradas Analógicas

Las placas Arduino disponen de entradas analógicas que pueden recibir voltajes entre 0 y 5 voltios. Aunque la electrónica de los microcontroladores solo pueden trabajar con datos digitales, incorporan un circuito que convierte el valor analógico recibido a un valor digital lo más aproximado posible.

E. Salidas PWM

Modulación de ancho de pulso o PWM, es una técnica para obtener resultados análogos a partir de medios digitales. Esta técnica se utiliza ante la necesidad de enviar señales analógicas al entorno, por ejemplo para variar la velocidad de un motor, la frecuencia de un sonido emitido por un zumbador o cambiar la intensidad de un LED.

F. Comunicación Serial

La comunicación Serial se utiliza para el intercambio de información entre la placa Arduino y un ordenador u otros dispositivos. Todas las placas Arduino tienen al menos un puerto serial que permite la comunicación de una forma directa o también da la posibilidad de conectar módulos de comunicación inalámbrica como Bluetooth, ZigBee, WiFly entre otros.

1) *Comunicación serial Síncrona*: La comunicación síncrona es aquella que se somete a una rígida temporización de reloj que

permite que el dispositivo receptor sea capaz de conocer en que instante la señal que le llega tiene plena validez.

2) *Comunicación Serial Asíncrona*: La comunicación asíncrona no está sujeta a ninguna temporización, en este tipo de comunicación los datos en caracteres ASCII pueden ser transmitidos en cualquier instante. El reloj se sincroniza al principio de cada carácter recibido.

G. Tecnologías inalámbricas Compatibles

La comunicación serial permite incorporar distintas tecnologías inalámbricas dependiendo de las exigencias del proyecto a implementar. Entre los aspectos que se debe tomar en cuenta para elegir el tipo de tecnología está la velocidad de transmisión de datos, distancia del enlace, seguridad requerida, consumo energético, frecuencias, funcionalidades y recursos; todo esto tratando de no desperdiciar las capacidades de la tecnología elegida.

Las tecnologías inalámbricas más utilizadas en el desarrollo de sistemas embebidos son Wi-Fi, ZigBee y Bluetooth.

1) *Wi-Fi*: WI-FI es una de las tecnologías de comunicación inalámbrica mediante ondas más utilizada en la actualidad, también llamada WLAN (Wireless Lan, red inalámbrica) o estándar IEEE 802.11. WI-FI no es una abreviatura de Wireless Fidelity, simplemente es un nombre comercial.

2) *Zig-Bee*: ZigBee es un estándar abierto para radiocomunicaciones de baja potencia conocido bajo el estándar IEEE 802.15.4 de redes de área personal inalámbricas. Incluye un robusto y confiable protocolo de red, de bajo consumo y coste, con servicios de seguridad y capa de aplicación que garantiza la interoperabilidad entre dispositivos. ZigBee trabaja a una velocidad de datos de 250 Kbps sobre la banda libre de 2,4 Ghz, aunque también soporta las bandas de 868 y 900 MHz.

3) *Bluetooth*: Bluetooth es una tecnología que define el estándar IEEE 802.15.1 para la transmisión de voz y de datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia omnidireccional. Está diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo con un rango de cobertura bajo especialmente para redes personales.

IV. SENSORES Y ACTUADORES

En la actualidad la mayoría de sistemas electrónicos requieren medir, controlar y monitorear información de su entorno físico, para esto se necesita de elementos de entrada y salida llamados Transductores. Los Transductores son elementos que son capaces de transformar o convertir cualquier tipo de energía a señales eléctricas para que puedan ser procesadas o controladas.

A. Sensores

Los sensores son dispositivos que se encargan de capturar y convertir un tipo de energía física, química o biológica a otro tipo de energía que por lo general es eléctrica. Estos dispositivos posibilitan la comunicación entre el mundo físico

y los sistemas de medición o de control, tanto eléctricos como electrónicos, utilizándose extensivamente en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento.

1) *Sensores Analógicos*: Los sensores Analógicos son aquellos que **dan como salida un valor de tensión o corriente variable en forma continua en el tiempo** dentro del campo de medida. Normalmente en electrónica este tipo de sensores proporcionan salidas analógicas entre 0 y 5 voltios.

2) *Sensores Digitales*: Los sensores digitales son aquellos que dan como resultado una salida codificada en forma de pulsos o en forma de una palabra digital codificada en binario, BCD33 u otro sistema cualquiera. Es decir de un sensor digital únicamente se puede obtener dos valores lógicos 1 o 0, estos sensores se basan en un umbral o límite para arrojar cualquiera de los dos resultados dependiendo de la función y configuración del sensor. En electrónica generalmente se conoce a 5 voltios como un 1 lógico y a 0 voltios como un 0 lógico.

3) *Sensor Ultrasónico de Distancia*: Los sensores ultrasónicos o de ultrasonido como también son conocidos son detectores de proximidad que perciben objetos a distancias de hasta 8 metros sin necesidad de un contacto físico directo. **El sensor emite una señal de sonido que al llegar a un objeto se refleja y regresa hacia el sensor, el tiempo que transcurre desde el momento en que se emite la señal hasta que se recibe la señal reflejada permite obtener la distancia** a la que está situado el objeto detectado.

El Sensor HC-SR04 es un módulo compatible con la plataforma Arduino y la mayoría de los microcontroladores. HC-SR04 es un sensor de distancias por ultrasonidos capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra en un rango de 2 a 450 cm. El sensor funciona por ultrasonidos y contiene toda la electrónica encargada de hacer la medición. Su uso es tan sencillo como enviar el pulso de arranque y medir la anchura del pulso de retorno.



Fig. 6 Sensor Ultrasónico HC-SR04

4) *Sensor Encoder*: Los encoder son sensores rotativos que **transforman un movimiento angular en impulsos digitales**. Estos impulsos generados pueden ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal mediante

microcontroladores, contadores lógicos programables, sistemas de control entre otros.

El Módulo lector encoder FZ0888 es un sensor de tipo incremental que ayuda en la creación de prototipos de robótica y automatización, el cual permite en base a pulsos digitales conocer la velocidad de un motor o la posición exacta del mismo. Este módulo es compatible con cualquier microcontrolador en especial con Arduino.

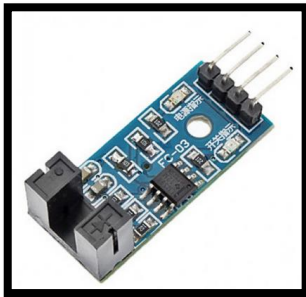


Fig. 7 Modulo lector encoder

B) Actuadores

Los actuadores en sistemas electrónicos son los elementos que generalmente ejercen de interfaces para convertir magnitudes físicas normalmente de carácter eléctrico a otro tipo de magnitud que permita actuar sobre el medio o proceso a controlar, por ejemplo un motor convierte los pulsos eléctricos en movimiento, un LED convierte los pulsos eléctricos en luz y así podemos tener otros ejemplos; en otras palabras los actuadores permiten interactuar o ejercer acciones ante las señales eléctricas.

1) *Motor de corriente directa:* son dispositivos rotatorios que transforman una energía eléctrica en energía mecánica en base a la acción de un campo eléctrico que permite girar en los dos sentidos (horario o anti horario). Están compuestos por dos elementos principales que son el estator y el rotor. El estator es la parte mecánica del motor donde están los polos del imán. El rotor es la parte móvil del motor con devanado y un núcleo, al que llega la corriente a través de las escobillas.

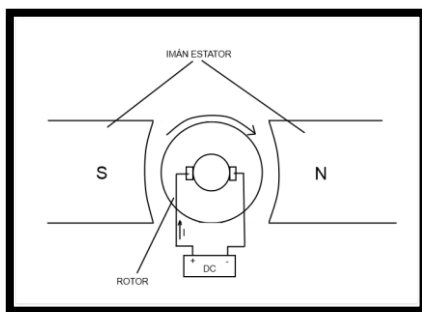


Fig. 8 Elementos del motor de corriente directa

2) *LED (Diodo Emisor de Luz):* es un tipo especial de semiconductor, cuya característica principal es convertir en luz la corriente eléctrica de bajo voltaje que atraviesa su chip. Desde el punto de vista físico un LED común se presenta como

un bulbo miniaturizado, carente de filamento o de cualquier otro tipo de elemento o material peligroso, con la ventaja sobre otras tecnologías que no contamina el medio ambiente.

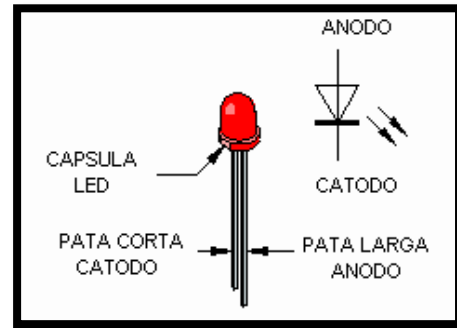


Fig. 9 Partes de un LED

C) Componentes Electrónicos

Los componentes electrónicos son los dispositivos o elementos que conforman un circuito electrónico. Estos elementos suelen estar encapsulados generalmente de material cerámico, metálico o plástico. Están diseñados para ser conectados entre ellos normalmente por soldadura.

1) *Resistencias:* Las resistencias son unos elementos eléctricos cuya misión es dificultar el paso de la corriente eléctrica a través de ellas. Su característica principal es su resistencia óhmica aunque tiene otra no menos importante que es la potencia máxima que pueden disipar. Ésta última depende principalmente de la construcción física del elemento.

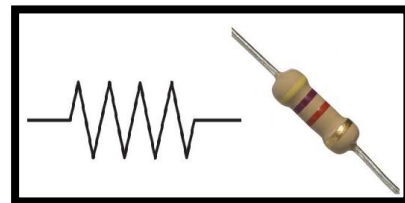


Fig. 10 Símbolo y aspecto común de una Resistencia

2) *Multiplexores:* son circuitos combinacional con varias entradas y una salida de datos, y están dotados de entradas de control capaces de seleccionar una, y sólo una, de las entradas de datos para permitir su transmisión desde la entrada seleccionada a la salida que es única.

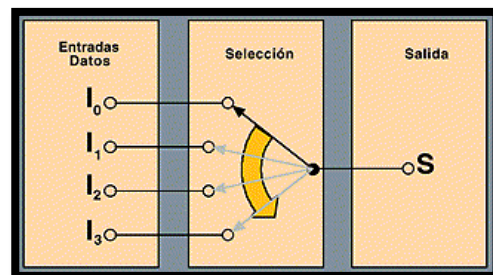


Fig. 11 Funcionamiento del multiplexor

3) *Baterías Recargables*: En la actualidad existe una gran cantidad de dispositivos electrónicos que hacen uso de diferentes tipos de baterías por lo que existen numerosos tipos que se pueden diferenciar por su tamaño, capacidad, peso, duración. Básicamente una batería es un recipiente de almacenamiento de la electricidad que necesita una herramienta determinada, esta electricidad se almacena de forma química para posteriormente se convierta en energía eléctrica.



Fig. 12 Baterías Recargables

V. HERRAMIENTAS DE SOFTWARE

A. ISIS Proteus

ISIS Proteus es un programa de diseño electrónico creado por Labcenter Electronics que permite diseñar circuitos con una variedad de componentes que van desde simples resistencias hasta sofisticados microcontroladores, incluyendo fuentes de alimentación, generadores de señales y muchas otras prestaciones. Los circuitos electrónicos diseñados en este software pueden ser simulados en tiempo real gracias a que permite introducir numerosas familias de microcontroladores y añadir programas compilados que se quieren llevar a cabo. Esta herramienta además de permitir simular microcontroladores también permite combinar diferentes dispositivos como por ejemplo pantallas LCD o GLCD, Motores, compuertas lógicas, circuitos integrados, displays, entre otros.



Fig. 13 Interfaz de inicio de Proteus

B. Eagle

EAGLE es un software de diseño de diagramas y circuitos impresos con auto enrutador. Este software es muy conocido a nivel mundial debido a que posee muchas versiones gratuitas y con una gran cantidad de bibliotecas que permiten diseñar placas para infinidad de dispositivos electrónicos. EAGLE contiene un editor de diagramas electrónicos en el que los componentes pueden ser colocados con un solo clic y

fácilmente enrutarlos con los otros componentes tanto de forma manual como automática.



Fig. 14 Interfaz de entrada a Eagle

VI. JED-PRO

A. Descripción general del Prototipo

El presente prototipo el cual será denominado JED-Pro (Juguete Electrónico Didáctico Programable) tiene como característica principal la lógica de programación tangible para niños. Esta lógica de programación está basada en pequeñas piezas de instrucciones con diferente valor resistivo, las cuales son insertadas en un tablero electrónico en forma de secuencia para poder ser leídas a través de los pines analógicos del microcontrolador que en este caso va ser la plataforma Arduino.

La lógica de programación tangible diseñada en este proyecto consta de 8 bloques de instrucciones diferentes, esto conlleva a la necesidad de utilizar 8 valores resistivos que permitan diferenciar cada una de las funciones o instrucciones de las fichas insertadas sin ningún problema, por lo que estos valores deben ser bastante distantes entre sí.

Las fichas de instrucciones son insertadas en la interfaz de programación, la cual consta de 16 entradas y un circuito de control basado en la plataforma Arduino, Este circuito de control se encarga de leer el valor resistivo de cada una las instrucciones insertadas y va relacionando el valor leído con el valor de las instrucciones previamente asignado. Después de identificar va almacenando las instrucciones temporalmente en un vector alojado en la memoria flash mientras termina de leer todas las instrucciones. Una vez finalizada la lectura de instrucciones procede a enviar en forma de cadena una por una las instrucciones a través del puerto serial conectado a un módulo inalámbrico hacia el robot representado por un carrito que procede a ejecutar las instrucciones una después de otra hasta culminar la secuencia. Todo este proceso se realiza en milisegundos una vez que el niño pulse el botón de inicio igualmente ubicado el tablero.

El robot recibe todas las instrucciones y las almacenas en un vector en el orden en que fueron recibidas para posteriormente ejecutarlas, entre las instrucciones que puede ejecutar el robot están: Avance Adelante, Giro a la Derecha y Giro a la Izquierda; Estas son las instrucciones básicas las cuales se pueden acompañar con estructuras de control repetitivas o condicionales como IF y FOR.

B. Primer Prototipo

El primer prototipo de JED-Pro se construyó como un elemento para la realización de pruebas de funcionamiento y poder tener claro los requerimientos finales del sistema tanto de hardware como de software. Este primer prototipo se elaboró utilizando las placas Arduino UNO y Arduino MEGA para el Robot y la Interfaz de Programación respectivamente.

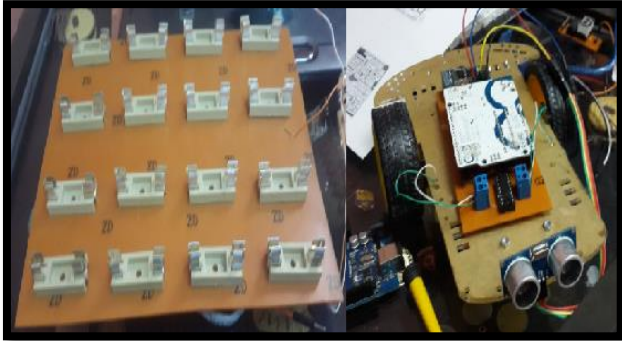
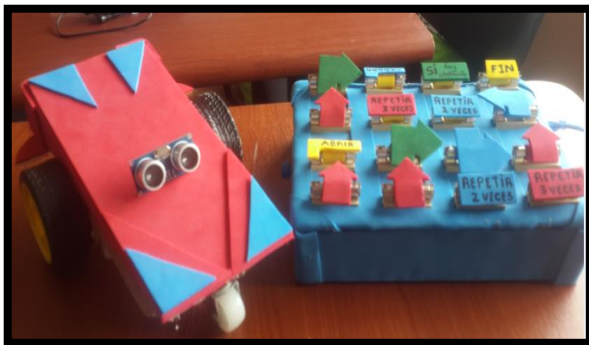


Fig. 15 Primer prototipo de JED-Pro

C. Segundo Prototipo de JED-Pro

Una vez realizada las pruebas de funcionamiento tanto del software como del hardware se procedió a diseñar el aspecto visual del juguete mediante la elaboración de cubiertas o carcasas tanto para el robot como la interfaz lo que dio lugar al segundo prototipo de JED-Pro. Como material principal de las carcasas se utilizó fomic, este material a parte de darle un aspecto atractivo también resulta ser un material aislante que ayuda a proteger los dispositivos electrónicos.



D. Prototipo Final de JED-Pro

1) *Interfaz de Programación:* La interfaz de programación consiste en un tablero de forma rectangular en el cual los niños insertan las fichas de instrucciones permitiendo programar una secuencia de hasta 16 instrucciones. La interfaz únicamente debe ser alimentada con una fuente de poder de 5 voltios y va estar lista para que niños y niñas se diviertan programando.

El circuito de control está compuesto por dos circuitos integrados que permiten multiplexar las entradas para obtener las 16 entradas analógicas que requiere el sistema, en lo se refiere a la programación del microcontrolador de la placa Arduino Mini-Pro se utilizan las funciones de conversión

análoga digital para la lectura de los valores analógico que arrojen las fichas de instrucciones, también se va a utilizar un pin digital configurado como entrada para el botón de inicio y un pin digital como salida para un led indicador de encendido, además se inicializara la función de comunicación serial a través de la cual se va enviar los datos hacia el modulo bluetooth HC-05 el que estará configurado como Maestro para que el modulo que contiene el robot se pueda vincular y recibir los datos.



Fig. 16 Diseño Final de la interfaz de programación de JED-Pro

2) *Robot JED-Pro:* El robot de JED-Pro es el elemento que ejecuta las instrucciones programadas por los niños en tiempo real. Este robot está compuesto básicamente por un kit chasis, el cual está conformado por dos motores DC, una base plástica y una rueda omnidireccional; un sensor ultrasónico y el circuito de control basado en Arduino.

Para el diseño del robot se acogieron las características del primer prototipo debido a la gran aceptación que tuvo su apariencia; en lo único que cambia en relación al primer prototipo es en el circuito de control, el cual utiliza una plataforma Arduino Mini-Pro en lugar del Arduino uno, este cambio se realizó únicamente con el afán de optimizar el costo del prototipo ya que las dos placas cuentan con características similares.



Fig. 17 Diseño Final del Robot JED-Pro

3) *Programación Tangible:* La programación tangible está orientada al aprendizaje y consiste en hacer que las instrucciones se vuelvan físicas es decir que se puedan tocar o manipular directamente con nuestras manos. El propósito de la

programación tangible es ocultar las varias líneas de código que pueden asustar o intimidar a los usuarios bajo fichas físicas que tengan funciones determinadas para facilitar la asignación de instrucciones, en este caso se va utilizar la programación tangible para guiar un pequeño robot que cumple con las siguientes instrucciones: avance adelante, giro a la derecha y giro a la izquierda.

El Bloque de Instrucciones está compuesto por un total de 27 de fichas. Cada ficha representa una instrucción o una estructura de control de programación y para que la interfaz pueda identificar la función de la ficha insertada cada una posee un valor resistivo diferente.

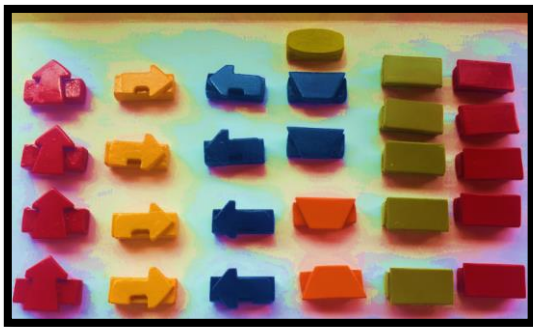


Fig. 18 Bloque de instrucciones de la programación tangible

VII. ANÁLISIS DE JED-PRO

JED-Pro es un juguete didáctico basado en software y hardware que sirve como elemento de apoyo para enseñar lógica de programación y fomentar la cultura de creación de tecnología desde tempranas edades de forma lúdica. El objetivo del juego es programar un robot mediante programación tangible para guiarlo a través de un trayecto o ruta propuesta.

En el diseño y construcción del prototipo de JED-Pro se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) Elaborar el diseño de las carcasas del juguete con colores y formas que llamen la atención de los niños y a la vez proteja los circuitos electrónicos.
- 2) Desarrollar un programa en la plataforma Arduino que permita a los niños programar el robot de forma tangible.
- 3) Utilizar la placa Arduino Mini-Pro para optimizar el costo económico del juguete.
- 4) Elegir los elementos y dispositivos electrónicos acordes al funcionamiento del prototipo.
- 5) Garantizar la vinculación entre módulos bluetooth mediante la autenticación de la dirección MAC.
- 6) Utilizar una batería de Ion de Litio para alimentar el circuito electrónico del Robot para que funcione de forma totalmente inalámbrica.

VIII. CONCLUSIONES

- ❖ Para conocer la capacidad de aprendizaje de los niños se realizó una investigación de las teorías del aprendizaje y de las características evolutivas de los niños de 4 a 7 años, la misma que permitió entender que los niños que oscilan entre estas edades se encuentran en una etapa del pensamiento intuitivo, en la cual desarrollan habilidades de aprendizaje por lo tanto si es posible que los niños adquieran conocimientos, entre ellos de programación, tomando en cuenta que unos niños pueden aprender con mayor facilidad que otros.
- ❖ El elemento principal del presente trabajo es un juguete, por lo que se investigó cual es la incidencia de los juguetes didácticos en el proceso de aprendizaje de los niños y se llegó a la conclusión de que son de vital importancia ya que el juego es algo innato de los niños y es la forma más adecuada de impartir conocimientos a los menores.
- ❖ Se desarrolló una lógica de programación tangible basada en la plataforma Arduino, la cual se introdujo en el juguete con el afán de familiarizar a los niños con conceptos básicos como lo son instrucción, secuencia y estructuras de control de una forma lúdica y sin necesidad de dispositivos inteligentes.
- ❖ Se logró diseñar un Juguete Electrónico Didáctico como elemento de apoyo a la enseñanza de programación y las nuevas tendencias de educación, que busca inculcar el desarrollo tecnológico desde tempranas edades; Basándose en conocimientos previos de electrónica y tecnologías inalámbricas adquiridos durante la carrera de ingeniería en electrónica y redes de comunicación y a la vez aportando con un granito de arena al cambio de la matriz productiva del país.
- ❖ Para potencializar el uso de JED-Pro se realizó un manual de usuario que indica cómo deben ser presentados cada uno de los elementos del juguete a los niños, además contiene la explicación de las funcionalidades y posibles retos que ayudan principalmente en la inicialización y familiarización de la programación tangible de juguete.
- ❖ Las pruebas de JED-Pro se realizaron con niños entre las edades de 4 a 7 años donde se pudo ver la gran aceptación por parte de los padres de familia y principalmente de los niños mismo, donde se pudo observar su gran predisposición por jugar y aprender; En un principio se notó la dificultad de entender el uso de estructuras de control principalmente en los niños más pequeños, sin embargo poco a poco fueron incorporándolas en sus programas.

IX. REFERENCIAS

- [1] L. L. Román, Programación estructurada y orientada a objetos: un enfoque algorítmico (3a. ed.), Mexico: Alfaomega Grupo Editor, 2011.
- [2] J. Letrán, «Corto Circuito,» Diciembre 2011. [En línea]. Available: <http://www.cortoc.com/2011/12/introduccion-arduino.html>.
- [3] Valeria de Elia, Paula de Elia, «Niños creadores de tecnología,» 12 Noviembre 2014. [En línea]. Available: <http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/469.pdf>.
- [4] I. Almeida y J. Ochoa, «Repositorio UPS,» 2013. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4498/1/UPS-GT000403.pdf>.
- [5] I. I. C. Arcega, «Conductismo, Cognitivismo y Diseño Instruccional,» Buenos Aires, 2009.
- [6] O. Arduino, «Arduino Oficial,» 21 Abril 2015. [En línea]. Available: <http://www.arduino.cc/>.
- [7] ARDUINO, «Pagina Oficial Arduino Uno,» 16 Noviembre 2014. [En línea]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>.
- [8] L. Arroyo, «Repositorio ESPOCH,» 2014. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3139/1/65T00104.pdf>.
- [9] Ó. T. Artero, Arduino : curso práctico de formación, Madrid: RC Libros, 2013.
- [10] M. Bers, «educ.ar,» 10 Diciembre 2008. [En línea]. Available: <http://portal.educ.ar/debates/educacionytic/inclusion-digital/ensenar-a-programar-a-los-nino.php>.
- [11] I. Zamora, «ABC Tecnología,» 4 Febrero 2015. [En línea]. Available: http://www.abc.es/tecnologia/informatica/20140915/abc-programacion-201409111713_2.html.
- [12] E. Urgiles y D. Colcha, «Diseño e implementación de un sistema de comunicación Omron – Celular para medir la presión arterial,» 2015. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3794/1/98T000631.pdf>.
- [13] R. TABERNER, «ENCODERS ÓPTICOS,» 2015. [En línea]. Available: http://www.infopl.net/files/documentacion/instrumentacion_deteccion/infoPLC_net_ENCODERS_OPTICOS.pdf.
- [14] A. M. Salsa, Desarrollo simbólico en niños pequeños: el rol de la instrucción en la comprensión y el uso de símbolos, Red Interdisciplinaria, 2005.
- [15] J. Montesinos, «Red de sensores auto-configurable mediante tecnologías ZigBee y Arduino con monitorización por aplicación Android,» Septiembre 2013. [En línea]. Available: <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3678/1/tfg176.pdf>.
- [16] L. V. Montes, «La importancia de los juguetes,» 15 Abril 2012. [En línea]. Available: <http://www.nuestrosninos.com/PDFs/130-importanciadejuguetes.pdf>.
- [17] N. Monsalve, «Robótica I,» 24 Febrero 2015. [En línea]. Available: http://www.nelsonmonsalveo.com/2015_02_01_archive.html.
- [18] MinisteriodeEducación, «Currículo de Educación,» 2014. [En línea]. Available: <http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/06/curriculo-educacion-inicial-lowres.pdf>.
- [19] M. M. G. Michay, «“Diseño de Material Didáctico,» 2012. [En línea]. Available: <http://memorias.utpl.edu.ec/sites/default/files/documentacion/arte2013/utpl-diseno-material-didactico-matematico.pdf>.
- [20] C. Martín Biezma, Didáctica de la educación infantil, Macmillan Iberia, S.A., Diciembre 2013.
- [21] O. Guzman, «HetPRO,» 25 Abril 2014. [En línea]. Available: <http://hetpro-store.com/TUTORIALES/arduino/comunicacion/modulo-lector-rfid-rc522-rf-con-arduino/>.
- [22] M. Cisneros Estupiñán, Cómo elaborar trabajos de grado (2a. ed.), Ecoe Ediciones, 2012.
- [23] P. Chacón, «El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje,» *Nueva Aula Abierta*, p. 16, 2008.
- [24] J. P. Casares, «AMIVA,» Julio 1999. [En línea]. Available: <http://usablehack.com/amiva/AMIVA.pdf>.
- [25] F. J. Casares, «ELECTROTECNIA,» 2012. [En línea]. Available: http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/pdf-master/05-Comunicacion_Serie-paralelo.pdf.
- [26] A. A. M. d. Carmen, «Diseño de un Manual de Estrategias Metodológicas para la Integración de la Informática en el Desarrollo Integral de los niños/as de 4 – 5 años, en el Centro de Desarrollo Infantil UTE,» 4 Abril 2007. [En línea]. Available: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11444/1/32589_1.pdf.
- [27] P. Cabrera y E. Nato, «Repositorio ESPE,» Diciembre 2012. [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6395/1/T-ESPEL-CDT-0991.pdf>.
- [28] A. Cabrera y G. Delgado, «Repositorio UZuay,» 2014. [En línea]. Available: <http://dspace.uzuay.edu.ec/bitstream/datos/3610/1/10292.pdf>.
- [29] BricoGeek, «BricoGeek,» 15 Noviembre 2014. [En línea]. Available:

<http://tienda.bricogeek.com/home/562-tarjeta-rfid-mifare-blanca-1356mhz.html>.

Autor



EDGAR EDUARDO CARTAGENA, nació en Ibarra, Ecuador el 18 de Enero de 1991. Sus estudios primarios los realizo en la Escuela Gral. Luis Leoro Franco, Se graduó de bachiller en la especialidad de Físico Matemático en la Unidad Educativa Experimental Teodoro Gómez de la Torre, en Ibarra. Actualmente es egresado de la Universidad Técnica del Norte en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación.