



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN

Artículo Técnico

Nombre de Proyecto: “PROTOTIPO ELECTRÓNICO PROGRAMADO MEDIANTE BLOQUES CON UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA ENSEÑANZA DE PROGRAMACIÓN A NIÑOS DE 10 A 12 AÑOS EN LA CIUDAD DE IBARRA”.

AUTOR: WILMAN ROBERTO SUÁREZ ZAMBRANO.

DIRECTOR: ING. CARLOS VÁSQUEZ.

IBARRA, 2016

Prototipo electrónico programado mediante bloques con una aplicación móvil para la enseñanza de programación a niños de 10 a 12 años en la ciudad de Ibarra

Carlos A. Vásquez, Wilman R. Suárez

Resumen— El presente proyecto consiste en la implementación de un prototipo electrónico programado mediante bloques que tiene como objeto la enseñanza de bases de programación hacia los niños y niñas escolares comprendidas entre las edades de 10 a 12 años; el mismo que permitirá involucrar a los escolares en la tecnología a través del uso de las herramientas tecnológicas que tienen a disposición conjuntamente con el prototipo implementado propiamente para este propósito y a la vez que se fundamentan las bases de programación orientándose para su vida académica y tecnológica. El Prototipo Electrónico implementado para este trabajo de titulación pretende dar a conocer a los niños los elementos básicos de la lógica de programación de manera sencilla, apoyarlos en su aprendizaje de manera interactiva usando un Smartphone y el prototipo, estos les dará una experiencia nueva en su proceso de razonamiento puesto que descubren y desarrollan nuevas formas de crear, asimilar un conocimiento y resolver problemas por su propia cuenta. El niño no está sujeto a una forma de pensar y razonar sino que está en libertad de resolver sus problemas de varias formas.

Palabras claves — Prototipo Electrónico, programación, bloques.

I. INTRODUCCIÓN

En este mundo cambiante, en una época donde predomina el avance tecnológico y la presentación a diario de nueva tecnología tanto en hardware como en software, las aplicaciones y sistemas electrónicos cada vez más avanzados hacen que nuestro país una vez más se vea relegado por las potencias en la creación y desarrollo de tecnología; los estudiantes primarios y secundarios deben adaptarse a ese cambio acelerado, siendo conscientes que son los llamados a cambiar el panorama actual en nuestro medio para fomentar el desarrollo tecnológico.

Este proyecto se lo realizó previo para obtener el título profesional en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte (Ibarra – Ecuador).

E.D. Jaramillo, ejerce la función de coordinador de carrera de la Universidad Técnica del Norte, en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación (edjaramillo@utn.edu.ec).

W.R. Suárez, egresado de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Redes de Comunicación (wrsuarez@utn.edu.ec).

El fomento de plataformas libres no licenciadas les da la pauta para involucrarse en el tema tecnológico e informático haciendo de lado el tema económico para generar conocimiento y que mejore la capacidad de rendimiento académico que existe en nuestros jóvenes para llevar al país al desarrollo y generación de tecnología. Este prototipo electrónico presentado en este proyecto se implementó con el objetivo de cambiar la situación actual de aprendizaje en estos campos, siendo una herramienta didáctica que les permitirá conocer y explorar el mundo de la tecnología desde el punto de vista del desarrollador.

En este proyecto encontrará una revisión de las teorías de aprendizaje usadas en el ámbito educativo, conceptos básicos de programación orientada a las edades propuestas, herramientas de hardware y software como de tecnologías de comunicación para la implementación de este prototipo. Además un análisis costo beneficio acerca de la viabilidad del prototipo y las conclusiones y recomendaciones generadas a los largo del desarrollo del prototipo..

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las siguientes definiciones y conceptos son necesarios conocerlos para tener bases teóricas en el desarrollo del proyecto.

A. Teorías de Aprendizaje

Las teorías de aprendizaje tratan de describir algunos procesos por los cuales tanto los seres humanos como los animales aprenden, desde que se implantaron estas teorías numerosos profesionales en el tema como psicólogos y pedagogos han aportado diversas teorías respecto a este tema. [1]

1) Teoría Conductista

El conductismo como se lo suele llamar aparece como una teoría psicológica y posteriormente se aplicó en la educación formal. Esta es una teoría pionera que vino a influir con gran peso la forma como se comprende el aprendizaje humano. Anterior a la aparición del conductismo el aprendizaje era admitido como un proceso interno y se lo investigaba por medio del método llamado “introspección” en el cual se les pedía a las personas que relataran y describieran que es lo que estaban pensando.

2) Teoría Cognitiva

Los estudios enfocados en la teoría cognitiva desde sus inicios se presentan como la teoría que ha de relevar a las perspectivas conductistas que habían regido hasta ese entonces la psicología, todas las ideas tuvieron aportes de diferentes investigadores y teóricos que influyeron positivamente para que esta teoría se conforme, tales como:

Jean Piaget y la psicología genética, David Ausubel y el aprendizaje significativo, Jerome Bruner y el aprendizaje por descubrimiento, por citar a los más relevantes.

3) Teoría Constructivista

Esta teoría de constructivismo es compartida por diferentes tendencias de la investigación psicológica y educativa. Entre estas se puede encontrar las teorías de Jean Piaget (1952), David Ausubel (1963) y Jerome Bruner (1960), a pesar de que ninguno de estos teoristas se denominó como constructivista sus ideas y propuestas ciertamente ilustran las ideas en este sentido. El constructivismo es principalmente una epistemología, es decir, una teoría que intenta explicar cuál es la naturaleza del conocimiento humano. El constructivismo aclara que nada viene de nada, que el conocimiento previo da nacimiento a conocimiento nuevo.

TABLA 1.
COMPARATIVA ENTRE TEORÍAS DE APRENDIZAJE

Aprendizaje como	Enseñanza	Foco Instruccional	Resultados
Adquisición de respuestas	Suministro de retroalimentación	Centrado en el currículo (Conductas correctas)	Cuantitativos (Fuerza de las Asociaciones)
Adquisición de conocimiento	Transmisión de Información	Centrado en el currículo (Información Apropiaada)	Cuantitativos (Cantidad de información)
Construcción de Significado	Orientación del proceso cognitivo	Centrado en el alumno (Procesamiento significativo)	Cualitativos (Estructura del conocimiento)

B. Etapas del desarrollo cognitivo según Jean Peaget

Dentro de las etapas del desarrollo cognitivo planteadas, estudiadas y presentadas por Jean Piaget, uno de los principales psicólogos que se dedicó al estudio del desarrollo cognitivo de los niños desde el nacimiento hasta su juventud, planteó una composición de cuatro etapas: Sensorio motora, Pre operacional, Operaciones Concretas y Operaciones Formales. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se cita cada una de las etapas con sus edades y características. A breve descripción la primera etapa o Sensorio motora comprende desde el nacimiento hasta los dos años de edad, y como principal característica indica que los lactantes aprenden por medio de sus sentidos y actividad motora, la segunda etapa o Pre operacional comprende desde los dos años hasta los 7 años de edad, como principal característica indica que los niños se sofistican más en su uso de pensamiento simbólico, pero sin poder utilizar aun la lógica, la tercera etapa u Operaciones Concretas comprende desde los siete años hasta los doce años de edad, como principal característica los niños desarrollan el pensamiento lógico, pero no abstracto y por último la etapa de Operaciones Formales que comprende a partir de los doce años hasta aproximadamente los 19 años de edad, su principal característica indica que los adolescentes adquieren capacidad para pensar de manera abstracta. [2]

TABLA 2.

COMPARATIVA ENTRE TEORÍAS DE APRENDIZAJE

Etapas	Edad	Características
Sensorio motora	Nacimiento - 2 años	Los lactantes aprenden por medio de sus sentidos y actividad motora
Pre operacional	2 - 7 años	Los niños se sofistican más en su uso de pensamiento simbólico, pero sin poder utilizar aun la lógica
Operaciones Concretas	7 - 12 años	los niños desarrollan el pensamiento lógico, pero no el abstracto
Operaciones Formales	12 años en adelante	Los adolescentes adquieren capacidad para pensar de manera abstracta

C. Tecnología, Incidencia en los niños

La tecnología en la última década ha visto un abrumante crecimiento y desarrollo en todas las gamas que la conforman, desde la internet como expansión para el soporte de todas las tecnologías y dispositivos como de todos los productos, programas y aplicaciones que han sido desarrollados enfocándose en las personas como directos beneficiarios y principales consumidores. Los niños están creciendo en un mundo digital, por lo que la tecnología está integrada en sus vidas. Laptops de juguete, teléfonos celulares y teclados, están disponibles para que los niños exploren el mundo y los incorporen a sus juegos. Ellos podrían percibir que hay cámaras, DVDs, teclados electrónicos, discos compactos, computadoras, tabletas, TV y teléfonos celulares en uso a su alrededor, y como los niños pequeños son curiosos y quieren darle sentido a su mundo, están dispuestos a involucrarse con ellos. Este contacto de los niños con los dispositivos electrónicos y en especial con los Smartphone conlleva una incidencia tanto positiva como negativa; si el niño o niña usa la tecnología de manera moderada bajo supervisión de sus padres o familiares y con actividades y contenido adecuado a su edad sin crear una dependencia hacia el dispositivo puede ser de enorme utilidad y beneficio para el niño o niña, mas no será de ayuda y beneficio alguno si el niño o niña tienen acceso a estos dispositivos sin supervisión y restricción del contenido al que acceden generándole un posible daño y dependencia hacia estos. [3]

D. Programación enfocada a niños

Aprender a programar desde temprana edad es como aprender un nuevo idioma, entre más temprano se haga, más sencillo será para el pequeño adquirir las destrezas y habilidades del objeto a comprender. Se requiere de paciencia, compromiso y práctica para dominar tales habilidades a largo plazo. No solo incrementa la resolución de la adquisición del lenguaje y significado, además incentiva la habilidad de comprensión, utilizando la analogía del discurso como herramienta principal. Sin duda son nuevas formas de expresión a través del lenguaje cifrado en nuevas tecnologías. Hoy en día, en países de Europa, como Estonia, se fomenta a los niños a aprender código desde primer año de educación elemental. Los pequeños que a temprana edad aprenden a

codificar tienden a desarrollar nuevas capacidades de resolución de problemas y nuevas aptitudes de aprendizaje lógico-verbal. Programar es establecer instrucciones lógicas y ordenadas para ser ejecutadas por un ordenador o sistema programable. El resultado de esta tarea es un paquete de instrucciones al que se lo llama programa. El objetivo de programar es enfocarse en resolver un problema y establecer como un dispositivo u ordenador debe trabajar. [1]

1) Lenguaje de programación

Un lenguaje de programación es una herramienta que permite crear programas y software que controle el comportamiento físico y lógico de una máquina. Como ejemplo se tiene C++, Delphi, Visual Basic, Pascal, Java entre otros.

2) Programa

Un programa es una secuencia de instrucciones escritas en un lenguaje de programación que orientan al computador o al dispositivo programable a realizar una actividad o a la resolución de un problema en específico.

3) Algoritmo

Un algoritmo es una secuencia ordenada de pasos u operaciones que derivan en la resolución de un problema o la realización de una tarea específica, siendo estos claros, lógicos y tienen un principio y final.

4) Estructuras de control

Las estructuras de control son pieza fundamental en los lenguajes de programación, permitiendo que las instrucciones se ejecuten indistintamente del orden como fueron concebidas. **Condicionales;** Las estructuras de control condicional permiten la ejecución de secuencias en relación a una condición establecida, permitiendo la ejecución de las instrucciones si y solo si se cumple la condición y **Repeticiones;** Las estructuras de control de bucles o repeticiones permiten ejecutar repetidamente un conjunto de instrucciones la cantidad de veces que se establezca en la condición, por tanto ejecutará las repeticiones que sean necesarias hasta cumplir con la condición establecida.

E. Programación mediante bloques

Los bloques son una sección de código con una o más declaraciones y sentencias. Un lenguaje de programación que admite bloques, encerrando bloques anidados dentro de otros bloques o sección de código es denominado lenguaje de programación estructurado mediante bloques. La función de los bloques de programación es permitir que ciertos grupos de sentencias sean tratados como si fueran una sola sentencia o un solo conjunto, y restringir el ámbito léxico de las variables, los procedimientos y funciones declaradas en un bloque para que no entre en conflicto con variables con el mismo nombre utilizadas para diferentes propósitos en otras partes de un programa. [6]

F. Herramientas para la enseñanza de programación a niños

A continuación se detalla tres plataformas que permiten el uso y la interacción con la programación mediante bloques y se enfocan en cumplir los objetivos de dar a conocer a los escolares la programación o el fundamento de la codificación

con sencillas sentencias y secuencias lógicas acorde a su edad: [7]

1) Scratch

Scratch es un programa propuesto directamente a los niños en etapa escolar que les permite conocer, explorar y experimentar con los conceptos básicos de programación de computadores a través del uso de una amigable interfaz gráfica.



Figura 1. Logo Scratch

2) Code.org

Code.org, una organización sin fines de lucro con un meritorio objetivo: “difundir la programación como parte de la educación básica de los jóvenes”.

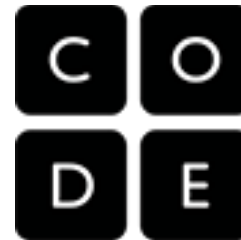


Figura 2. Code.org

3) MIT App Inventor

App Inventor es un entorno de desarrollo de aplicaciones para dispositivos electrónicos Android basado en bloques, desarrollado inicialmente por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) para cualquier persona con interés de crearse su propia aplicación móvil para cualquier campo.



Figura 3. MIT App Inventor

G. Tecnologías Inalámbricas

Las tecnologías inalámbricas usan ondas de radiofrecuencia de muy baja potencia y en una banda específica, son de uso libre para transmitir y comunicarse, entre dispositivos, estos parámetros de libertad de transmisión, sin necesidad de licencia, han beneficiado que el número de equipos,

especialmente los ordenadores, que usan las ondas para comunicarse, a través de redes inalámbricas haya incrementado significativamente. La tendencia a la movilidad y la necesidad de estar en varios lugares al mismo tiempo ha permitido desarrollos significativos en las tecnologías y los sistemas inalámbricos, y el objetivo es ir reemplazando los cables en todo tipo de comunicación que desde el punto de vista técnico sea factible, no solo en el campo de las telecomunicaciones sino también en televisión, telefonía, seguridad, domótica entre otros. Un fenómeno social que ha adquirido gran importancia en todo el mundo como consecuencia del uso de las tecnologías inalámbricas son las comunidades wireless que buscan la difusión de redes alternativas a las establecidas y comerciales. [8]:

1) *Wi - Fi*

Wi-Fi está diseñado para la comunicación de dispositivo a dispositivo, en reemplazo de las redes cableadas, permite navegar por Internet a velocidades de banda ancha cuando se enlaza a un punto de acceso. Wi-Fi ofrece mucha mayor velocidad de datos, mientras que Bluetooth y Zigbee ofrecen cantidades inferiores. Wi-Fi funciona tanto en 2,4 Ghz o 5 Ghz como banda de frecuencia, y es compatible con dispositivos con una fuente de alimentación constante.

2) *Bluetooth*

Bluetooth está diseñado para permitir a los módulos periféricos de corto alcance de las computadoras, tales como ratones de ordenador, teclados, impresoras, entre otros, puedan “hablar” con el equipo, véase el logo en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Esta gama de aplicaciones se conoce como red de área personal inalámbrica (WPAN). Bluetooth opera con una banda de frecuencia de 2,4 Ghz, y realmente sólo funciona bien dentro de una habitación, no a través de una casa entera, su alcance es limitado.

3) *ZigBee*

Este es un protocolo inalámbrico que también opera en la banda de 2,4 Ghz, como Wi-Fi y Bluetooth, pero manipula velocidades de datos más bajas, es una solución ideal para crear redes flexibles y robustas para aplicaciones de control y monitoreo.

TABLA 3. COMPARATIVA ENTRE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS

	ZigBee	Wi-Fi (802.11)	Bluetooth
Aplicación	Monitoreo y control	Email, web, video	reemplazo de cable
capa Física/MAC	IEEE 802.15.4	IEEE 802.11	IEEE 802.15.1
Velocidad de datos	20, 40 y 250 Kbits/s	11 - 54 Mbits /s	1 Mbit/s
Rango	10 - 100 metros	50 - 100 metros	10 metros
Topología de red	Ad-hoc, estrella, malla	Punto a hub	Ad-hoc, redes muy pequeñas
Frecuencia de operación	868 Mhz EU, 928 Mhz EUA, 2.4 Ghz	2.4 y 5 Ghz	2.4 Ghz
Complejidad	Baja	alta	alta

Consumo de energía	muy baja	alta	medio
Numero de dispositivos por red	64 K	32 por punto de acceso	7
Latencia de red	< 30 ms	Conexión 3 - 5 sec	hasta 10 sec
Aplicaciones típicas	Monitoreo y control industrial, sensores	Conectividad LAN inalámbrica	Conectividad inalámbrica entre dispositivos

H. *Plataforma Electrónica Arduino*

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fácil de usar, está dirigido a personas interesadas a realizar cualquier tipo de proyecto interactivo, las placas Arduino son capaces de leer las variables o la luz en un sensor, un dedo en un botón, o un mensaje de Twitter y transformarla en una salida para la activación de un motor, encender un diodo LED o publicar algo en línea. Se puede ordenarle a la placa qué hacer mediante el envío de un conjunto de instrucciones al microcontrolador ubicado en la placa. Para esto se utiliza el lenguaje de programación de Arduino basado en Wiring, y el software de Arduino (IDE), basado en Processing.

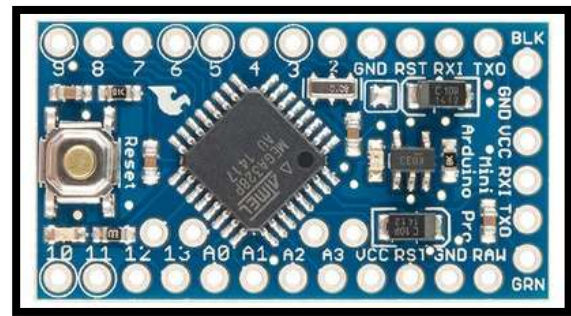


Figura 4. Arduino Mini PRO

TABLA 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ARDUINO MINI PRO

Especificaciones Técnicas	
Microcontrolador	ATmega328
Voltaje de Operación	3.3 - 5V
Voltaje de Entrada	3.35 – 12 V
Pines Digitales I/O	14 (6 proveen salidas PWM)
Pines Análogos de Entrada	6
EEPROM	1 KB
Corriente directa por pin I/O	40 mA
memoria Flash	32 KB. 0.5 KB usados para gestor de arranque.
SRAM	2 KB
Velocidad de reloj	8 Mhz
Largo	33 mm
Ancho	18 mm

III. DESARROLLO DEL PROTOTIPO ELECTRÓNICO PROGRAMADO MEDIANTE BLOQUES CON UNA APP MÓVIL

A. Descripción general del proyecto

El proyecto consta básicamente de tres fases o etapas que se irán citando y detallando en el desarrollo del diseño del proyecto, la aplicación móvil que abarcará las secuencias básicas de programación en bloques para la enseñanza de los fundamentos de programación a los niños escolares de diez a doce años de edad, la comunicación entre la aplicación móvil y el prototipo electrónico y la implementación final del prototipo electrónico que aplicará las secuencias básicas de programación que son enviadas desde el celular y más específicamente de la aplicación móvil.

B. Selección del material a utilizar en la carcasa del prototipo

La madera es un material de origen natural, utilizada en una gran variedad de artículos principalmente del hogar, es un recurso renovable, abundante, orgánico, económico y con el cual es muy fácil de trabajar y moldear. Posee múltiples ventajas como docilidad al manejo, flexibilidad, resistente, calidad y belleza propias del material obtenidas en el tallado, es un material dieléctrico, sus propiedades, su disponibilidad en el mercado local y su fácil manejabilidad ha hecho que sea elegida como material a usar en la carcasa del prototipo.

C. Selección de la plataforma para la aplicación

App Inventor desarrolla aplicaciones para dispositivos electrónicos Android basado en bloques, se enfoca en el aprendizaje escolar en beneficio de escuelas e institutos, es fácil de programar, posee una interfaz muy amigable y permite visualizar el desarrollo paso a paso y permite generar una aplicación para instalación, esta plataforma nos permite crear y diseñar aplicaciones móviles basadas en la programación por bloques, es fácil de comprender para los niños con las edades a las que se ha enfocado y permite empaquetar todo el código en una aplicación instalable en dispositivos móviles.

D. Diseño del primer prototipo

Se inicia con un detalle rápido en diagrama de bloques para concebir la idea del proyecto, luego más detalladamente se usará un diagrama de flujo para observar el funcionamiento de nuestro prototipo electrónico. Se diseñará las secuencias básicas de programación que serán empleadas por la aplicación móvil basada en Arquitectura Open Source, se procederá al armado del prototipo, se buscará mejoras a ese prototipo y se realizará las pruebas respectivas para dar respaldo y validez al proyecto.

1) Diagrama de Bloques

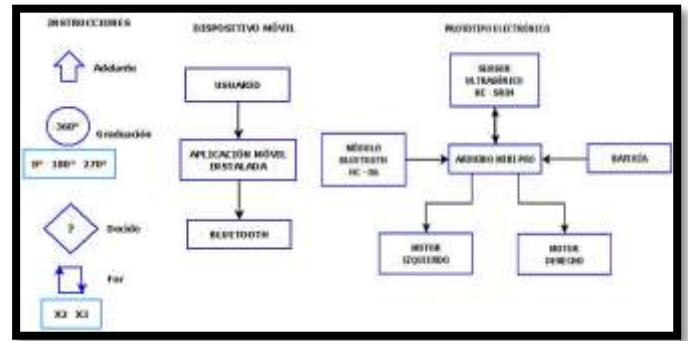


Figura 5. Diagrama de bloques

Instrucciones, cuenta con cuatro tipos de instrucciones principales, Adelante, Graduación, Decide y For (Repetición). Del tipo graduación se derivan dos sub tipos que son 0° y 180°, del tipo For se derivan dos sub tipos de repetición X2 y X3.

Dispositivo Móvil, cuenta con tres etapas, la etapa usuario es la que genera el requerimiento a través de las instrucciones soportadas por la aplicación móvil que es la segunda etapa y la tercera etapa donde los requerimientos del usuario se transmiten por Bluetooth hacia el prototipo electrónico.

Prototipo Electrónico, funciona de manera centralizada, utiliza la plataforma Arduino como gestora principal del prototipo, inicia recibiendo requerimientos en forma de caracteres a través del módulo bluetooth integrado, esos caracteres pasan hacia el gestor central o Arduino Mini PRO y este a su vez usando recursos de Batería puede satisfacer los requerimientos recibidos por el módulo bluetooth HC-05, si el requerimiento es de tipo Decidir entonces usa el sensor ultrasónico para obtener más información y dar solución a los requerimientos recibidos por el módulo bluetooth y que a su vez son del usuario.

2) Simulación

Para la simulación del proyecto se emplea el Software Proteus versión 7.9, estas versiones actualizadas disponen de las librerías de las placas Arduino ya integradas, haciendo que se facilite la simulación con la mayoría de placas disponibles de Arduino.

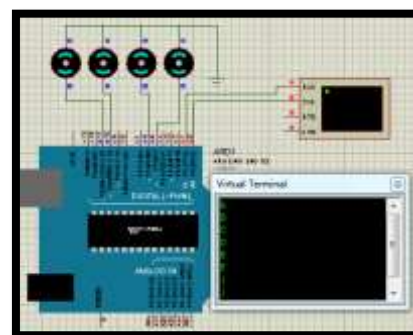


Figura 6. Simulación en Proteus

3) Diseño e impresión del circuito para la baquelita

Realizada la simulación del circuito y verificado su funcionamiento se procede a realizar un esquema para el

circuito impreso en el Software de diseño de diagramas y PCB¹s llamado Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor), es donde se genera un primer plano de la pista para ser plasmada en la baquelita, este programa permite dibujar el esquema de pista, editar en caso de cambios y eliminar pistas en caso de requerirse.

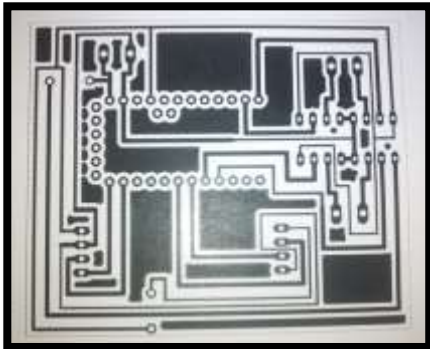


Figura 7. Impresión del diseño de circuito impreso

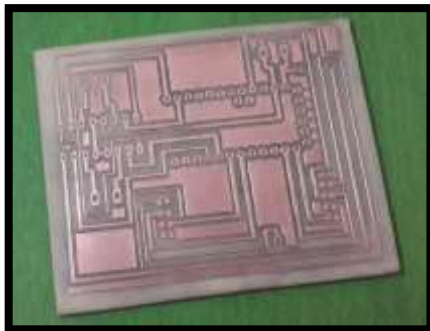


Figura 8. Baquelita terminada

E. Elección de la tecnología Inalámbrica

Bluetooth opera en la banda de frecuencia de 2.4 Ghz que es una banda no licenciada, su operatividad se ha beneficiado por corto alcance y el volumen bajo de datos que maneja, muchos periféricos trabajan con esta tecnología para la comunicación con computadoras personales, su consumo de energía es bajo por lo que se ha integrado en laptops, Smartphone y otros dispositivos y que lo hace ideal para nuestro proyecto por su coste bajo, su disponibilidad en el mercado y principalmente porque está integrado en los teléfonos móviles que nos es de gran utilidad para la aplicación móvil, se toma en cuenta a la tecnología Bluetooth para la comunicación entre nuestro Prototipo Electrónico y la aplicación móvil instalada en el celular.

F. Diseño y programación de la aplicación

En la Figura 9 se muestra la base de diseño de la aplicación móvil, se encuentra estructurada por conjunto de elementos o tablas, los botones se agrupan en una tabla, las imágenes se agrupan en otra tabla diferente y los botones principales que son los comandos se agrupan en otra tabla distinta.



Figura 9. Plataforma de diseño de MIT App Inventor

Paleta: Dispone de todos los elementos que pueden ser usados en la aplicación, se hallan cuadros de textos, botones, etiquetas, dibujos como también elementos especiales ocultos como son acelerómetros, bases de datos, cámara de video y Bluetooth.

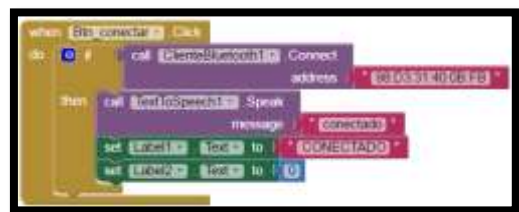
Pantalla: Muestra una cercana apariencia con la aplicación que se realiza, abarca todos los elementos posibles de la Paleta.

Componentes: Visualiza de manera organizada todos los elementos que hayan sido arrastrados desde la paleta hacia la pantalla.

Propiedades: Permite configurar las características que un elemento tiene como fuente, alto, ancho, color, porcentaje de distribución dependiendo de cada elemento



Figura 10. Base de diseño de la App Móvil



¹ Printed Circuit Board – Placa de Circuito Impreso

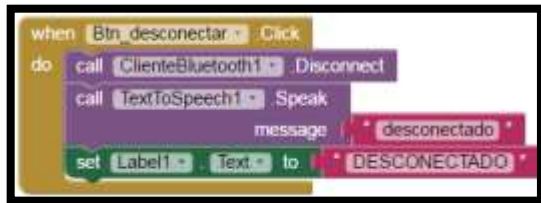


Figura 11. Ejemplo de diseño de botones

G. Implementación del primer prototipo

En este ítem se muestra los pasos a seguir para el armado de los elementos que intervienen en el prototipo, la suelta y conexiones necesarias para su correcto funcionamiento.

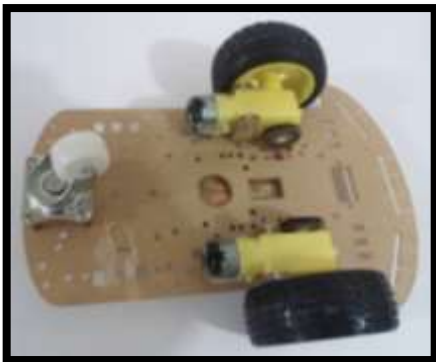


Figura 12. Elementos fijados en el chasis



Figura 15. Kit de tracción.



Figura 16. Conjunto de elementos al chasis



Figura 13. Elementos fijados sobre la placa

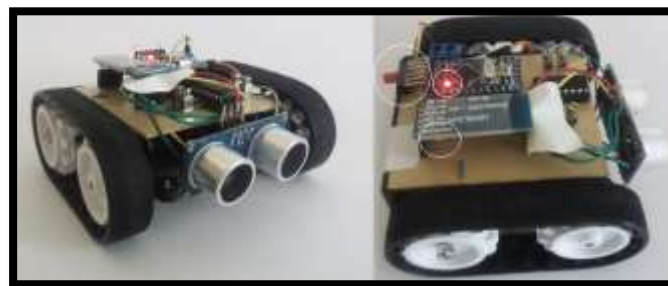


Figura 17. Prototipo Operativo

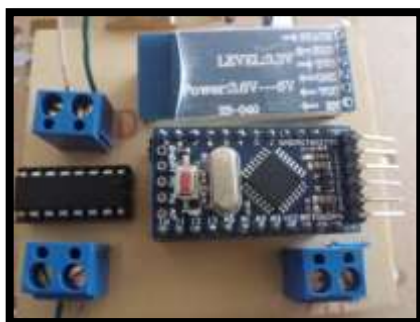


Figura 14. Módulos Instalados



Figura 18. Diseño final.

H. Diseño de las secuencias de programación

Las secuencias se desarrollan de tal manera que involucren todas las instrucciones que han sido planteadas y empleadas dentro de la aplicación móvil, estas instrucciones han sido preestablecidas respondiendo a la necesidad de la lógica de programación, tales como Avanzar, Giro a la Derecha (0°), giro a la Izquierda (180°), repeticiones de las instrucciones anteriores y decisiones que pueda tomar el prototipo electrónico en caso de encontrar un obstáculo en su camino, en la *Figura 19* se indica las instrucciones.



Figura 19. Instrucciones.

Ubicar la tabla de instrucciones y seleccionar botón Decisión, clic en llave abierta, clic en el botón Graduación y se selecciona 180°, seguido clic en llave cerrada. A continuación seleccionando el botón Repetición, en el submenú que se habilita escoger X3, seleccionar abrir conjunto, seleccionar Adelante y cerrar el conjunto. Seguido clic en Graduación, del submenú se selecciona 0°, luego avanzar y por ultimo clic en Iniciar. En la *Figura 20* se indica la explicación.

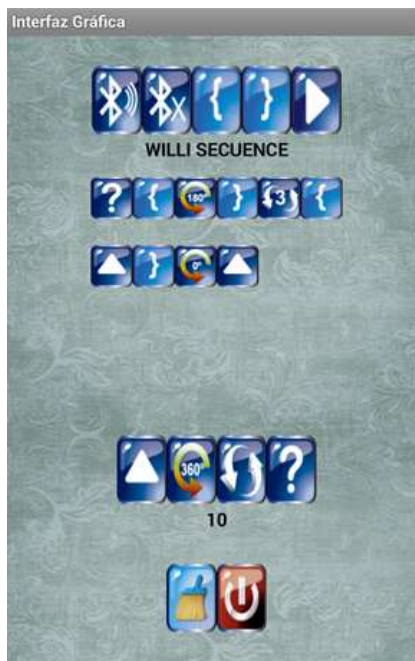


Figura 20. Secuencia de ejemplo

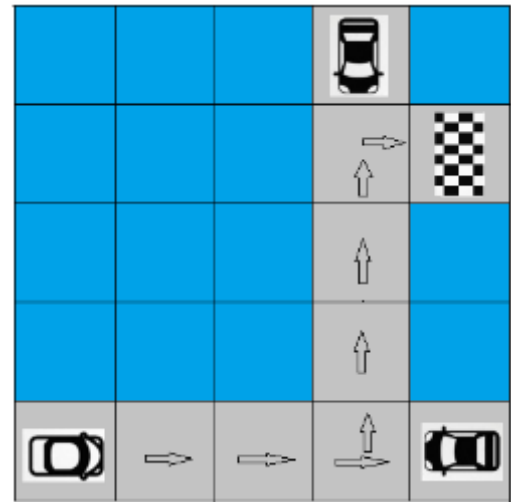


Figura 21. Aplicación de la secuencia de ejemplo

I. Pruebas y Resultados del prototipo final

Las pruebas se realizaron con diez niños y niñas pertenecientes a las escuelas de la ciudad de Ibarra en las edades comprendidas de entre 10 a 12 años que son las edades a las cuales se enfocó este proyecto, en la *Figura 22* se muestra el desarrollo de las pruebas.



Figura 22. Pruebas con niños de 10 a 12 años

Durante la realización de las pruebas se observó el interés que los escolares tuvieron desde el momento que se les explicó a breve rasgo la prueba, se les indicó y leyeron el manual de usuario y después de haber recibido indicaciones acerca de las instrucciones se procedió a la manipulación y puesta en marcha del prototipo a través de las secuencias lógicas de programación; a simple vista se obtuvieron resultados favorables que se los detalla en la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.5*. Además en el ANEXO 04 se presenta un respaldo fotográfico y como resultados observables se presenta un Video Adjunto a este trabajo

TABLA 5.
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS CON NIÑOS DE 10 A 12 AÑOS

Actividades	Explicación	Resultado
Indicaciones generales del proyecto	Se les explicó a breve rasgo como se realizaría la prueba	Los escolares mostraron interés desde que se inició con la explicación

Presentación de los elementos que constituyen el proyecto	Los elementos del proyecto se les presentó de forma separada e indicándoles su función	Cada uno de los participantes observó con atención los elementos y mostraron inquietud
Indicaciones acerca de la aplicación móvil	Se les enseñó la App móvil, las instrucciones que contiene y la forma en cómo usarla	Los niños empiezan a comprender de mejor forma de lo que se trata y empiezan a comentar entre ellos según cada uno entiende
Indicaciones acerca del prototipo electrónico	Se presentó el prototipo electrónico, como se elaboró, las partes que lo conforman y como lo usaremos	Cada niño tuvo especial interés en el prototipo, todos lo manipularon con interés, lo asemejan con un personaje de la televisión
Indicaciones de las instrucciones en la App	Se explica cada una de las instrucciones que lleva la App, lo que significa y puede realizar cada una	Aquí los niños tienen dificultades en comprender inmediatamente, se solventa inquietudes, se explica nuevamente
Generación de secuencias de prueba	Después de la explicación anterior se les impulsa a ensayar en la App	Cada niño genera secuencias de programación con las indicaciones dadas
Aplicación de las secuencias de programación en el prototipo	Se les indicó que podía realizar las secuencias de programación y aplicarlo en el prototipo	Los niños realizan las secuencias de programación, el interés incrementa significativamente luego de observar que el prototipo realiza cada una de las instrucciones que programaron

Para cada actividad se empleó un tiempo determinado como se ve en la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.6* en la cual se indicó cada uno de los procedimientos a seguir para llegar a desarrollar las secuencias de programación, cada actividad estuvo documentada, explicada y verificada que cada niño comprenda las explicaciones impartidas. Cabe recalcar que los tiempos empleados para cada niño en comprender la idea y las explicaciones varían debido a la edad y a la instrucción escolar de cada niño, además son tiempos promedio entre las mismas edades, los niños de 12 años sin duda transformaron las explicaciones en construcción de secuencias en menor tiempo que los de 11 y 10 años, este resultado se lo obtiene a través de observación directa en el transcurso de la prueba.

TABLA 6.

TIEMPOS DE PERFECCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO			
ACTIVIDADES	10 AÑOS	11 AÑOS	12 AÑOS
Indicaciones generales del proyecto	15 Minutos	15 Minutos	15 Minutos
Presentación de los elementos que constituyen el proyecto	30 Minutos	30 Minutos	30 Minutos

Indicaciones acerca de la aplicación móvil	15 Minutos	10 Minutos	10 Minutos
Indicaciones acerca del prototipo electrónico	10 Minutos	10 Minutos	10 Minutos
Indicaciones de las instrucciones en la App	25 Minutos	20 Minutos	20 Minutos
Generación de secuencias de prueba	10 Minutos	10 Minutos	7 Minutos
Aplicación de las secuencias de programación en el prototipo	15 Minutos	12 Minutos	10 Minutos

La *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.6* permitió determinar que hay niños que pueden aprender más rápido que otros pero en general los niños de mayor edad aprenden y captan las indicaciones rápidamente que los de menor edad por ende la generación de secuencias toma menos tiempo. El tiempo de perfeccionamiento del prototipo en promedio es de 110 minutos o 1 hora con 50 minutos, tiempo en el cual los niños y niñas perfeccionaron el manejo del prototipo electrónico y la aplicación móvil.

J. Presupuesto Referencial

Se detalla el análisis económico de los materiales usados para el diseño del prototipo de la aplicación, así como los componentes necesarios para la construcción del mismo.

1) Hardware Utilizado

Se incluye los costos que incurrieron en el diseño y la implementación, así como los materiales adicionales que fueron utilizados y herramientas electrónicas que se usaron para el desarrollo del proyecto.

TABLA 7.
PRESUPUESTO DEL PROTOTIPO

CANTIDAD	MATERIAL	COSTO	COSTO
		UNIT	TOTAL
1	Kit Chasis Pololu	25.00	25.00
1	Carcasa de Madera	12.00	12.00
1	Kit Llantas	28.00	28.00
1	Mano de Obra	35.00	35.00
TOTAL		-	100.00

TABLA 8.
PRESUPUESTO DE ELEMENTOS ELECTRÓNICOS USADOS

CANTIDAD	MATERIAL	COSTO	COSTO
		UNITARIO	TOTAL
2	Micro motores	12.00	24.00
1	Módulo Bluetooth HC-05	18.00	18.00
1	Arduino Mini PRO	9.00	9.00
1	Sensor Ultrasónico HC-SR04	5.00	5.00

1	Circuito integrado L293D	4.00	4.00
2	Baterías 3.7V - 800mAh	9.00	18.00
2	Diodos Led	0.20	0.40
2	Hilo conductor (2m)	0.60	1.20
2	Resistencias 1Kohm	0.80	1.60
3	Borneras de 2 pines	0.35	1.05
1	Switch	0.75	0.75
1	Espadines tipo hembra	1.20	1.20
1	Zócalo	0.50	0.50
1	Estaño (1m)	0.40	0.40
1	Cautín	3.50	3.50
2	Acido	1.20	2.40
1	Baquelita de cobre	2.00	2.00
1	Cable Termotransferible (1m)	0.60	0.60
1	Silicona	1.50	1.50
TOTAL		-	95.10

2) Software Utilizado

En el análisis del presupuesto de software se tiene como resultado 0.00 dólares debido a que los programas que se utilizan son bajo Arquitectura Open Source y acceso libre, pero esto no impide que se detallen.

TABLA 9.
PRESUPUESTO DE SOFTWARE

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
1	IDE de Arduino	\$ 0.00
1	Eagle 6.5.0	\$ 0.00
1	MIT App Inventor	\$ 0.00
1	MIT Ai2 Companion	\$ 0.00
TOTAL		\$ 0.00

3) Costos Totales del Proyecto

Se detalla los costos que implicó poner a punto este proyecto.

TABLA 10.
COSTOS TOTALES DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	VALOR
Prototipo Electrónico	\$ 100.00
Costo de Elementos Electrónicos	\$ 95.10
Costo del Smartphone	\$ 260.00
Costo del Software	\$ -
TOTAL	\$ 455.10

IV. CONCLUSIONES

Se desarrolló un prototipo electrónico a través de plataformas Open Source para la enseñanza básica de programación a escolares de 10 a 12 años de edad el cual ayudó a los niños en el aprendizaje de la base de la programación y razonamiento lógico demostrado en las pruebas con los escolares y respaldado en la evidencia fotográfica, audiovisual y en las secuencias transformadas en líneas de código simple.

Para conocer la realidad del aprendizaje de programación en los escolares se levantó encuestas, se hizo una investigación acerca de las metodologías de aprendizaje en niños de 10 a 12 años de edad, las mismas que permitieron conocer el nivel de desarrollo cognitivo y de aprendizaje que tienen en esas edades enfocado en el aprendizaje de programación, y donde se determina la posibilidad del diseño de secuencias básicas de programación para los escolares.

El uso de secuencias lógicas de programación por medio de bloques integradas en la aplicación móvil utilizando las instrucciones predefinidas en la aplicación le permiten al escolar interactuar con el prototipo utilizando su razonamiento, evaluar la situación del problema presentado, realizar una secuencia lógica y verificarla inmediatamente se procede a su ejecución.

Al implementar el prototipo y realizar las pruebas con una selección de niños entre los 10 y los 12 años en etapa escolar se obtuvieron resultados halagadores e inesperados; en primer lugar los escolares mostraron un gran interés en el prototipo y su aplicación, cooperaron con el resto de estudiantes durante el desarrollo de las pruebas, fueron capaces de resolver sus retos planteados individualmente y posterior plasmaron los resultados de sus secuencias en papel en forma de código.

Como instrumento de apoyo y manipulación del prototipo se elaboró un manual de usuario que permitió una mejor comprensión en el uso y manejo de la aplicación por parte del escolar permitiéndole un correcto uso sin exponer al prototipo a una incorrecta funcionalidad o que comprometa su integridad.

El análisis costo beneficio del prototipo electrónico detalla minuciosamente el costo de todos y cada uno de los elementos y materiales electrónicos empleados en este proyecto, lo que permite determinar el costo económico del prototipo, un costo referencial para en el futuro desarrollar y comercializar más unidades.

V. RECOMENDACIONES

El proyecto abre camino en el tema de herramientas didácticas para el uso en las escuelas y por ello es recomendable que los alumnos de ingeniería y principalmente de nuestra carrera observen las potencialidades que ofrece esta área de la enseñanza, se busque desarrollar prototipos para esta área

sacándoles el mayor provecho posible en beneficio de los escolares.

Se recomienda leer primero el manual de usuario incluido en este proyecto con el objetivo de evitar problemas en el uso la aplicación del dispositivo móvil y evitar cualquier amenaza a la integridad del prototipo electrónico en caso de suscitarse algún inconveniente.

Se recomienda conocer todos y cada uno de los elementos electrónicos a utilizar en la implementación del prototipo electrónico, conocer sus dimensiones, características técnicas y de operación con el propósito de evitar fallas, quemadura de elementos y cortocircuitos durante la implementación.

Se recomienda el uso de software libre bajo la Arquitectura Open Source debido a que son herramientas desarrolladas por equipos de trabajo e instituciones que tienen como fin mejorar procesos ya establecidos y que la comunidad tecnológica y de código sea más grande, los programas que se ha usado a lo largo de este trabajo como IDE de Arduino o MIT App Inventor responden a esos lineamientos además que son gratuitos.

Se recomienda a los ingenieros que tomen como referencia este trabajo se enfoquen en mejorar el aspecto de diseño, mayores funcionalidades, más llamativo, más compacto entre otras cosas que se puede mejorar y perfeccionarlo.

REFERENCIAS

- [1] Amado, N. (2012, Septiembre 5). *Bloques de programación scratch*. Retrieved from Bloques de programación scratch: <http://es.slideshare.net/nicolasamado/bloques-de-programacion-scratch>
- [2] Android. (2015, Noviembre 13). *android*. Retrieved from android: <https://www.android.com/>.
- [3] Angela, B. (2012, 07 09). *Programación de Arduino: El IDE de Arduino*. Retrieved from Programación de Arduino: El IDE de Arduino: <http://solorobotica.blogspot.com/2012/07/programacion-de-arduino-elide-de.html>.
- [4] Apple Inc. (2015, Noviembre 19). *iOS*. Retrieved from iOS: <http://www.apple.com/ios/>.
- [5] Arduino. (2013, Mayo 30). *Arduino Mini PRO*. Retrieved from Arduino Mini PRO: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardProMini>.
- [6] ARQUITECTURA, A. (2013, 04 24). *Propiedades de la madera*. Retrieved from Propiedades de la madera: <http://www.arqhys.com/contenidos/madera-propiedades.html>.
- [7] ATAREAO, E. (2013, 06 28). *TODO EL MUNDO DEBERÍA SABER PROGRAMAR*. Retrieved from TODO EL MUNDO DEBERÍA SABER PROGRAMAR: <http://www.atareao.es/programacion/todo-el-mundo-deberia-saber-programar/>.
- [8] BBC MUNDO. (2013, 05 01). *Tecnología, ¿beneficia o perjudica el desarrollo de los niños?* Retrieved from Tecnología, ¿beneficia o perjudica el desarrollo de los niños?: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/05/130422_salud_beb_e_tecnologia_desarrollo_gtg.

- [9] Bolaños, B. H. (2003, 07 21). *Paradigmas*. Retrieved from Paradigmas: <http://www.academia.edu/3670572/Paradigmas>.
- [10] Bravo, A. (2011, Agosto 3). *MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA*. Retrieved from MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA: <http://solorobotica.blogspot.com/2011/08/motores-de-corriente-continua.html>.
- [11] CadSoft EAGLE. (2015, 29 02). *What is EAGLE*. Retrieved from What is EAGLE: <http://www.cadsoftusa.com/eagle-pcb-design-software/about-eagle/>.
- [12] CCM. (2014, 05 21). *¿Qué es un programa informático?* Retrieved from ¿Qué es un programa informático?: <http://es.ccm.net/contents/305-programa-informatico>.
- [13] Desarrollo, S. N. (2013, 10 31). *Transformación de la Matriz Productiva*. Retrieved from Transformación de la Matriz Productiva: http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf.
- [14] ELECTRONILAB. (2013, Octubre 15). *Sensor de Distancia de Ultrasonido HC-SR04*. Retrieved from Sensor de Distancia de Ultrasonido HC-SR04: <http://electronilab.co/tienda/sensor-de-distancia-de-ultrasonido-hc-sr04/>.
- [15] Rodríguez, D. N. (2012, 04 10). *Situación de la Ciencia, la Tecnología e Innovación en el Ecuador*. Retrieved from Situación de la Ciencia, la Tecnología e Innovación en el Ecuador: http://www.reaces.ec/reaces/index.php?option=com_content&view=article&id=53:situacion-de-la-ciencia-la-tecnologia-e-innovacion-en-el-ecuador&catid=36:articulos&Itemid=14



Wilman Roberto Suárez Zambrano

Nació en Ibarra-Ecuador el 24 de Agosto de 1989. En el año 2008 obtuvo su título de bachiller en Comercio y Administración Especialización Informática en el Colegio Mariano Suárez Veintimilla. Practica el Fútbol y Natación. Actualmente es egresado de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación.

