



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN**

ARTÍCULO CIENTÍFICO

TEMA:

**BRAZO ROBÓTICO EDUCATIVO ORIENTADO EN CTIM (CIENCIAS,
TECNOLOGÍAS, INGENIERÍAS Y MATEMÁTICAS) PARA ESTUDIANTES
DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL MEDIO**

AUTOR: JOHN MARCELO BENÍTEZ CHICAIZA

DIRECTOR: ING. OMAR OÑA

Ibarra-Ecuador

2018

BRAZO ROBÓTICO EDUCATIVO ORIENTADO EN CTIM (CIENCIAS, TECNOLOGÍAS, INGENIERÍAS Y MATEMÁTICAS) PARA ESTUDIANTES DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL MEDIO

Autores – John BENITEZ, Ing Omar OÑA.

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte, Avenida 17 de Julio 5-21 y José María Córdova, Ibarra, Imbabura

jmbenitezc@utn.edu.ec, oronia@utn.edu.ec

Resumen. *El presente trabajo de titulación consiste en un brazo robótico educativo impreso en 3D orientado en CTIM (Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y Matemáticas) para estudiantes de instituciones educativas de nivel medio, para ser controlado mediante la utilización de librerías personalizadas generando una mayor facilidad en el proceso de programación.*

El brazo robótico consta del brazo, antebrazo y mano generando así imitar los movimientos de un brazo humano debido a que cuenta con todos los grados de libertad de uno real, el brazo se implementó en la Unidad Educativa 17 de julio en donde causo gran interés por parte de los docentes y estudiantes porque además se presenta con una estrategia de enseñanza, debido a que es un proyecto enfocado a las CTIM para lograr motivar a los estudiantes a cruzar alguna de estas ramas en la Universidad.

Permite a los estudiantes fomentar su creatividad fortaleciendo de esta manera sus destrezas y habilidades, al mismo tiempo que desarrollaban habilidades de programación y de razonamiento lógico fomentando el trabajo en equipo y generando una mayor comunicación y comprensión entre compañeros demostrando que se puede jugar y al mismo tiempo generar conocimientos fomentando el uso de herramientas tecnológicas.

Este prototipo se presenta como una herramienta didáctica para evitar el aburrimiento dentro de las aulas de clase creando así nuevos ambientes de aprendizaje y cambiando las practicas pedagógicas y se genere un rol más activo en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Palabras Claves

CTIM, brazo robotico, metodología de enseñanza, servo motor.

I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, según en el (INEC,2014) tiene el 80% de adolescentes en unidades académicas, a nivel nacional el 58% de este sector tiene acceso a tecnologías en la educación; la robótica educativa orientada a las CTIM es una metodología de aprendizaje que permite desarrollar destrezas y habilidades, además que se incentivan de mejor manera en la innovación y desarrollo tecnológico aprovechando adecuadamente el tiempo que ocupan frente a un computador.

El cambio de la matriz productiva es el eje estratégico más importante del Ecuador, en consecuencia la falta de herramientas didácticas de software y hardware que ayuden a estimular a los estudiantes a manifestar sus ideas de forma creativa y de organización, al tiempo que desarrollan habilidades de pensamiento lógico, mediante prácticas constructivas con una educación interactiva ayudando a que los estudiantes empiecen a formarse como agentes de cambio familiarizándose con la era digital como en países de primer mundo, todo esto se relacionan directa o indirectamente con el buen uso de tecnología, lastimosamente como se ven en las estadísticas todavía los esfuerzos en educación no han sido suficientes y debe existir actores de cambio en la propia ciudadanía que permita acelerar el proceso de la tecnificación en la educación.

CTIM es una forma de enseñanza que se relaciona con la robótica educativa despertando en los jóvenes de nivel medio superior una mayor comprensión y gusto sobre temas científicos, matemáticos y tecnológicos, estimulándolos a cursar carreras en esas áreas. En el país no existen estas herramientas didácticas de software y hardware que ayuden a estimular a los estudiantes a manifestar sus ideas de forma creativa y de organización, al tiempo que desarrollan habilidades de pensamiento lógico, en el desarrollo de la

robótica mediante prácticas constructivas con una educación donde cada persona tenga la capacidad de crear su propio conocimiento.

El brazo robótico en 3D como una forma de mostrar nuevas maneras de ofrecer una programación interactiva mediante la electrónica con esta herramienta innovadora, para despertar el ingenio e identificar aptitudes en los jóvenes a esta área de la robótica. El desarrollo de este sistema pretende brindar motivación y herramientas a la comunidad tecnológica para crear más aplicaciones con esta tecnología que faciliten y transformen la práctica educativa tradicional, hacia una educación que este a la par de los avances tecnológicos para aplicarlos en la comunidad estudiantil de nuestro país.

II. CONCEPTOS BÁSICOS

A. Robotica Educativa

La Robótica Educativa es un medio de aprendizaje, en el cual la principal motivación es el diseño y las construcciones de creaciones propias. Estas creaciones se dan en primera instancia de forma mental y posteriormente en forma física, las cuales son construidas con diferentes tipos de materiales y controladas por un sistema computacional [1]

La robótica educativa se basa en los principios pedagógicos del constructivismo y el construccionismo:

- Construccionismo

Esta fundamenta en el uso de las TICs en la educación. Otorgando de esta manera a los estudiantes un rol activo como diseñadores y constructores de sus propios proyectos y su aprendizaje, aprendizaje que se apropia del entorno, lo imagina, lo simula, lo crea, lo recrea y lo innova, proyectando al estudiante. Se trata de que los estudiantes tomen un rol más activo en su proceso de enseñanza aprendizaje. Se pretende que los estudiantes “construyan su propio conocimiento”. [2]

- Constructivismo

El constructivismo es una forma didáctica donde el docente únicamente proporciona ciertas herramientas al alumno⁴⁾ logrando de esta manera que este cree sus propios procedimientos para resolver problemas, demostrando a si el proceso de enseñanza-aprendizaje con un acto dinámico e⁵⁾ interactivo, en donde quien aprende construye su conocimiento y el método para interiorizarlo, en este método de pedagogía se tiene muy en cuenta los aprendizajes previos que tiene el estudiante por lo que se hace una suposición de que quien desea aprender ya sabe debido a que tiene conocimientos previos y lo único que se busca es generar nuevos conocimientos más significativos, en esta manera de aprendizaje el docente cumple con un trabajo de orientador o guía que brinda algunos consejos, información

y soluciona inquietudes para que el alumno consiga su propósito, debido a que el docente no puede poseer todos los conocimientos. [2]

B. CTIM

CTIM es un plan de estudios que se basa en la idea de educar mediante proyectos educativos englobados a los estudiantes en cuatro disciplinas (Ciencias, Tecnologías, Ingeniería y Matemáticas) aprovechando las similitudes y puntos en común de estas cuatro materias para desarrollar un enfoque interdisciplinario del proceso de enseñanza y aprendizaje, incorporando contextos y situaciones de la vida cotidiana, y utilizando todas las herramientas tecnológicas necesarias. [3]

El concepto CTIM comienza a tomar forma en la década de los noventa en la NSF (National Science Foundation). Muchos fueron los que se interesaron por esta iniciativa pero no fueron sino hasta el año 2010 que tomaron importancia con énfasis en las políticas gubernamentales de los Estados Unidos de América.

1) *Ciencia*: Es la categoría muy amplia, debido a que abarca muchas disciplinas. En la actualidad son muy populares los kits de arqueología que consiste en desenterrar un esqueleto de dinosaurio, y luego armarlo. Se encuentra además packs de utensilios que se utilizan para buscar insectos, partes de microscopios para luego montarlos, juegos que permiten llevar a cabo experimentos con agua, electricidad, o química, sistemas planetarios, o el clásico Cuerpo Humano.

2) *Tecnología*: En esta área dominan los juegos para construir robots programables, hoy en día es común encontrar los Dash y Dots, LEGO Mindstorms, Makeblock, etc. Existen también ordenadores y tablets educativos de Vtech o Fisher Price. Cámaras de fotos, circuitos electrónicos, etc. un buen ejemplo de esto es Teebot que permite a los usuarios aprender programación y fundamentos de robótica, tuvo su presentación en Ciudad Yachay.

3) *Ingeniería*: En este campo sobresalen mucho los LEGO. Pero también abundan los sistemas basados en imanes como Geomag, Nanoblocks, plastilina, carpintería, primeras herramientas.

4) *Matemática*: Los juguetes CTIM de esta categoría logra plantear problemas de lógica y retos mentales de esta manera obligan a anticiparse y a utilizar el pensamiento lateral.

C. Estrategia de enseñanza

Es una actividad que es realizada conjuntamente entre el estudiante y docente en donde interactúan y en la cual uno depende del otro, el proceso de la enseñanza es el de transmitir los conocimientos mediante algún tipo de técnicas o de alguna norma: [3]

1) *Lluvia de ideas*: Estos recursos son importantes porque permiten llamar la atención o distraer, además promueven el interés y motivación.

2) *Ilustraciones*: Es una representación visual de los conceptos, objetos o situaciones de una teoría o tema específico (fotografías, dibujos, esquemas, gráficas, dramatizaciones, etcétera).

3) *Talleres*: Implican como su nombre lo dice, un lugar donde se trabaja y labora. Es una forma de enseñar y aprender mediante la realización de algo, es decir aprender haciendo. En esta estrategia predomina y se privilegia, el aprendizaje sobre la enseñanza.

4) *Clases prácticas*: Se debería contar con otros recursos didácticos audiovisuales y relacionados con las tecnologías de la información que faciliten la presentación de las aplicaciones prácticas de los contenidos mediante la aportación de ejemplos y experiencias y el desarrollo de ejercicios o problemas.

5) *Resolución de ejercicios y problemas*: Está fundamentada en ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos, en la que se solicita a los estudiantes que desarrollen soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados.

6) *Aprendizaje cooperativo*: El aprendizaje cooperativo es una forma de organización de la enseñanza en pequeños grupos, para potenciar el desarrollo de cada uno con la colaboración de los demás miembros del equipo.

D. Brazos robóticos

Un brazo robótico es un elemento mecánico y electrónico normalmente programable y son diseñados según la anatomía humana capaz de simular las funciones a las de un brazo humano, este puede ser la suma total de mecanismos o puede ser parte de un robot mediante elementos electrónicos, etc. Se puede controlar mediante la programación o a través de articulaciones que permiten mandos a distancia.[4]

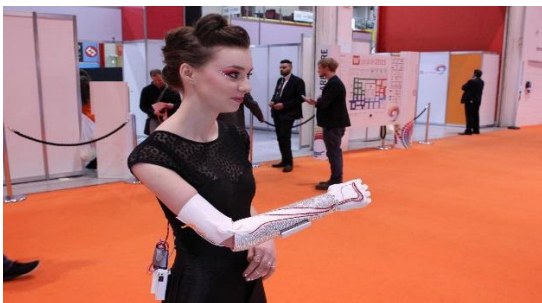


Figura 1. Brazo robótico mioeléctrico

E. Servo motor

Los servomotores son dispositivos principalmente parecidos a los motores de corriente continua, pero a diferencia de los motores normales los servomotores

cuentan con pequeños engranajes y una placa electrónica muy pequeña en su interior que controla el ángulo de giro logrando ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.



Figura 2. Servo motor

F. Arduino

Se trata de una placa open hardware por lo que su diseño es de libre distribución y utilización. 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.

En los últimos años Arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos. Entre ellos un gran número de fabricantes, estudiantes, aficionados, programadores y profesionales han dado un gran uso a estas placas de esta plataforma de código abierto, enfocándose en acercar y facilitar el uso de la electrónica y programación de sistemas embebidos [5].

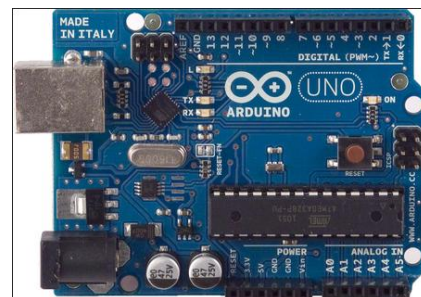


Figura 3. Diagrama de Bloques del sistema.

III. DESARROLLO EXPERIMENTAL

A. Análisis de la Situación Actual.

Se realizó una encuesta a los docentes de los laboratorios de electricidad y automatización y una encuesta a los estudiantes de la Unidad Educativa 17 de julio. Los docentes de la institución mencionaron que en la institución educativa mencionaron que reciben cursos dentro de la institución que son constantemente capacitados sobre todo en la utilización de placas Arduino a un nivel muy básico pero debido al pensamiento académico de la materia no pueden compartir los conocimientos además es de gran problema los equipos a utilizar debido a que no existen materiales para poder compartir con los estudiantes porque en la institución no disponen de los materiales y para eso deberían costearse

los estudiantes y eso está prohibido en la institución, por lo que los docentes no tienen derecho a pedir algún material que no tenga que ver con la materia que ellos dictan.

Los estudiantes tienen un gran interés en la realización de proyectos que tengan que ver con el uso de tecnologías nuevas y que tengan que ver con programación, debido a que solo ven en las computadoras o en los celulares adelantos tecnológicos y de esta manera genera en ellos un gran interés por aprender temas relacionados para poder dar soluciones prácticas y de manera rápida a las necesidades que se les presenta.

B. Requerimientos del Sistema.

Para el análisis de los requerimientos del sistema se toma como referencia al estándar ISO / IEC / IEEE 29148: 2011, que tiene como función relacionar la necesidad presentada por el centro de cuidado del adulto mayor San Martín con la solución que el proyecto puede brindar mediante parámetros que el sistema deba cumplir. [7] El estándar define la construcción de un buen requisito que proporcione atributos y características teniendo en cuenta la aplicación reiterativa a lo largo del ciclo de vida del sistema. El ISO / IEC / IEEE 29148: 2011 guarda una estrecha relación con anteriores normas destinadas al proceso de aplicación de requerimientos, como son la norma ISO / IEC 12207: 2008 e ISO / IEC 15288: 2008. [6]

C. Selección de Hardware y Software.

Una vez analizados los requerimientos del sistema se seleccionó el software Ide de Arduino y para el modelado en 3D Blender, y en cuanto a hardware el sistema embebido Arduino Uno, para la mano se eligió la plantilla Dextrus y los servomotores a utilizar son: HV2060MG, MG995 y SG90.

D. Diseño del sistema

Como parte del diseño del sistema se muestra a continuación el diagrama de bloques que guiará el funcionamiento y los procesos para poder desarrollar el proyecto.

El diagrama de bloques de la Figura 1 muestra la estructura del sistema que está formada por tres bloques principales: brazo, sistema de control y sistema de procesamiento.

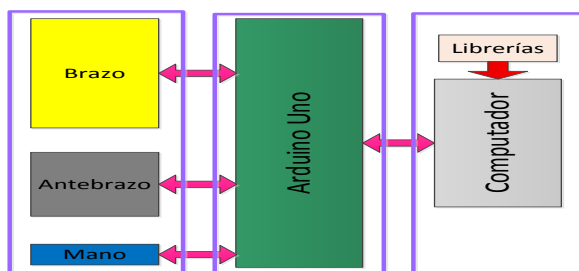


Figura 4. Diagrama de Bloques del sistema.

1) *Brazo*: En el primer bloque se tomara en cuenta el diseño del brazo de acuerdo al requerimiento y a los parámetros antropométricos a tener en cuenta, los materiales con los cuales se construirá además se deberá realizar los cálculos de los servos para cada parte del brazo los cuales estarán conectados directamente al Arduino.

- Servos

SG-90S debido al tamaño ya que estos se ubicaran en la parte interior de la mano, este tiene un torque de 1.8Kg.

MG995 debido a su torque es mucho más fuerte adaptándose perfectamente a la muñeca y al antebrazo, este tiene un torque de 15Kg.

HV2060MG debido a su mayor torque de 60Kg son los servos que soportaran a todo el sistema debido a que estarán ubicados en la parte del codo y del hombro.

2) *Sistema de Control*: El Arduino se encargara del enviar las señales a los servos conectados en el brazo para lograr los movimientos que se envían desde el computador.

- Arduino Uno

El Arduino uno es el cerebro, es el encargado de recibir las instrucciones interpretando los ángulos en pulsos PWM para poder enviar datos a los servos logrando de esta manera generar los movimientos.[7]

3) *Sistema de Procesamiento*: En el tercer bloque se creara las librerías de movimiento en las cuales deberemos ingresar ángulos de 0° a 180° los cuales serán interpretados por la placa Arduino, en el computador será el medio de conexión entre el usuario y sistema del brazo robótico.

- Computador

Será la interfaz gráfica en la cual se desarrollara la programación para lograr el movimiento del brazo además se crearan las librerías para lograr mover a los servos en el ángulo especificado. [8]

- Librerías

Se crearán para lograr movimientos en los servos de acorde al ángulo que se inscriba evitando de esta manera usar las librerías que vienen previamente en Arduino de esta manera se utilizara librerías personalizadas para cada parte del brazo.[9]

E. Diseño inicial

El brazo se diseña para tener cinco grados de libertad, lo cual le permite abarcar un amplio espacio de movilidad. Los grados de libertad que dispone el robot son: dos en la base de rotación del hombro, otro en la articulación del codo, un cuarto en la articulación de rotación de la palma y finalmente una articulación de rotación tipo muñeca que sirve para darle orientación a la mano. En la Figura 2 se puede apreciar el diseño básico inicial del brazo con sus componentes.

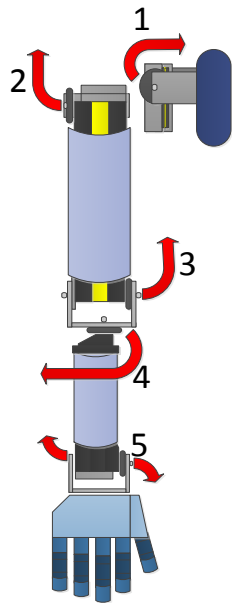


Figura 5. Diseño básico inicial del brazo

Tabla 1- Posición de los servos para el inicio y fin

DESCRIPCIÓN	Ángulo
Hombro	0°
Brazo	0°
Codo	0°
Antebrazo	90°
Muñeca	90°
Menique	180°
Anular	180°
Medio	180°
Índice	180°
Pulgar	180°
Pulgar Inferior	90°

- Diagrama del sistema

El diagrama del circuito que conforma todo el sistema, en donde se lo coloca únicamente el microcontrolador y los pines a donde deberán ir conectados, esto se muestra continuación en la Figura 3.

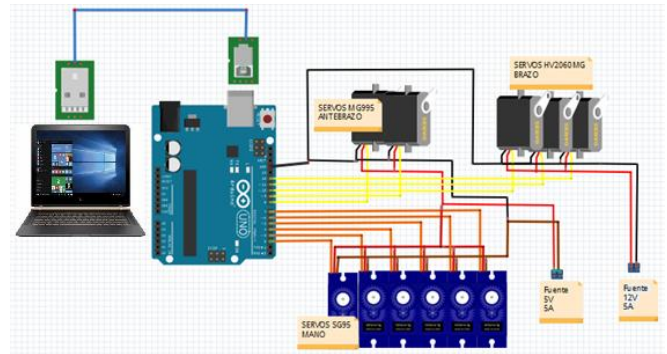


Figura 6. Diagrama de conexión.

- Movilidad del brazo

Es el estudio de las dimensiones físicas y funcionales del cuerpo humano, donde se toma en cuenta la flexibilidad y el alcance basándose en la anatomía humana. [10]

Tabla 2. Angulos de movilidad del brazo

DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO
Hombro	< 170°
Brazo	< 170°
Codo	< 120°
Antebrazo	< 180°
Muñeca	< 180°
Dedos	< 180°

- Diseño de la librería para el servo

El servo es controlado mediante pulsos de duración variable, dependiendo del fabricante varía su pulso de espera aunque por lo general esperan 2.5 milisegundos (ms) luego de esta duración el pulso siguiente sirve para determinar el ángulo de giro del servo, por lo general un pulso de 1.5ms equivale a 90°, 0.5 ms son 0° y 2.5ms son 180°. [11]

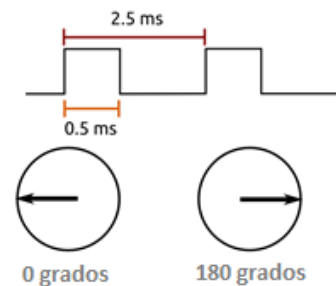


Figura 7. Desplazamiento de pulsos y en grados.

Para poder calcular el ángulo de giro se realiza una regla de tres. Sabiendo que 180° son 2500 us pero se deberá tomar en cuenta como 2000 us y al final se deberá sumar los 500 us debido a que es su valor en 0°. En la Ecuación 6, se puede ver la fórmula del tiempo de espera en microsegundos. [12]

$$tiempo = \frac{angulo * 2000}{180} + 500$$

Ecuación 1. Formula del tiempo de espera en microsegundos.

- Estructura de las librerías

La programación se basa en la utilización de códigos y funciones de forma repetitiva en los proyectos, por lo que se denomina librería o biblioteca a un fichero a una serie de funciones escritas en código C que pueden ser enlazadas y utilizadas en un proyecto. [11]

Los archivos que utilizamos son:

- Brazo.cpp
- Brazo.h
- Keywords.txt

```

keywords: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
#####
# Syntax Coloring Map For Brazo
#####
#####
# Datatypes (KEYWORD1)
#####
Brazo KEYWORD1
#####
#####
# Methods and Functions (KEYWORD2)
#####
funcionBrazo KEYWORD2
#####
#####
# Constants (LITERAL1)
#####

```

Figura 10. Archivo Keywords.txt

```

Brazo: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
/*
Brazo.h - Librería para el control de los miembros del Brazo
Creada por John Benitez, 2016/04/09
Lanzado bajo licencia ---
*/
#ifndef Brazo_h
#define Brazo_h
#include "arduino.h"
class Brazo
{
public:
    Brazo(int pinBrazo);
    void funcionBrazo(int value);
private:
    int _pinBrazo;
    float pausa;
};
#endif

```

Figura 8. Archivo Brazo.h

```

Brazo: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
/*
Brazo.cpp - Librería para el control de los miembros de Brazo
Creada por John Benitez, 2016/04/09
Lanzado bajo licencia ---
*/
#include "arduino.h" //incluye librería arduino
#include "Brazo.h" //incluye a la nueva librería

Brazo::Brazo(int pinBrazo) //creacion de metodo
{
    pinMode(pinBrazo, OUTPUT); //Pin como salida
    _pinBrazo = pinBrazo;
}

void Brazo::funcionBrazo(int value)
{
    pausa = value*2000.0/180.0 + 500.0;
    digitalWrite(_pinBrazo, HIGH);
    delayMicroseconds(pausa);
    digitalWrite(_pinBrazo, LOW);
    delayMicroseconds(25000-pausa);
}

```

Figura 9. Archivo Brazo.cpp

IV. IMPLEMENTACION

Se realizó en la Unidad Educativa 17 de julio, con estudiantes de los niveles superiores para lo cual se ha hablado con los docentes a cargo para que puedan dar algunas horas de clase para la realización de esta práctica. Finalmente, al desarrollar el sistema electrónico del brazo robótico dando una orientación a las CTIM, que promueva la creatividad y despierte en los jóvenes el interés por temas científicos y tecnológicos.

- Introducción

En esta parte se dio a conocer el tema para lo cual se realizó unas ligeras diapositivas dando a conocer el Tema a tratar. La siguiente fotografía se tomó en el aula de los laboratorios de electricidad de la Unidad Educativa 17 de julio. Ver la Figura 4.

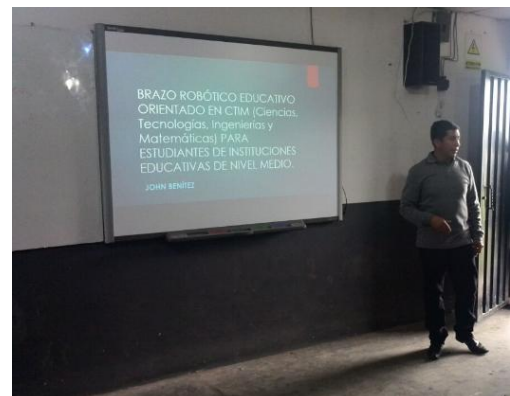


Figura 11. Tema de introducción en la U. E.17 de julio

La presentación se realizó en los laboratorios de electricidad el docente que se estuvo a cargo de ese tiempo fue el Lic. Jorge Flores y se trabajó con un total de 20 estudiantes para la presentación, lo cual tuvo una gran

acogida por parte de los estudiantes los cuales demostraron gran interés, porque era un tema novedoso y tecnológico, donde se iba a ver la teoría y la práctica y la manipulación con los elementos.

- Lluvia de ideas

Se tomó el diagrama de referencia y se planteó que completen el diagrama según su criterio para luego ordenar las ideas y dar un enfoque en relación a lo que se quiere tratar. Donde los propios estudiantes deberán exponer sus ideas una vez terminado el diagrama. Diagrama de lluvias de ideas desarrollado en Visio según las ideas expuestas por los estudiantes.



Figura 12. Diagrama de lluvia de ideas en la U. E.17 de julio

Los estudiantes demostraron su interés en la realización de la lluvia de ideas despertando en ellos una curiosidad sobre lo que se pretende realizar y de igual manera se logró despejar algunas dudas mediante el desarrollo de la actividad, dando a conocer la mayoría de requerimientos y especificando otros que no se les tomó muy en cuenta, generando una mayor emoción a los estudiantes para continuar.

- Ilustraciones

Por medio de una ilustración se pudo determinar la creatividad al expresar sus ideas y conceptos mediante un collage hecho sobre brazos robóticos y manos robóticas y mencionando que eso no solo se desarrolla en el extranjero sino también se lo puede desarrollar aquí en el país y por qué no en el aula de clases.



Figura 13. Ilustración del collage de Brazo robótico.

Al hablar con los estudiantes de este tema despierta en ellos una mayor atención que a otros temas debido a que ellos sienten más interés por este tipo de actividades generando así conceptos propios y al ser una actividad de participación pueden compartir sus conocimientos con el resto de compañeros de clase. En donde logaron apreciar los tipos de brazos y el tipo de manos además las utilidades que se le puede dar.

- Taller

El taller que se propuso se lo resolvió en el laboratorio de computación para lo cual se le indicó la manera de descargar e instalar Arduino en todas las computadoras del laboratorio y se les mostro como descargar las librerías del brazo. A continuación pasar por los puestos la mano y el Arduino para que puedan identificar los materiales con los que se trabajar además de un servomotor de los que está integrando la mano.



Figura 14. Instalación de Arduino por los estudiantes.

A continuación se les dio la estructura de programación en Arduino y se hizo pruebas de funcionamiento de las librerías 'Dedo' haciendo un pequeño ejemplo para mostrar el orden de las líneas de programación y los grados que tiene de movilidad el servo. Una vez que se familiarizaron se continuó con la resolución del taller en el que se debe abrir y cerrar la mano.

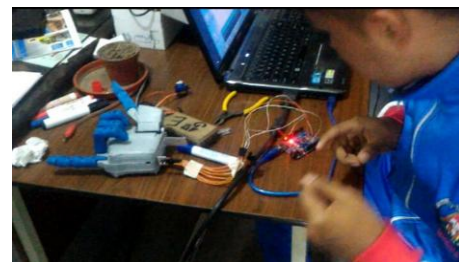


Figura 15. Estudiante en la resolución del taller.

El estudiante es el voluntario para realizar la parte práctica en la cual se encargó de la conexión del Arduino así como como la conexión de los servos de la mano en cada pin del Arduino, donde no tuvo ningún tipo de problema con la conexión de todos los elementos y pudo rápidamente dominar el uso de la mano con la programación.

- Clase Práctica

La case practica se la dio en el laboratorio de computación donde se dio el uso de los contadores y de la condición if () para realizar contadores para poder lograr secuencias y en los servos HV2060MG poder controlar la velocidad de los movimientos, donde se pudo explicarles la estructura de las condiciones para la generación de secuencias para posteriormente realizar con ellos una práctica para una mayor comprensión.



Figura 16. Clase práctica en los laboratorios.

La mayor parte de los estudiantes demostró una rápida comprensión sobre la estructura y el uso de los contadores así como de la generación de las secuencias de movimiento para el control de velocidad y control de movimientos de las distintas partes del brazo, algunos estudiantes manifestaron que es muy complejo hacer las secuencias de movimiento pero también es emocionante al momento de probar la programación.

Los estudiantes de la institución lograron demostrar lo realizado en el taller en la casa abierta con el brazo que realizaron ellos.



Figura 17. Posición Me gusta de la Clase Práctica.

- Resolución de ejercicios y problemas

En la resolución de la siguiente actividad tiene un grado mayor de complejidad debido a que se debe generar más movimientos secuenciales en los cuales también se genera mayor movimiento de las extremidades, para lograr tomar un objeto entregarlo a alguien y regresar a la posición inicial. Antes de la realización de debe tener en cuenta el uso de las secuencias que se deben utilizar para lo cual es lo mismo que las anteriores siempre inicia con una posición inicial y una final. Para lo cual se toma aun estudiante para que explique a los compañeros el proceso de funcionamiento de como deberá ser los movimientos para generar una mayor comprensión en los mismo.



Figura 18. Extensión del brazo

- Aprendizaje cooperativo

Para poder desarrollar esta actividad se tomó la decisión de crear grupos de trabajo para que logren realizar este ejercicio debido a que aún se ve en algunos estudiantes algo de complejidad para que de esta manera logren compartir conocimientos y puedan intercambiar ideas generando problemas y soluciones al mismo tiempo. Para esta actividad se sugiere realizar el juego de piedra, papel o tijera. Donde tenían que utilizar contadores para el control de secuencias por lo que debido a que se deben utilizar algunos movimientos.



Figura 19. Grupos de aprendizaje cooperativo.

V. RESULTADOS

Al terminal el proyecto los docentes y estudiantes estaban de acuerdo que se ha mejorado la comunicación habilidades de liderazgo y el enriquecimiento de cada uno de los actores de trabajo en grupo, además de que se fortalecieron las destrezas y habilidades.

Este proyecto cambia de una u otra manera las practicas pedagógicas ayudando a la tecnificación en la educación y tiene una relación directa con el buen uso de la tecnología, fomentando el pensamiento lógico, se incentiva a la programación.

Con este proyecto crece la confianza y seguridad y piensa que se puede jugar y aprender al mismo tiempo, de esta manera se logra estimular la creatividad y la innovación, generando genera pensamiento crítico para la resolución de problemas base de propias inquietudes que son solventadas con la práctica.

Se cree que mediante estas prácticas se incentiva a la unificación de materias y a la unificación de proyectos interdisciplinarios, además se fomenta el uso de herramientas tecnológicas que sirven para generar material didáctico para instituciones educativas que generan el interés en áreas tecnológicas por parte del estudiantado.

Se considera una nueva metodología de aprendizaje que cumple un rol activo en el proceso de enseñanza y aprendizaje e incentiva la construcción del autoaprendizaje intuitivo, donde el proyecto se considera como una nueva herramienta didáctica que ayuda a evita el aburrimiento creando así nuevos ambientes de aprendizaje.

Este proyecto abre estudios a proyectos futuros como un prototipo de un brazo mioeléctrico mediante un sensor de señal muscular EMG o también puede tener una aplicación como un entrenador para la enseñanza de señas.

VI. BENEFICIOS

A continuación se detallan los beneficios que conlleva la implementación del brazo robótico educativo orientado a las CTIM para estudiantes de instituciones educativas de nivel medio.

Desarrolla habilidades o destrezas

Mediante el brazo robótico los estudiantes desarrollan su creatividad y mucho más si sus ideas se pueden plasmar en la realidad, al permitir que las ideas de los estudiantes sean plasmadas en un programa y que este programa se ejecute en tiempo real motiva e influye en el desarrollo de la creatividad de los estudiantes.

Enseña razonamiento sistemático en resolución de problemas

Los estudiantes al realizar programas y al poder ver su ejecución pueden desarrollar la capacidad de resolución de problemas en caso de que el brazo robótico no ejecute las acciones deseadas.

Promueve la cultura del desarrollo tecnológico

Uno de los objetivos del brazo robótico es promover en las instituciones educativas el desarrollo tecnológico mediante la enseñanza de programación y de esta forma que los estudiantes dejen de ser consumidores de tecnología y se conviertan en creadores.

Promueve la enseñanza y el aprendizaje de trabajo en grupo mediante la robótica educativa

El brazo robótico es un instrumento que brinda pautas importantes para la introducción a la programación, siendo una opción de enseñanza colectiva, cada participante contribuye a la solución y enriquece el aprendizaje de cada uno de los actores, donde ayuda a los estudiantes a facilitar

su aprendizaje y aumenta la motivación y el gusto por adquirir conocimientos.

Ideal para personas que deseen tener un inicio en la educación CTIM

Aunque es dirigido para estudiantes de nivel medio el brazo robótico, puede ser utilizado por niños, jóvenes o adultos de cualquier edad que tengan ganas de programar, el estudiante al verse capaz de resolver una tarea o un problema crece la confianza y seguridad en él, generando una capacidad de liderazgo para próximos retos.

VII. CONCLUSIONES

Este proyecto está enfocado en las CTIM la cual está directamente relacionada con la robótica educativa y la facilidad de motivar y generar un interés que no todas las áreas poseen desde el principio, puesto que está no solo deja a la mano la teoría como tal y pasa a la parte práctica que presta varias herramientas incentivando a los estudiantes a conocer más sobre el tema, en la cual desarrollan habilidades de aprendizaje y que los estudiantes adquieran conocimientos.

El factor de éxito o fracaso de esta metodología no son los recursos tecnológicos que puedan tener una institución educativa sino el cambio en las prácticas pedagógicas, lo que implica para las instituciones educativas y docentes el desafío de innovar estrategias, en donde aprender y enseñar se transforme en una espiral de conocimientos y experiencias.

Se desarrolló un prototipo electrónico a través de plataformas Open Source para la aplicación de la institución educativa, este proyecto busca la forma de integrar varias materias para que los estudiantes desarrollen habilidades en la construcción del prototipo en base de la programación y razonamiento lógico demostrado en las pruebas con los estudiantes y respaldado en la evidencia fotográfica, audiovisual y en las secuencias transformadas en líneas de código simple.

Se generaron librerías personalizadas para la mano y brazo evitando usar el copyright de las librerías ya establecidas en Arduino que es una de las principales ventajas de las plataformas de software y hardware libre, aportando de esta manera a la comunidad tecnológica.

Para potencializar el uso del brazo robótico se realizó un manual técnico y un manual de docente y de estudiante que indica cómo deben ser presentados cada uno de los elementos del prototipo a los estudiantes, además contiene la explicación de las funcionalidades y posibles retos que ayudan principalmente en la inicialización y familiarización.

Las pruebas del brazo robótico se realizaron con un total de 14 estudiantes comprendidos entre segundo y tercero de bachillerato donde se pudo evidenciar la aceptación por parte de los docentes y principalmente de los estudiantes, donde se pudo observar su gran predisposición; En un principio se notó la dificultad de entender el uso de los elementos de control principalmente en los estudiantes que

no tenían conocimientos de programación, sin embargo poco a poco fueron desarrollando nuevos programas.

El presente proyecto del brazo robótico orientado a las CTIM que fue desarrollado por los estudiantes en una exposición por las fiestas de la Unidad Educativa 17 de Julio tuvo una gran acogida por los estudiantes y padres de familia presentes por incursionar en la tecnología y motivándolos en seguir adelante.

VIII. RECOMENDACIONES

El proyecto abre camino en el tema de herramientas didácticas para el uso en las instituciones educativas 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 busquen desarrollar prototipos para esta área sacándoles el mayor provecho posible en beneficio de los escolares.

Se recomienda leer primero el manual técnico incluido en este proyecto con el objetivo de evitar problemas en el uso del prototipo y evitar cualquier amenaza a la integridad del brazo robótico en caso de suscitarse algún inconveniente.

Se recomienda conocer todos y cada uno de los elementos electrónicos a utilizar en la implementación del brazo robótico, conocer sus dimensiones, características técnicas y de operación teniendo a la mano el datasheet 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 permitido que países de bajos recursos como el nuestro, 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.

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 Bibliográficas.

[1] M. G. Legua, «Seminario Internacional “Tecnologías de Información y Comunicaciones aplicadas a la Educación,» La Robótica Educativa., 2011.

[2] J. A. Pascual, «Juguetes STEM, qué son y por qué gustan a los niños,» Computer Hoy.com, pp.

<http://computerhoy.com/noticias/life/juguetes-stem-que-son-que-gustan-ninos-45594>, Junio 2016.

[3] Ángel, M. d. (s.f.). ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA EN EDUCACIÓN. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n4/e8.html>

[4] Arduino, O. (21 de Abril de 2015). Arduino Oficial. Obtenido de <http://www.arduino.cc/>

[5] webarduino. (2016). Librerías. webarduino, <http://www.webarduino.com/2016/05/>.

[6] López, Y. V. (2004). Diseño de una estación de trabajo en función de las. Obtenido de <http://www.semec.org.mx/archivos/6-15.pdf>

[7] Garcia, G. A. (2016). ¿Qué es y cómo funciona un servomotor?. Obtenido de <http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>

[8] IEC/IEEE, I. (2011). IEEE-SA. Obtenido de 29148-2011 - Norma Internacional ISO / IEC / IEEE - Ingeniería de sistemas y software - Procesos del ciclo de vida - Ingeniería de requisitos: <https://standards.ieee.org/findstds/standard/29148-2011.html>

[9] webarduino. (2016). Librerías. webarduino, <http://www.webarduino.com/2016/05/>.

[10] Ángel, M. d. (s.f.). ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA EN EDUCACIÓN. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n4/e8.html>

[11] BBC MUNDO. (01 de 05 de 2013). Tecnología, ¿beneficia o perjudica el desarrollo de los niños? Obtenido de Tecnología, ¿beneficia o perjudica el desarrollo de los niños?: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/05/130422_salud_bebe_tecnologia_desarrollo_gtg

[12] ESPINOSA, J. B. (2018). ¿Qué es STEM? *STEMeducol*, 2.

John M. Benitez Chicaiza, Autor



Nació en Ibarra provincia de Imbabura el 09 de Abril de 1990. Realizo sus estudios secundarios en la Unidad Educativa Teodoro Gomez de la Torre, obteniendo el titulo de bachiller en la especialidad de Físico Matemático. Actualmente, es egresado de la Universidad Técnica del Norte en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes

de Comunicación y trabaja en la fundación HERO Ecuador.

Omar R. Oña Rocha, Director



Profesional en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Actualmente es profesor de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) en la universidad Técnica de Norte en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación (CIERCOM), en áreas tales como circuitos eléctricos, electrónica, circuitos

electrónicos, sistemas digitales y otros campos relacionados. Tiene experiencia en el campo de Asesoría Técnica, mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de computación, instalación y mantenimiento de redes. A través de su servicio ha trabajado constantemente e incondicional en el desarrollo de proyectos de electrónica y telecomunicaciones.

