



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

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

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

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE  
COMUNICACIÓN**

**AUTOR: JOHN MARCELO BENÍTEZ CHICAIZA**

**DIRECTOR: ING. OMAR OÑA**

**IBARRA-ECUADOR**

**2016**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100354080-2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Benítez Chicaiza John Marcelo		
DIRECCIÓN:	Remigio German 1-101 y Pasaje Cesar Benalcázar		
EMAIL:	jmbenitezc@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062612290	TELÉFONO MÓVIL:	0980594982

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“BRAZO ROBÓTICO EDUCATIVO ORIENTADO EN CTIM (CIENCIAS, TECNOLOGÍAS, INGENIERÍAS Y MATEMÁTICAS) PARA ESTUDIANTES DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL MEDIO”
AUTOR:	Benítez Chicaiza John Marcelo
FECHA:	2018-03-12
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> REGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Omar Oña

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, John Marcelo Benítez Chicaiza, con cédula de identidad Nro. 100354080-2, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, 12 marzo de 2018.



John Marcelo Benítez Chicaiza  
100354080-2



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, John Marcelo Benítez Chicaiza, con cédula de identidad Nro. 100354080-2, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado: “BRAZO ROBÓTICO EDUCATIVO ORIENTADO EN CTIM (CIENCIAS, TECNOLOGÍAS, INGENIERÍAS Y MATEMÁTICAS) PARA ESTUDIANTES DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL MEDIO”, que ha sido desarrollado para optar el título de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos concedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 12 de marzo de 2018

John Marcelo Benítez Chicaiza

100354080-2



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

### **CERTIFICACIÓN**

Certifico, que el presente trabajo de grado “BRAZO ROBÓTICO EDUCATIVO ORIENTADO EN CTIM (CIENCIAS, TECNOLOGÍAS, INGENIERÍAS Y MATEMÁTICAS) PARA ESTUDIANTES DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL MEDIO” fue desarrollado en su totalidad por el egresado de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación Sr. John Marcelo Benítez Chicaiza, bajo mi supervisión.

.....  
Ing. Omar Oña

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## AGRADECIMIENTO

*A Dios, a la Universidad Técnica del Norte, en especial a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas por brindarme las herramientas necesarias para el cumplimiento cabal de los años de estudio y mi formación profesional.*

*A mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada.*

*A mi padre y hermano por su cariño y apoyo incondicional que día a día me brindan en mi vida.*

*A los docentes, por transmitir sus vastos conocimientos y experiencias preparándonos para enfrentarnos en las dificultades que se presentan en la vida profesional.*

*A mi director de Tesis, Ing. Omar Oña, cuya dirección fue trascendental en mi trabajo de titulación.*

*A la Unidad Educativa 17 de Julio, quienes me abrieron las puertas para que mi proyecto llegue a un feliz término.*

*John Benítez*

## DEDICATORIA

*A Dios, por su inmenso amor y por ser la luz en mi camino, gracias a él he logrado concluir mi carrera.*

*A mi madre, por estar a mi lado brindándome su apoyo y consejos durante mi etapa estudiantil.*

*A mi padre y hermano, por siempre estar a mi lado cuando más lo necesito y ser mi motor para seguir adelante.*

*A todas las personas, familiares y amigos que siempre estuvieron brindándome su ayuda, motivándome y dándome su cariño incondicional durante la realización de este Trabajo de Grado.*

*John Benítez*

## Contenido

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	II
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD .....	III
CONSTANCIAS .....	III
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	IV
CERTIFICACIÓN .....	V
Agradecimiento .....	VI
Dedicatoria.....	VII
Contenido.....	VIII
Índice de figuras .....	XII
Índice de tablas .....	XV
Índice de ecuaciones .....	XVI
Índice de diagramas .....	XVII
Resumen .....	XVIII
Abstract.....	XIX
Capítulo 1. Antecedentes .....	1
1.1. Problema .....	1
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. Objetivo general .....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Alcance .....	4
1.4. Justificación .....	5
Capítulo 2. Estado del arte.....	9
2.1. Estado del arte de la robótica educativa.....	9
2.1.1. Lego mindstorms .....	9
2.1.2. Brazo robot cebek programable por usb.....	11
2.1.3. Teebot .....	12
2.2. Robótica educativa.....	13
2.2.1. Utilización de la robótica como estrategia pedagógica .....	16
2.2.2. Pedagogía constructivista .....	18
2.2.3. Hardware y software de robótica en la educación.....	19
2.3. CTIM (Ciencias, Tecnologías, Ingeniería y Matemáticas).....	19
2.3.1. Ciencia .....	20
2.3.2. Tecnología .....	21
2.3.3. Ingeniería .....	22
2.3.4. Matemática .....	23

2.4.	Sistema educativo CTIM .....	24
2.4.1.	Proceso educativo CTIM .....	25
2.5.	Asignatura optativa del tercer curso de bachillerato general unificado en el Ecuador .....	26
2.5.1.	Investigación en ciencia y tecnología .....	26
2.5.2.	Innovación en la educación usando tic .....	28
2.6.	Incidencia de tecnología en los adolescentes .....	29
2.7.	Herramientas para enseñar a programar .....	30
2.7.1.	LEGO MindStorms.....	31
2.7.2.	SCRATCH.....	31
2.7.3.	LOGO .....	32
2.7.4.	Makeblock mBot 90053 .....	33
2.8.	Enseñanza en la educación.....	33
2.8.1.	Estrategias de enseñanza .....	34
2.8.1.1.	Lluvia de ideas .....	35
2.8.1.2.	Ilustraciones .....	35
2.8.1.3.	Talleres.....	35
2.8.1.4.	Clases prácticas .....	36
2.8.1.5.	Resolución de ejercicios y problemas .....	37
2.8.1.6.	Aprendizaje cooperativo .....	38
2.9.	Brazos robóticos.....	40
2.9.1.	Manos robóticas.....	40
2.9.2.	Parámetros antropométricos .....	41
2.9.3.	Ángulos de giro .....	42
2.10.	Plataforma arduino.....	43
2.10.1.	Modelos de placas Arduino .....	44
2.10.1.1.	Arduino Uno .....	45
2.10.1.2.	Arduino Nano.....	46
2.10.1.3.	Arduino Mini .....	47
2.10.1.4.	Arduino Mega .....	48
2.10.1.5.	Arduino Yun .....	49
2.10.2.	Librerías.....	50
2.10.2.1.	Creación de librerías .....	51
2.11.	Software de modelación en 3D.....	52
2.11.1.	Comparación de software de diseño 3d.....	52
2.12.	Actuadores .....	53
2.12.1.	Servomotores .....	53
2.12.1.1.	Micro servo.....	54
2.12.1.2.	Servomotor Estándar .....	56
2.12.1.3.	Servomotor metálicos .....	61
2.12.1.4.	Comparativa de servo motores .....	63
2.12.2.	Partes de un servomotor .....	64
2.12.2.1.	Motor de Corriente Continua .....	64
2.12.2.2.	Engranajes Reductores.....	65
2.12.2.3.	Circuito de Control .....	66
2.12.2.4.	Potenciómetro .....	66
2.12.2.5.	Terminales.....	67

2.12.3. Funcionamiento .....	68
Capítulo 3. Diseño del Sistema.....	71
3.1. Situación actual.....	71
3.1.1. Encuesta.....	72
3.1.1.1. Estado actual de los laboratorios.....	73
3.1.1.2. Opiniones de los estudiantes.....	75
3.1.1.3. Opiniones de los Docente .....	76
3.1.2. Entrevista.....	76
3.2. Niveles de metodología del modelo en V .....	77
3.2.1. Requerimientos del sistema .....	78
3.2.1.1. Requisitos funcionales de movimientos del brazo.....	79
3.2.1.2. Requisitos no funcionales de movimientos del brazo.....	85
3.2.2. Requerimientos de Stakeholder .....	86
3.2.3. Requerimientos funcionales .....	87
3.2.4. Requerimientos de arquitectura .....	89
3.2.5. Elección de hardware y software.....	94
3.2.5.1. Elección de hardware.....	94
3.2.5.2. Elección de software .....	100
3.3. Diseño del sistema .....	103
3.3.1. Diagrama de bloques del diseño.....	103
3.3.2. Servomotor .....	104
3.3.2.1. Calculo de fuerza de los servomotores .....	104
3.3.3. Diseño inicial.....	105
3.3.3.1. Diseño del brazo .....	107
3.3.3.2. Diseño de soportes para los servos .....	111
3.3.4. Fuente de alimentación externa para servomotores.....	113
3.3.4.1. Fuente de Alimentación 1 .....	115
3.3.4.2. Fuente de Alimentación 2 .....	117
3.3.5. Desarrollo de hardware (implementación) .....	120
3.3.5.1. Materiales de impresión en 3D .....	120
3.3.5.2. Materiales del medio reciclables.....	122
3.3.5.3. Implementación.....	124
3.3.6. Desarrollo de software (programación).....	139
3.3.6.1. Requerimientos del Sistema.....	139
3.3.6.2. Diagrama de Bloques.....	140
3.3.6.3. Diagrama de flujo .....	142
3.3.6.4. Estructura de las librerías.....	143
3.3.6.5. Diseño de la librería para el servo.....	145
3.3.6.6. Desarrollo de las librerías .....	146
3.4. Metodología de enseñanza.....	149
3.4.1. Introducción.....	149
3.4.2. Lluvia de ideas.....	150
3.4.3. Ilustraciones.....	150
3.4.4. Talleres .....	151
3.4.5. Clase practica.....	152
3.4.6. Resolución de ejercicios y problemas .....	152

3.4.7. Aprendizaje cooperativo.....	153
Capítulo 4. Pruebas de Funcionamiento.....	155
4.1. Pruebas de encendido y conexión.....	155
4.2. Realización de pruebas de funcionamiento de las librerías.....	156
4.2.1. Pruebas de funcionamiento de la mano.....	157
4.2.2. Prueba de funcionamiento del brazo.....	159
4.3. Prueba de funcionamiento de la estrategia de enseñanza.....	160
4.3.1. Introducción.....	160
4.3.2. Lluvia de ideas.....	161
4.3.3. Ilustraciones.....	162
4.3.4. Taller.....	163
4.3.5. Clase Práctica.....	165
4.3.6. Resolución de ejercicios y problemas.....	166
4.3.7. Aprendizaje cooperativo.....	168
4.4. Pruebas de funcionamiento de movilidad del brazo.....	170
Capítulo 5. Análisis de Costo Beneficio.....	173
5.1. Presupuesto del hardware empleado.....	173
5.2. Presupuesto del software empleado.....	174
5.3. Beneficios.....	175
5.4. Análisis costo beneficio.....	176
Capítulo 6. Conclusiones y Recomendaciones.....	179
Conclusiones.....	179
Recomendaciones.....	181
Referencias.....	183
ANEXOS.....	187
ANEXO 01. Tabulación de encuestas al inicio del proyecto.....	188
ANEXO 02. Planificación de unidad de trabajo.....	196
ANEXO 03. Planificación de actividades de aprendizaje.....	198
ANEXO 04. Manual Técnico.....	206
ANEXO 05. Programación para abrir la mano.....	226
ANEXO 06. Programación para cerrar la mano.....	227
ANEXO 07. Programación de la mano en el en la unidad educativa “17 de julio”.....	228
ANEXO 08. Programación del brazo.....	229
ANEXO 09. Construcción del brazo en la unidad educativa “17 de julio”.....	230
ANEXO 10. . Manual de usuario del profesor.....	233
ANEXO 11. Manual de usuario del estudiante.....	297
ANEXO 12. Respaldo Fotográfico De Resultados.....	319
ANEXO 13. Cuestionario realizado los estudiantes al final de proceso.....	328

## Índice de figuras

Figura 1. LEGO Mindstorms EV3 .....	10
Figura 2. Brazo robot CEBEK.....	12
Figura 3. Teebot.....	13
Figura 4.- Profesional humano torso set.....	20
Figura 5.- Teebot. ....	21
Figura 6.- 3Doodler. ....	22
Figura 7.- Cubo de Rubik .....	23
Figura 8. Robot Programable Lego MindStorms .....	31
Figura 9. Interfaz gráfica de SCRATCH .....	32
Figura 10. Interfaz inicial de LOGO .....	32
Figura 11. Robot mBot de Makeblock .....	33
Figura 12.- Brazos Robóticos. ....	40
Figura 13.- Brazo humano y brazo robótico.....	42
Figura 14. Placa Arduino UNO .....	45
Figura 15. Placa Arduino NANO .....	46
Figura 16. Placa Arduino Mini PRO .....	47
Figura 17. Placa Arduino MEGA.....	48
Figura 18. Placa Arduino YUN .....	49
Figura 19. Servo SG90S. ....	55
Figura 20. Servo MG90S.....	56
Figura 21. Servo HS-311. ....	57
Figura 22. Servo MG995 .....	58
Figura 23. Servo 5515MG .....	59
Figura 24. Servo HSR-1422CR .....	60
Figura 25. Servo HV2060MG .....	61
Figura 26. Servo HD1234MG .....	62
Figura 27. Partes de un Servomotor. ....	64
Figura 28. Motor de Corriente Continua. ....	65
Figura 29. Engranajes Reductores. ....	65
Figura 30. Circuito de Control.....	66
Figura 31. Potenciómetro. ....	67
Figura 32.Motor de Corriente Continua. ....	68
Figura 33 . Rango de operación del servo según sus pulso .....	68
Figura 34. Unidad Educativa 17 de Julio .....	73
Figura 35. Laboratorio de cómputo. ....	74
Figura 36. Laboratorio de electricidad .....	74
Figura 37. Estudiantes del 17 de Julio.....	75
Figura 38. Modelo en V.....	77
Figura 39. Movimientos del hombro. ....	80
Figura 40 . Movimientos de flexión y extensión del antebrazo.....	81
Figura 41. Movimientos de supinación y pronación del antebrazo. ....	82
Figura 42. Movimientos de flexión y extensión de la muñeca.....	83

Figura 43. Movimientos de los dedos.....	84
Figura 44. Movimientos límites del brazo.....	86
Figura 45. Mano Dextrus.....	96
Figura 46. Interfaz de Blender.....	101
Figura 47 . Diseño básico inicial del brazo.....	106
Figura 48. Diseño de partes de los dedos.....	108
Figura 49. Diseño de partes del pulgar.....	108
Figura 50. Diseño de soportes de los dedos o metacarpios.....	109
Figura 51. Diseño de partes de la palma y pulgar.....	109
Figura 52. Diseño del antebrazo.....	110
Figura 53. Diseño del brazo.....	111
Figura 54. Soporte de la mano.....	112
Figura 55. Soporte del antebrazo.....	112
Figura 56. Soporte del brazo.....	113
Figura 57. Fuente de alimentación de 5V a 5A.....	115
Figura 58. Fuente de alimentación de 12V a 10A.....	117
Figura 59. Piezas de la mano.....	124
Figura 60. Brazo y antebrazo.....	125
Figura 61. Soporte de la muñeca.....	126
Figura 62. Soporte del codo.....	126
Figura 63. Soporte del hombro.....	127
Figura 64. Diagrama de conexión de la mano y antebrazo.....	127
Figura 65. Diagrama de conexión del brazo.....	128
Figura 66. Ensamblaje de los dedos.....	128
Figura 67. Cuerdas por medio de los dedos.....	129
Figura 68. Servos en la palma de la mano.....	129
Figura 69. Dedo pulgar.....	130
Figura 70. Mano en 3D incorporando los micros servos.....	130
Figura 71. Mano en 3D armada.....	131
Figura 72. Mano y muñeca.....	131
Figura 73. Conexión de los servos.....	132
Figura 74. Mano y Antebrazo.....	133
Figura 75. Codo.....	133
Figura 76. Ensamblado del codo y del hombro.....	134
Figura 77. Conexiones del brazo.....	134
Figura 78. Soporte del brazo.....	135
Figura 79. Distribución de Pines y Puestos – Arduino Uno.....	136
Figura 80. Diagrama del circuito.....	138
Figura 81. Diagrama de conexión.....	139
Figura 82. Equipo con USB.....	139
Figura 83. Archivos principales de la librería.....	144
Figura 84. Desplazamiento de pulsos y en grados.....	145
Figura 85. Archivo Brazo.h.....	147
Figura 86. Archivo Brazo.cpp.....	148
Figura 87. Archivo Keywords.txt.....	149
Figura 88. Diagrama de lluvia de ideas.....	150
Figura 89. Encendido y conexión de los pines.....	156

Figura 90. Conexión de la fuente con los servos .....	156
Figura 91. Brazo robótico. ....	157
Figura 92. Mano en posición abierta .....	157
Figura 93. Mano en posición cerrada. ....	158
Figura 94. Brazo flexionado .....	159
Figura 95. Tema de introducción en la U. E.17 de julio.....	161
Figura 96. Diagrama de lluvia de ideas en la U. E.17 de julio .....	162
Figura 97. Ilustración del collage de Brazo robótico.....	163
Figura 98. Instalación de Arduino por los estudiantes. ....	164
Figura 99. Estudiante en la resolución del taller. ....	164
Figura 100. Clase práctica en los laboratorios.....	165
Figura 104. Posición Me gusta de la Clase Práctica.....	166
Figura 102. Clase práctica en los laboratorios.....	167
Figura 103. Extensión del brazo .....	167
Figura 104. Grupos de aprendizaje cooperativo.....	168
Figura 105. Juego de piedra, papel o tijera.....	169
Figura 106. Brazo en posición inicial.....	170
Figura 107. Brazo flexionado .....	171
Figura 108. Ángulos del brazo .....	172

## Índice de tablas

Tabla 1. Manos en 3D de Open Source .....	41
Tabla 2.- Parámetros del Brazo. ....	43
Tabla 3. Características Arduino UNO.....	45
Tabla 4. Características Arduino NANO.....	46
Tabla 5. Características Arduino Mini PRO.....	47
Tabla 6. Características Arduino MEGA .....	48
Tabla 7. Características Arduino YUN.....	49
Tabla 8. Comparativa de Software de Diseño 3D .....	53
Tabla 9. Características del servo sG90S .....	55
Tabla 10. Características del servo MG90S .....	56
Tabla 11. Características del servo HS-311.....	57
Tabla 12. Características del servo MG995.....	58
Tabla 13. Características del servo 5515MG.....	59
Tabla 14. Características del servo HSR-1422CR.....	60
Tabla 15. Características del servo HSR-1422CR.....	61
Tabla 16. Características del servo HD1234MG.....	62
Tabla 17. Comparativa de Servo Motores .....	63
Tabla 18. Lista de Stakeholders.....	79
Tabla 19. Requerimientos de Stakeholder .....	88
Tabla 20. Requerimientos del sistema.....	90
Tabla 21. Requerimientos funcionales .....	92
Tabla 22. Selección de la mano 3D .....	95
Tabla 23. Comparativa de Placas Arduino .....	96
Tabla 24. Selección de la tarjeta de adquisición de datos según los requerimientos .....	97
Tabla 25. Selección de servos de datos según los requerimientos .....	99
Tabla 26. Comparación según los requerimientos del software de modelado 3D .....	100
Tabla 27. Consumo de voltaje y corriente de servomotores.....	114
Tabla 28. Comparativa entre materiales de impresión 3D .....	122
Tabla 29. Distribución de Pines y Puestos – Arduino Uno .....	137
Tabla 30. Presupuesto del Prototipo .....	173
Tabla 31. Materiales ocupados .....	174
Tabla 32. Presupuesto de Software.....	175
Tabla 33. Costos totales del proyecto.....	177

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Fórmula para calcular la fuerza de los servos.....	104
Ecuación 2. Sumatoria de corrientes para un número de servos .....	113
Ecuación 3. Condensador de Filtrado.....	116
Ecuación 4. Suma de corrientes en paralelo. ....	118
Ecuación 5. Condensador de Filtrado.....	118
Ecuación 6. Formula del tiempo de espera en microsegundos.....	146

## Índice de diagramas

Diagrama 1. Diagrama de Bloques del diseño .....	103
Diagrama 2. Diagrama de bloques del funcionamiento. ....	140
Diagrama 3. Diagrama de Flujo .....	142

## 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.

## **Abstract**

The present work of titration consists of a robotic education arm printed in 3D oriented in STEM (Sciences, Technologies, Engineering and Mathematics) for students of educational institutions of average level, to be controlled by means of the use of personalized bookstores generating a greater facility in the programming process.

The robotic arm consists of the arm, forearm and hand thus generating the movements of a human arm because it has all the degrees of freedom of a real one, the arm was implemented in the Educational Unit July 17 where I cause great interest in part of the teachers and students because it is also presented with a teaching strategy, because it is a project focused on STEM to motivate students to cross any of these branches in the University.

It allows students to encourage their creativity thus strengthening their skills and abilities, while developing programming skills and logical reasoning by encouraging teamwork and generating greater communication and understanding among peers demonstrating that you can play and at the same time to generate knowledge promoting the use of technological tools.

This prototype is presented as a didactic tool to avoid boredom within the classrooms creating new learning environments and changing pedagogical practices and generate a more active role in the teaching - learning process.



## Capítulo 1. Antecedentes

Antes de realizar el proyecto es necesario presentar los puntos que se consideran en el presente capítulo, como son: problema, objetivos, alcance, justificación y metodología; con el fin de justificar la importancia del proyecto al identificar la necesidad que se solventa con la introducción de un brazo robótico educativo.

### 1.1. Problema

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.

Como demuestran las estadísticas del país la mayoría de este sector de la población tiene un importante acceso a la educación, pero su vinculación a tecnología sigue siendo escaso, la provincia de Imbabura las principales fuentes de trabajo no son relacionadas a un entorno productivo tecnológico, teniendo en cuenta que la mayoría de estos estudiantes están completando sus años de estudio.

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.

En las unidades educativas debe existir una relación directa con las universidades, donde la misma experiencia de los estudiantes retroalimente al sistema educativo y permita generar soluciones locales y evitar que brechas tecnológicas existan.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Realizar un brazo robótico educativo orientado en CTIM para estudiantes de bachillerato en una institución educativa.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- ✓ Realizar el estudio del estado del arte de la robótica educativa haciendo énfasis en sistema educativo CTIM.
- ✓ Diseñar el sistema del brazo robótico y sus elementos basando en un análisis de requerimientos.
- ✓ Desarrollar el sistema electrónico y elaboración de las librerías mediante el modelo V junto con una estrategia de enseñanza adecuada para estudiantes de instituciones educativas de nivel medio.
- ✓ Realizar las pruebas de funcionamiento tanto del sistema electrónico del brazo robótico y de la estrategia de enseñanza para la demostración de su correcto funcionamiento.
- ✓ Desarrollar una guía de funcionamiento del sistema para su posterior aplicación.

### 1.3. Alcance

La Robótica Educativa se posiciona como un recurso de primer orden en cuanto al desarrollo de habilidades, capacidades y competencias clave a través de la resolución de pequeños retos de aprendizaje, el presente proyecto analizará las diferentes formas de crear un brazo robótico con materiales disponibles en el medio, para poder generar una metodología de enseñanza y poder construirlo con los estudiantes de bachillerato, además se va a adquirir todas las piezas de un brazo robótico impreso en 3D para poder ensamblarlo con los estudiantes y puedan observar las diferencias y semejanzas del funcionamiento.

Se hará un análisis de elección de los dispositivos electrónicos que permitan el funcionamiento del brazo robótico creado y el impreso en 3D, en la parte de hardware se hará un análisis de los materiales para la implementación de estructura física o de soporte del brazo con los materiales disponibles en el mercado (madera, plásticos o metal), en la parte de software se revisará y se usará las librerías existentes en primera instancia, luego se diseñará y se implementará nuevas librerías de movimiento personalizadas para este prototipo según sus requerimientos. Dentro del desarrollo de este proyecto se escogerá plataformas libres de hardware (Arduino) por el tema legal de licencias y libre utilización. Toda esta información conformara una estrategia o metodología educativa para que el estudiante pueda seguir un proceso adecuado de educación.

Se van realizar pruebas de funcionamiento en un establecimiento educativo que cuente con un laboratorio de computación, se tomará como muestra un grupo de estudiantes del bachillerato unificado y se evaluará las nuevas capacidades adquiridas con

el sistema educativo CTIM, además promover la creatividad individual y despertar en los jóvenes de nivel medio superior el interés por temas científicos y tecnológicos para que puedan formarse en carreras afines a estas áreas de conocimiento.

Se deberá hacer algunas pruebas de funcionamiento para verificar el correcto funcionamiento utilizando una técnica de recolección de datos, se utilizará la encuesta como técnica de recolección de datos para las pruebas de funcionamiento con el sistema educativo CTIM. Para comprobar que el sistema funcione correctamente y que se hayan cumplido con los objetivos propuestos, además como complemento se realizará un manual técnico y un manual de usuario tanto para profesor como para estudiantes con la finalidad de garantizar un correcto uso del sistema.

El brazo robótico impreso en 3D no será donado para la institución educativa de nivel medio debido a que el proyecto será utilizado para el desarrollo de proyectos futuros sin embargo el estudio realizado estará disponible en las instituciones, pero los otros brazos realizados con materiales del medio si son parte del material entregado en la institución educativa de nivel medio.

#### **1.4. Justificación**

La robótica educativa es una enseñanza interdisciplinaria, ya que abarca diferentes áreas como la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas además de la creatividad, se enfoca en el trabajo en grupo, aprendiendo al dar soluciones a los retos, cada participante contribuye a la solución y enriquece el aprendizaje de cada uno de los actores,

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.

El estudiante se conecta con el mundo en que vivimos al poder resolver un reto planteado orientado a la realidad existente, construye un modelo de cómo puede solucionar un problema y puede criticar o ser criticado con diferentes perspectivas y desarrolla su solución en grupo, el componente lúdico es el factor determinante en el aprendizaje ya que disfruta al jugar y genera conocimiento que puede ser compartido.

La educación CTIM juega un papel fundamental en el desarrollo socio económico de una nación ya que el estudiante que logra permanecer en este desarrollo educativo tiene mejores herramientas para la contribución en el país, de una forma técnica y humana ya que siempre ha trabajado en grupo para generar una solución, un objetivo es generar un tipo de educación k-12 donde mediante la educación en línea el estudiante tenga entorno de apoyo individual y refuerce sus capacidades y habilidades, con este tipo de educación se cambia la forma en la que el estudiante permanece en el salón, ya que se vuelve una experiencia más estimulante y evita que permanezca sentado.

El presente proyecto se relaciona estrechamente con el objetivo 4 del Plan Nacional del Buen Vivir que es fortalecer las capacidades de la ciudadanía, ya que ayuda de gran manera a crear una educación constructivista que apoye a las necesidades del estado y mejore la calidad de vida de los ecuatorianos.

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.



## **Capítulo 2. Estado Del Arte.**

El capítulo dos empieza citando aspectos relevantes en el campo teórico que fundamentarán y respaldarán el desarrollo del trabajo de grado, en el que se abordan temas como las CTIM además de la robótica educativa, seguido se mencionan los brazos robóticos y la movilidad que poseen para el desarrollo e implementación de este proyecto de tesis, además se citan las diferentes plataformas de Arduino y los métodos de creación de librerías, los diferentes tipos de servo motores que harán posible la movilidad del brazo y el prototipo logrando así construir una herramienta didáctica e interactiva para estudiantes

### **2.1. Estado del arte de la Robótica educativa**

En este apartado se revisa el estado actual de la robótica educativa tomando como referencia las CTIM. Existe una gran cantidad de juguetes robóticos educativos que son utilizados en instituciones educativas. Las investigaciones en las que se han desarrollado prototipos de robots para este tipo de tareas es de acuerdo a los requerimientos o a las necesidades de los estudiantes en las cuales haremos referencia a las más destacadas.

#### **2.1.1. Lego Mindstorms**

Lego Mindstorms es una plataforma para el diseño y desarrollo de robots, que sigue la filosofía de la marca LEGO, armar y construir todo tipo de objetos simplemente uniendo bloques interconectables. El bloque central es un microcontrolador, con forma de LEGO. La conexión de sensores y actuadores es muy sencilla, por simple presión en cualquiera de las puertas y en cualquier posición. Las piezas de Lego tienen múltiples

formas y tamaños, lo que permite construir diversas estructuras, usando los bloques. Mediante un PC, se realiza la programación del controlador, usando diferentes programas y lenguajes. (Rosa, 2013)

Permite construir un robot completo, con sensores, motores, engranajes, estructuras, poder programarlo y configurarlo y todo sin soldar, taladrar, pegar o taladrar tornillos. Pues eso es LEGO-Mindstorms, una forma fácil y sencilla de aprender robótica y construir tu propio robot, como se puede apreciar en la *Figura 1*.



*Figura 1. LEGO Mindstorms EV3*

Fuente: <https://www.lego.com/en-us/mindstorms/about-ev3>.

No hay duda que esta empresa ha integrado el mundo de la robótica en sus juegos. La organización danesa desde sus inicios ha fomentado e impulsado una forma de jugar, adquiriendo los niños conceptos y habilidades, arriba mencionados, sin darse cuenta. Poder coger hábitos tecnológicos, desarrollar una mentalidad más innovadora e iniciarse en conceptos básicos de lenguaje de programación son algunos de los objetivos generales que persigue LEGO con la inclusión de la robótica en sus juegos.

Tiene múltiples posibilidades y lenguajes de programación, desde el nivel más básico e intuitivo, hasta el uso de lenguajes conocidos como C o Java, e incluso la utilización de Linux. Es implementado en entornos educativos, desde colegios a universidades, pues se puede aprender de forma fácil tanto mecánica como electrónica.

### **2.1.2. Brazo robot cebek programable por usb**

Es un auténtico brazo robot con cinco grados de libertad. Equipado con 5 motores independientes para realizar el máximo de movimientos. Con el Kit brazo robótico, puede ordenar a la pinza abrir y cerrar, así como otros varios movimientos controlados por las palancas de la unidad de control que controlan la rotación de la base, el movimiento del codo, el de la muñeca y la apertura y cierre de la pinza. Podrá agarrar, liberar, levantar, bajar y girar. (Practicaciencia, 2016)

Es un completo kit para montar un brazo robótico articulado, igual que el de su versión estándar el PCC-9895, con la diferencia que en esta versión no se incluye el mando a distancia pero si, su equivalente interfaz USB de control. Es como una versión conjunta del brazo PCC-9895 + el interfaz USB PCC-9896, los 2 en 1, como se puede apreciar en la *Figura 2*.



*Figura 2. Brazo robot CEBEK*

Fuente: <https://practicaciencia.com/juguetes-y-kits-educativos-para-aprender-electronica/611-brazo-robot-programable-por-usb.html>

Sujeta objetos, los sube y baja a donde le indique y es capaz de levantar hasta 100 gramos de peso. Además se puede programar este robot a través de la plataforma abierta Arduino. Incluso se puede añadir sensores al brazo robótico a través de algoritmos y contrólalo de forma más personalizada. Contiene una luz entre sus pinzas para que no pierdas detalle de todo lo que está cogiendo el brazo robot.

### **2.1.3. Teebot**

El Teebot es el primer robot educativo que fue creado y ensamblado en Ecuador, los hechos sucedieron el 2 de Abril Del 2015. A través del kit de robótica que acompaña al invento, se podrán aprender conceptos de programación, matemáticas, electrónica, tecnología y ciencia mediante el trabajo en equipo y el uso de su creatividad. Véase la *Figura 3.* (Vinueza, 2015)



*Figura 3. Teebot*

Fuente: <https://observatoriotic.mintel.gob.ec/teebot-primer-robot-educativo-hecho-en-ecuador/>.

Los usuarios pueden diseñar una secuencia de movimientos desde su computador, para que el robot los reproduzca. Además, se enfrentan a varios escenarios donde deben atravesar obstáculos para poder llegar a la meta. Su diseño y la interfaces de software son creaciones totalmente ecuatorianas, mientras que su parte electrónica tiene un 10% de componentes extranjeros.

Teebot se convierte en una herramienta para aprender conocimientos básicos de programación. Los usuarios en la versión inicial podrán imprimir los accesorios en impresoras 3D e irle agregado y darle una forma de acuerdo a su creatividad

## **2.2. Robótica educativa**

El término “Robótica” fue acuñado por Isaac Asimov para describir la tecnología de los robots. El concepto de “Robot” es muy complejo y hace referencia a sistemas mecánicos de sensores, actuadores y controladores que mediante una programación interactúan entre sí generando acciones específicas.

La Robótica Educativa es una disciplina que tiene por objeto generar entornos de aprendizaje heurístico basados fundamentalmente en la participación activa de los estudiantes, generando aprendizaje a partir de la propia experiencia durante el proceso de construcción y robotización de objetos (González S. M., 03 de Diciembre de 2010).

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 (Legua, 2011)

Un punto clave en el papel que puede llegar a desempeñar la robótica en la transformación de la práctica educativa, está en su carácter polivalente y multidisciplinario, es decir, aprendiendo a diseñar, construir y programar robots se adquieren diferentes conceptos provenientes de distintos campos del saber, como: las matemáticas, las ciencias naturales, la tecnología, entre otras.

La utilidad didáctica que puede proporcionar la robótica educativa es amplia. Al ser una herramienta versátil, admite diversas formas de utilización según los objetivos y la asignatura, valorándose especialmente por permitir a los profesores y a los estudiantes modificar su contenido y adaptarlo a sus necesidades concretas.

La sociedad actual está exigiendo al sistema educativo el desarrollo de nuevas competencias y habilidades que preparen exitosamente a los estudiantes para la vida, el aprendizaje y el trabajo (Pittí Patiño, 25 de Julio de 2012).

La robótica es una disciplina, con sus propios problemas, sus fundamentos y sus leyes. Tiene dos vertientes: teórica y práctica. En el aspecto teórico se asocian las aportaciones de la informática y la inteligencia artificial. Por el lado práctico o tecnológico hay aspectos de construcción (mecánica, electrónica), y de gestión (control, programación). La robótica presenta por lo tanto un marcado de carácter interdisciplinario (Educacion, 2015)

La historia de la robótica ha estado unida a la construcción de artefactos, que trataban de materializar el deseo humano de crear seres a su semejanza y que lo ayuden en el trabajo. La evolución de la tecnología a cargo del hombre construyó el primer mando a distancia para un automóvil mediante telegrafía sin hilo, el ajedrecista automático, el primer trasbordador aéreo y otros muchos ingenios, acuñaron el término automática en relación con la teoría de la automatización de tareas tradicionalmente asociadas a los humanos. Todos estos artefactos fueron producto del trabajo del hombre y fueron generando elementos cada vez más complejos hasta llegar a lo que hoy llamamos Robótica (Cevallos, 2013)

Este tema agrupa varias ciencias y disciplinas como: electrónica, informática, mecánica, matemática, biología, entre otras. Los alumnos crean y fomenten su imaginación, hace que se despierten inquietudes y ayuda a comprender el entorno. Para lograr que un robot realice las tareas es recomendable trabajar en equipo para alcanzar eficaz y eficientemente los objetivos propuestos.

Por lo que se debe incluir tecnología educativa innovadora en los proyectos, por lo cual es conveniente proveer al estudiante de instrumentos y materiales de apoyo para el proceso de aprendizaje.

Según él (Ministerio Educación, 2015) requiere que los proyectos sean multidisciplinarios, integrando las diferentes asignaturas que contiene la malla curricular de educación general básica, con el objetivo de participar en ferias científicas e interdisciplinarias.

### **2.2.1. Utilización de la robótica como estrategia pedagógica**

A nivel mundial se ha venido involucrando la robótica educativa como una estrategia pedagógica para la educación por ser una ciencia que se apoya diversas disciplinas, por lo que en las instituciones educativas encuentra en la robótica la metodología perfecta para la enseñanza de diferentes áreas.

La robótica educativa en los últimos años se ha integrado a paso acelerado en las instituciones educativas a nivel mundial; debido a este gran cambio los docentes no deben estar ajenos a este cambio. Esta nueva disciplina de la educación que aborda el diseño, desarrollo y programación de robots, se adopta como una herramienta educativa multidisciplinar que, trabaja sobre contenidos curriculares de materias como Ciencias, Matemáticas, Física o Tecnología, favoreciendo de esta manera la formación de otras disciplinas esenciales para el progreso académico de los estudiantes, iguales a los postulados de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la

Cultura (UNESCO) de saber, hacer, ser, convivir y aprender a transformarse uno mismo y la sociedad (2012). (HERRERA, 2012)

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

El 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”. (HERRERA, 2012)

La construcción del conocimiento, según Papert, comprende dos tipos de construcción: la primera, interna, tiene lugar en la mente de las personas y esta varía de acuerdo a los intereses o aficiones de la misma. La segunda, externa, sucede cuando el estudiante se encuentra motivado y comprometido en la realización de algo que le apasione desde el diseño, construcción o demostración de una actividad o proyecto, esta puede ser, desde un robot de cartón, o un castillo de legos, o un robot electrónico, hasta puede ser un programa de computadora o desarrollo de una aplicación (HERRERA, 2012)

La robótica educativa está fundamentada en base de métodos activos y lúdicos que privilegian el aprendizaje inductivo y el descubrimiento guiado. Estos métodos ayudan a fomentan el desarrollo de un pensamiento sistémico y sistemático, el cual da lugar a un proceso cognitivo de manera natural, en donde el error es un accionador fundamental que permite al estudiante equivocarse y probar distintas alternativas de solución (HERRERA, 2012)

En este proceso es importante y motivante para los estudiantes porque implica la alegría de poder ver en funcionamiento algo elaborado por ellos mismos, y de esa manera se pone fin al desafío han podido afrontar. La robótica fomenta en los estudiantes la imaginación, despertando inquietudes y ayuda a comprender mejor el mundo que les rodea; desarrolla la creatividad, la innovación, la toma de decisiones, la solución de problemas y el trabajo en equipo.

### **2.2.2. Pedagogía constructivista**

El constructivismo es una forma didáctica donde el docente únicamente proporciona ciertas herramientas al alumno 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 e 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.

### **2.2.3. Hardware y software de robótica en la educación**

En la robótica otro aspecto importante para tratar en esta investigación es el hardware y software que se ha venido utilizando en las aulas de clase para enseñar a personas de diferentes edades y en diferentes contextos.

Los laboratorios virtuales son una alternativa debido a que son sistema de simulación computarizada en un punto remoto a través de la animación y el uso de algún software especializado.

Mientras en un laboratorio real el usuario logra interactuar con el dispositivo real, usualmente el usuario puede cambia parámetros de control, hace experimentos, ve los resultados y baja los datos del experimento. (HERRERA, 2012)

Una vez que el estudiante logre simular este puede pasar al entorno real para lograr de una manera más directa verificar los resultados y comprobar las variaciones que existen del entorno virtual y el real por medio de la experimentación.

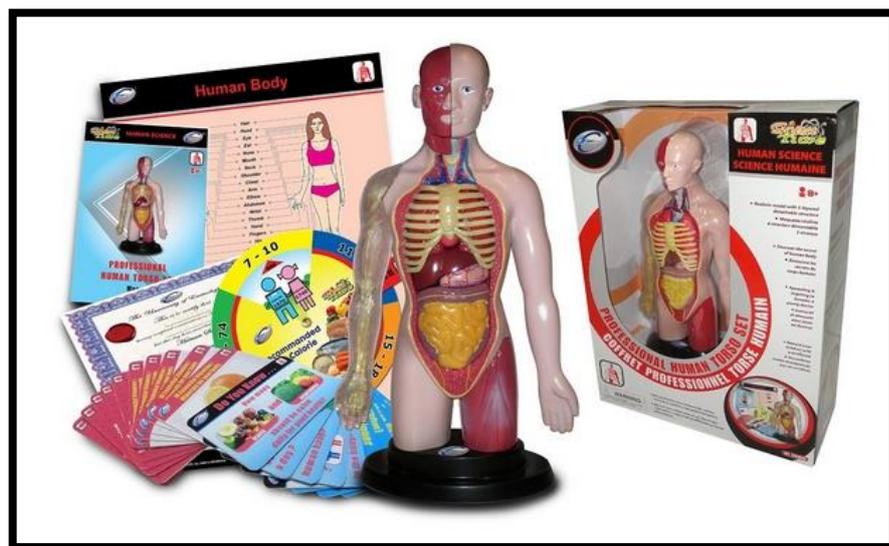
### **2.3. CTIM (Ciencias, Tecnologías, Ingeniería y Matemáticas)**

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. (Pascual, 2016)

En lugar de enseñar a las cuatro disciplinas como materias separadas y discretas, CTIM los integra en un paradigma de aprendizaje coherente basado en aplicaciones del mundo real.

### 2.3.1. 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 como se observa la *Figura 4* un kit del dorso del cuerpo humano.



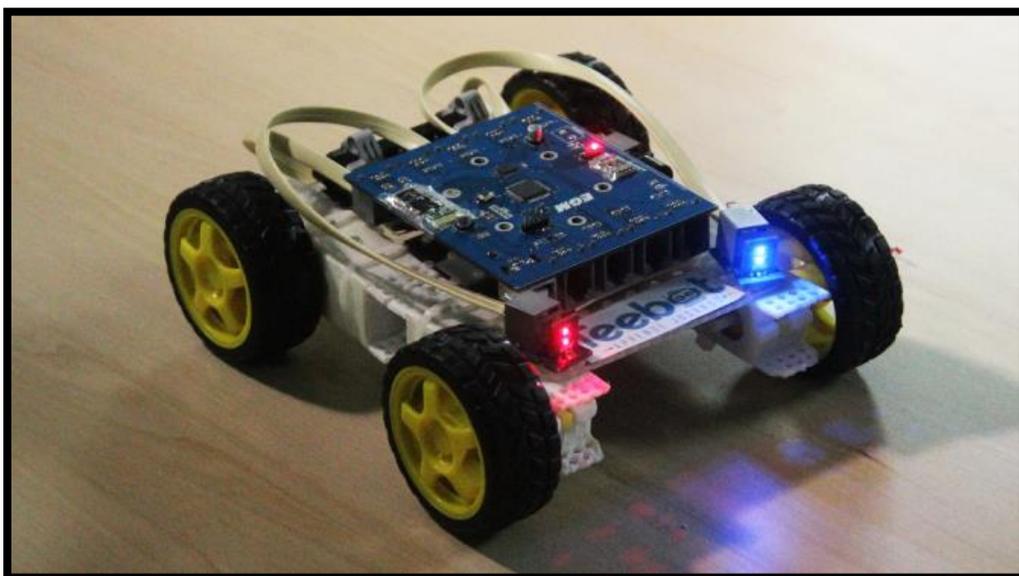
*Figura 4.- Profesional humano torso set*

Fuente: Recuperado de <http://computerhoy.com/noticias/life/juguetes-stem-que-son-que-gustan-ninos-45594>

Juguetes científicos CTIM, son una alternativa hoy en día a los juguetes normales en donde a los usuarios les permite despertar interés por algunos de estos campos de la ciencia. Dispone de kits de invención con todo tipo de motores, sensores y mecanismos que se pueden programar y fusionar para crear máquinas, o resolución de algún problema. Incluso hay kits basados en placas Arduino. (Pascual, 2016)

### 2.3.2. 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, ver la *Figura 5*.



*Figura 5.- Teebot.*

Fuente: Recuperado de <http://www.yachay.gob.ec/yachay-ep-impulsa-la-creatividad-primer-robot-educativo-creado-y-ensamblado-en-el-ecuador/>

Desarrollando intereses por la innovación tecnológica por medio de la manipulación de equipos e instrumentos logrando de esta manera crear un producto final, en esta área es mucho más didáctica ya que el usuario tiende a crear algo por sí solo.

### 2.3.3. Ingeniería

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

Un buen ejemplo de ingeniería y creatividad es 3Doodler, como se muestra en la *Figura 6*, un bolígrafo que es al mismo tiempo una impresora 3D manual versátil que se maneja con la mano y deja campo libre a tu imaginación.



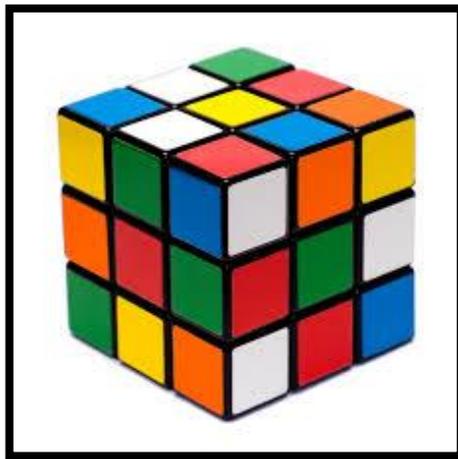
*Figura 6.- 3Doodler.*

Permite dibujar en el aire con material plástico todo tipo de objetos, al igual que una impresora 3D, 3Doodler tiene la facilidad de ocupar el mismo material que las impresoras 3D.

#### 2.3.4. 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.

Los juegos más clásicos son el cubo de Rubik, ver la *Figura 7*, juegos de cartas como el popular UNO, entre otros.



*Figura 7.- Cubo de Rubik*

Fuente: Recuperado de <http://www.grao.com/recursos/juegos-cientificos>

Una de las compañías especializadas es ThinFun, con populares juegos de mesa basados en resolver puzzles con laberintos, o en cosas más cotidianas, como los atascos de tráfico. Son muy conocidos Rush Hour o Gravity Maze. (Pascual, 2016)

## 2.4. Sistema Educativo CTIM

CTIM responde al acrónimo Ciencias-Tecnología-Ingeniería-Matemáticas, CTIM, las asignaturas para una economía próspera y para una sociedad segura y saludable.

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

Desde los primeros años de educación básica, la gran mayoría de las instituciones se enfocan en enseñar ciencias "C" y matemáticas "M" prestando muy poca atención a la "T" que refleja los productos y sistemas que necesitan la mayoría de seres humanos y menos a la "I" que refleja el proceso de diseño e innovación de cada sistema. Además estas asignaturas están siendo dictadas de manera separada.

En Estados Unidos la educación STEM es una de las reformas educativas más importantes de su historia y se han convertido en iniciativas como las "Normas de Ciencias de la Próxima Generación" (Estándares de Ciencias para la Generación Próxima) que hace énfasis en la educación interrelacionada entre las lecturas asignaturas. (ESPINOSA, 2018)

STEM busca eminentemente desarrollar las siguientes habilidades en los chicos:

- Investigación
- Pensamiento Crítico

- Solución de Problemas
- Creatividad
- Comunicación
- Colaboración

#### **2.4.1. Proceso educativo CTIM**

- Despertar

Desde los primeros años de pre jardín hasta el segundo grado las habilidades CTIM afloran en el estudiante. Podemos comenzar en incentivarlos con LEGO, una medida que nos acercamos a la tecnología para dar la oportunidad de jugar y aprender simultáneamente.

- Desarrollo

Ya desde tercero hasta grado quinto entramos en una etapa de desarrollo de las habilidades CTIM. La búsqueda comienza a ser un factor importante para el crecimiento del pensamiento computacional. LEGO y Robots de Imaginarium hacen parte de esta etapa.

- Profundización

En secundaria tienen las habilidades CTIM presentes y en su punto definitivo para el futuro profesional. Comenzamos con lenguajes de programación más avanzados. Arduino y Scartch se hace presente hacia grado octavo.

- Elección de Carrera

Los dos últimos años son el punto en el que el estudiante se perfila después de las asignaturas CTIM. Haber incluido la ingeniería desde edades tempranas conduce al futuro profesional a construir modelos efectivos que permiten resolver problemas de la vida real.

(ESPINOSA, 2018)

## **2.5. Asignatura optativa del tercer curso de Bachillerato General Unificado en el Ecuador**

Según el ministerio de educación como una opción en el bachillerato general unificado se opta como materia optativa Investigación en Ciencia y Tecnología.

### **2.5.1. Investigación en Ciencia y Tecnología**

Los conocimientos propuestos buscan estimular en los estudiantes la curiosidad, el asombro y la sorpresa ante el cúmulo de conocimientos que el género humano ha sido capaz de descubrir y poner en práctica a lo largo de su existencia como especie.

Para motivar es necesario cautivar el interés, y aprovechar la inquietud de los jóvenes con todo un arsenal de anécdotas y datos curiosos presentes en la historia de la ciencia. Cuando los estudiantes sean contagiados por el espíritu creativo de la investigación, serán ellos mismos los que presionen a sus docentes para proponerse mayores desafíos.

La información referente a investigaciones en el campo de la Ciencia y la Tecnología está presente en nuestras vidas cotidianas, no sólo en los objetos que usamos en la casa, el auto, el trabajo, la escuela, cuyos secretos pocas veces nos desafiamos a develar, sino mediante notas de prensa, noticieros y documentales de televisión, que de forma continua intentan dar a conocer los últimos avances, pero suelen dejar la impresión de que consisten en millonarios proyectos con impresionantes resultados, realizados en condiciones muy especiales, extraordinarias, únicas, excepcionales, casi imposibles.

Los productos mediáticos, en su mayoría, buscan llamar la atención del público mediante el uso de efectos visuales y del lenguaje, extrapolando y exagerando demasiado tanto las investigaciones como sus resultados.

El público en general termina por creer que la Ciencia y la Tecnología están fuera de su alcance, que son propiedad de una élite económica e intelectual alejada de su realidad y que, en el mejor de los casos, solo puede aspirar a ser un usuario pasivo de esos resultados.

La materia de Investigación en Ciencia y Tecnología para el Bachillerato busca romper con estos mitos y enseñarle al estudiante que el método científico está completamente a su alcance, que él también puede aportar en la tarea de creación de nuevos conocimientos, utilizando inteligentemente los recursos de Asignatura optativa: Investigación en Ciencia y Tecnología Tercer curso de Bachillerato General Unificado los que dispone y que los conocimientos teóricos y prácticos de la Ciencia son universales. (Cultura, 2016)

Este camino atraviesa las áreas del conocimiento que han trabajado y las que están tratando en el tercer curso de su vida estudiantil: la Lógica, la Matemática, la Física, al Química, la Biología e Historia y Ciencias Sociales cobran aquí nuevas motivaciones, proyectando sus contenidos en la práctica. Más allá de adquirir nuevos conocimientos, esta materia quiere que el estudiante encuentre formas de aplicarlos. Posiblemente el estudiante sienta que ha aprendido la Física o la Biología, desde una nueva visión, es decir, sobre su aplicación en la vida cotidiana y su utilidad para la comunidad educativa.

Esperamos que el docente tenga la oportunidad de volcar toda su inventiva e iniciativa para lograr comunicar el gusto y placer de descubrir el lado lúdico de la búsqueda de nuevos conocimientos, que en última instancia, es el verdadero motor de la investigación. Son estas capacidades las que mueven a los estudiantes hacia mayores logros en sus particulares procesos de aprendizaje.

### **2.5.2. Innovación en la educación usando TIC**

La integración de las TIC en las instituciones educativas no es un simple proceso lineal, con un principio claro. Cada institución necesita analizar su posición actual en términos de integración de las TIC y desarrollar un plan que le permita avanzar a la siguiente etapa. Es frecuente que durante el proceso encuentren nuevas herramientas y software que a su vez generen nuevas e interesantes oportunidades para innovar en el procesos de enseñanza - aprendizaje.

Cuando una institución comienza a desarrollar un plan de TIC a menudo ofrece capacitación en computación a los estudiantes como una materia aislada, sin integrar las TIC al programa escolar. Más aún el plan de TIC tiende a estar separado del programa educativo y uno o más docentes entusiastas suelen desarrollarlo aisladamente de sus colegas. Para reducir esta situación es fundamental que las instituciones comiencen el planeamiento de TIC desde la perspectiva del proyecto curricular y que averigüen cómo la tecnología disponible puede potenciar el entorno de enseñanza y aprendizaje tanto en el caso de los docentes para la planificación, para la búsqueda de información, para la preparación de las clases o como medio de comunicación entre colegas en horario

extraescolar, como en el caso de los estudiantes, para el desarrollo de proyectos colaborativos. (UNESCO, 2014)

## **2.6. Incidencia de tecnología en los adolescentes**

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 adolescentes 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 jóvenes exploren el mundo y los incorporen a sus juegos. Ellos podrían percibir que hay cámaras, DVDs<sup>1</sup>, 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. (KELLY, 2014)

Existen muchos proyectos en diferentes países que se han enfocado en este propósito, con el uso de herramientas informáticas para el desarrollo de software que permite a los niños en etapa escolar resolver situaciones para llegar a cumplir el objetivo trazado por el creador del software haciendo que el tiempo empleado por el escolar en la tecnología sea aprovechado para su beneficio en el aprendizaje, la tecnología puede ser

---

<sup>1</sup> Disco Versátil Digital

una herramienta útil si se utiliza en el lugar adecuado para ayudarnos a aprender y no todo el tiempo no como reemplazo de otras cosas. (BBC MUNDO, 2013)

El saber computación incluye conocer algoritmos y programación, como se realizan los procesos de almacenamiento de la información, como es la estructura física y lógica de las computadoras y cómo funcionan las redes de computadoras; esta idea nos lleva a pensar que en la educación actual principalmente se enseña a manejar una computadora y no se enseña realmente computación.

La educación del último siglo se rige por los avances tecnológicos, por lo tanto se crea la necesidad de que existan más personas que puedan pensar en forma creativa y sean capaces de inventar soluciones innovadoras a problemas nuevos. El propósito de la educación debería ser incentivar a los estudiantes por la creación de tecnología potenciando la creatividad y la lógica de los estudiantes para evitar seguir siendo únicamente consumidores.

En varios países ya se están desarrollando proyectos que tienen como objetivo enseñar a programar a los estudiantes. La idea es involucrarlos en la tecnología desde muy pequeños, para tener mayor probabilidad de tener mejores programadores y desarrolladores de tecnología en el futuro.

## **2.7. 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. (Roberto, 2014).

### 2.7.1. 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, *Figura 8*. Lego MindStorms puede ser usado para construir un modelo de sistema integrado con partes electromecánicas controladas por computador. Prácticamente todo puede ser representado con las piezas tal como en la vida real, como un elevador o robots industriales. (Monsalve, 2015).



*Figura 8. Robot Programable Lego MindStorms*

Fuente: <http://www.amazon.com/LEGO-4544091-Mindstorms-NXT-2-0/dp/B001V7RF9U>

### 2.7.2. 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, ver la *Figura 9*. (scratch.mit.edu).



*Figura 9. Interfaz gráfica de SCRATCH*

Fuente: <https://scratch.mit.edu/about/>

### 2.7.3. LOGO

Logo es un lenguaje de programación diseñado con fines didácticos para aprender conceptos básicos como manejo de listas, archivos, entradas/salidas entre otros, ver la *Figura 10*. Dispone de un intérprete de comandos que admite órdenes en español y además dispone de recursos para empezar desde cero en la programación. (Roberto, 2014)



*Figura 10. Interfaz inicial de LOGO*

Fuente: <http://www.bloglenovo.es/la-programacion-es-un-juego-de-ninos-o-eso-intentan-estas-catorce-propuestas/>

#### 2.7.4. Makeblock mBot 90053

Makeblock mBot es un kit de robótica educativa muy orientado a aprender a programar con gráficos y a practicar con la electrónica. Está basado en Arduino UNO.

Como todos los kits robóticos, el juguete consta de dos partes:

- Montar el robot (incluye instrucciones con dibujos muy sencillas de seguir).
- Crear las programaciones y retos.

El mBot de Makeblock está pensado para niños a partir de 10 años y es un juguete robótico bastante más avanzado que los anteriores y un kit con muchas posibilidades de expansión. Se controla con el móvil, la Tablet o el ordenador a través de Bluetooth. A nosotros nos gusta mucho como set de introducción a Arduino, ver la *Figura 11*.



*Figura 11. Robot mBot de Makeblock*

Fuente: <https://www.robotsparaninos.com/5-juguetes-robotica-educativa-2016/>

#### 2.8. Enseñanza en la educación

Es una actividad que es realizada conjuntamente entre el estudiante y docente en donde interaccionan 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,

basándose en diversos métodos o alguna serie de instrucciones apoyándose en el aula y en los materiales, aunque este tipo de enseñanza no es aprobada por algunos educadores por lo que ellos toman una actitud más flexible logrando así guiar a los estudiantes para que ellos adquieran los conocimientos.

Por lo que es más recomendable adaptarse al grupo de trabajo debido a que no todos son iguales y no tienen las mismas capacidades ni las mismas necesidades o intereses. También se recomienda por optar por actividades que agraden y animen a los estudiantes y de la misma manera planificar los temas de estudio centrándolos en los intereses de los mismos. Estos métodos por lo general son utilizados para evitar el aburrimiento de los estudiantes que eso conlleva al desinterés y aburrimiento.

### **2.8.1. Estrategias de enseñanza**

Las estrategias de enseñanza se definen como los procedimientos o recursos utilizados por los docentes para lograr aprendizajes significativos en los alumnos. Cabe hacer mención que el empleo de diversas estrategias de enseñanza permite a los docentes lograr un proceso de aprendizaje activo, participativo, de cooperación y vivencial. Las vivencias reiteradas de trabajo en equipo cooperativo hacen posible el aprendizaje de valores y afectos que de otro modo es imposible de lograr. (Ángel, 2011)

Es importante destacar que las estrategias como recurso de mediación deben de emplearse con determinada intensidad, y por tanto deben de estar alineadas con los propósitos de aprendizaje, así como con las competencias a desarrollar. Se debe recordar la importancia que representa el papel del docente en el proceso enseñanza aprendizaje ya

que en el desarrollo de una sesión de clase el docente debe crear ambientes de aprendizaje propicios para aprender.

#### **2.8.1.1. Lluvia de ideas**

Las estrategias para activar los conocimientos previos en los estudiantes de las interrogantes son la lluvia de ideas, estos recursos son importantes porque permiten llamar la atención o distraer, las ilustraciones son más recomendadas que las palabras para comunicar ideas de tipo concreto o de bajo nivel de abstracción conceptos de tipo visual o espacial, además promueven el interés y motivación

#### **2.8.1.2. Ilustraciones**

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

Los tipos de ilustraciones más usuales son:

- Descriptiva: muestra figuras, dibujos, fotografías
- Expresiva: Ligada a la anterior destacando aspectos actitudinales
- Lógico- matemática: diagramas de conceptos o funciones matemáticas
- Algorítmicas: diagramas que incluyen los pasos para un procedimiento.

#### **2.8.1.3. Talleres**

Los 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.

Se trata entonces de aprender haciendo, desarrollando habilidades donde los conocimientos se adquieren a través de una práctica concreta; ejecutando algo relacionado con el objetivo que se pretende alcanzar, en un contexto particular de aprendizaje. Es una metodología participativa en la que se enseña y se aprende a través de una tarea conjunta.

Su metodología descansa en la actividad del estudiante y en la organización basada en pequeños grupos. La utilización de este método tiene como cometido dar respuesta a preguntas planteadas en las consignas de trabajo, teniendo en cuenta la opinión de todos los miembros del grupo, para llegar a una toma de decisiones colectiva. Esta estrategia promueve el desarrollo de varios saberes: cognitivo, procedimental y actitudinal, por tanto promueven el desarrollo de las competencias genéricas de comunicación, trabajo colaborativo y sociales. Esta estrategia es, a su vez, un magnífico espacio para el desarrollo de vivencias emocionales, que conjuntamente con las racionales, forman parte de ese aspecto llamado realidad, lo que favorece de manera extraordinaria el aprendizaje significativo en los estudiantes. (Ángel, 2011)

El taller es la estrategia que más ayuda a conectar la teoría con la práctica, al abordar, desde una perspectiva constructivista, la toma de una decisión, la solución de un problema práctico, la creación de algo necesario entre otros.

#### **2.8.1.4. Clases prácticas**

Las clases prácticas se pueden organizar dentro de los espacios destinados a la docencia en donde se puede utilizar las aulas, laboratorios o en marcos naturales externos.

Las clases prácticas de aula se desarrollan en los mismos espacios que las clases teóricas. En estas clases además del equipamiento básico habitual en cualquier aula 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.

Las prácticas de laboratorio se desarrollan en espacios específicamente equipados con el material, el instrumental y los recursos necesarios para el desarrollo de demostraciones, experimentos, etc. relacionados con los conocimientos propios de una materia. El equipamiento y mantenimiento de estos espacios suele ser costoso por lo que, en ocasiones, estas prácticas se desarrollan en los mismos laboratorios en los que se desarrolla la investigación. Por otra parte, dada la complejidad del manejo de algunos aparatos e instrumentos, la necesidad de su preparación y mantenimiento e, incluso, la necesidad de supervisión directa de las actividades que se realizan, es frecuente que se cuente con personal de apoyo. (Ángel, 2011)

#### **2.8.1.5. Resolución de ejercicios y problemas**

La estrategia didáctica de 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. Es importante destacar que se despierta el interés de los estudiantes al

observar las posibles aplicaciones prácticas del conocimiento, asimismo posibilita la participación de todos los alumnos, independientemente de su grado de competencia y pericia inicial para la tarea, brindando una gama amplia de actividades, con distintos tipos de exigencias y niveles de logros finales, de la misma manera , eleva el nivel de pensamiento reflexivo, lógico e intuitivo y mejora sus capacidades para apropiarse de la construcción de sus aprendizajes, es una estrategia utilizada generalmente para la evaluación del aprendizaje. (Ángel, 2011)

Los ejercicios y problemas pueden tener una o varias soluciones conocidas por el profesor y su intención principal es aplicar lo aprendido para afianzar conocimientos y estrategias, reflexionando sobre los contenidos teóricos o para verificar la utilidad de los contenidos. Necesita de la supervisión constante del profesor y desde luego parte de una explicación por parte de él, para que el estudiante alcance el resultado esperado. Esta estrategia se puede aplicar en las siguientes asignaturas: Matemáticas, Química, Física.

#### **2.8.1.6. 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. El aprendizaje "entre iguales", como también se le denomina, intensifica la interacción entre los estudiantes de un grupo, de manera que cada uno aprende el contenido asignado, y a su vez se aseguren que todos los miembros del grupo lo hacen, esta estrategia incide también en el desarrollo de todo un conjunto de habilidades socio afectivas e intelectuales, así como en las actitudes y valores en el proceso de formación de las nuevas generaciones. (Ángel, 2011)

Cooperar es compartir una experiencia vital de cualquier índole y naturaleza; es trabajar juntos para lograr metas compartidas, resultados que beneficien tanto individual como colectivamente, es maximizar el aprendizaje propio y el de los demás, a través de una interdependencia positiva que consiste en dar la oportunidad de compartir procesos y resultados del trabajo realizado entre los miembros de los diferentes equipos de tal manera que unos aprendan de otros.

Por otra parte la interactividad es la confrontación directa del sujeto que aprende con el objeto de aprendizaje. La interacción es el intercambio con otro, o bien con varios, sobre procesos y resultados de una actividad de aprendizaje. El aprendizaje cooperativo integra como parte de su modelo a ambos componentes la interactividad y la interacción, garantizando que el aprendizaje en construcción sea significativo. La interactividad es una actividad individual mientras que la interacción es grupal, el aprendizaje cooperativo alterna unos y otros momentos.

El aprendizaje cooperativo como alternativa didáctica no debe restringirse al instante del trabajo de los educandos en equipo en el salón de clases. El aprendizaje cooperativo abarca toda una serie de actividades previas y / o posteriores que hacen posible el trabajo cooperativo en equipo, por tanto uno de sus componentes básicos de su didáctica es la formación de equipos, unas veces informales y otras formales, pero siempre en dependencia de las funciones que se complementan y de las estrategias que se emplean para el logro de los objetivos educativos planteados. (Ángel, 2011)

## 2.9. 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, ver *Figura 12*, este puede ser la suma total del mecanismo 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.



*Figura 12.- Brazos Robóticos.*

Fuente: Recuperado de <http://www.viralistas.com/wp-content/uploads/2015/09/protesis-3D-3.jpg>.

### 2.9.1. Manos robóticas

Son manos mecánicas diseñadas pero a la vez son modificadas o son creadas para ser controladas por dispositivos electrónicos logrando simular los movimientos de los dedos, en el mercado actual existe una gran cantidad de manos con distintos tipos de mecanismos y varios tipos de materiales.

Hoy en día debido a la gran popularidad de las impresoras 3D se han realizado impresionantes diseños de manos en 3D por empresas desarrolladoras de prótesis, robótica o aficionados al diseño gráfico donde la mayoría se las puede encontrar para descargar de páginas donde suben diseños gratuitos, o en las páginas oficiales de los creadores. En la *Tabla 1*, se puede observar las principales características de las manos más populares en 3D.

*Tabla 1. Manos en 3D de Open Source*

<b>Mano</b>	<b>Dextrus</b>	<b>Inmoov</b>	<b>Ada</b>	<b>Raptor</b>
<b>Open Source</b>	x	x	x	x
<b>Posición de los motores</b>	Interior	Exterior	Interior	Exterior
<b>Adaptable a cualquier base</b>	x			
<b>Piezas independientes</b>	x	x		x
<b>Control de dedos</b>	Individual	Individual	Individual	Conjunto
<b>Agarre de objetos</b>	x	x	x	x
<b>Filamentos para tendones</b>	x	x	x	x
<b>Material</b>	ABS/PLA	ABS/PLA	ABS/PLA	ABS/PLA
<b>Filamentos flexibles</b>			x	

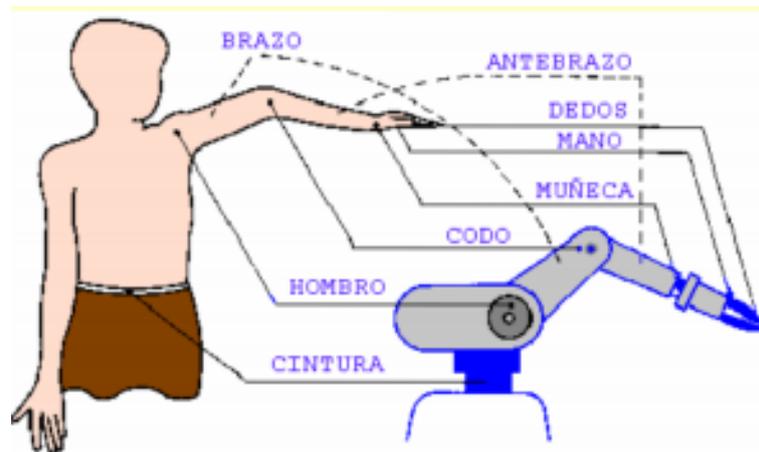
Fuente: <http://www.instructables.com/howto/hand/>

## 2.9.2. Parámetros antropométricos

La antropometría no es más que el estudio de las dimensiones físicas y funcionales de cuerpo teniendo en cuenta la flexibilidad y el alcance. Los parámetros para la realización del brazo están basados en la anatomía del brazo del ser humano.

En la *Figura 13*, se visualiza las partes de un brazo humano teniendo en cuenta los puntos para ayudar a la movilidad y las semejanzas existente entre el brazo robótico y de un brazo mecánico, para la realización el brazo robótico se remonta a la biomecánica

la cual se interesa por el movimiento del cuerpo humano con la ayuda de la electrónica y la programación.



*Figura 13.- Brazo humano y brazo robótico.*

Fuente: Recuperado de <https://goo.gl/WozWq7>.

Si no se toma en cuenta estos parámetros en el momento de la construcción del brazo respecto a la movilidad se pueden experimentar dificultad o problemas con la flexibilidad de sus extremidades.

### **2.9.3. Ángulos de giro**

Los ángulos de giro que deberá tener el brazo y la posición que deberá tener cada elemento ya están previamente definidos y limitados para su movimiento. Para la realización del brazo este constara con servomotores, para la movilidad de los dedos, mano, antebrazo y brazo, los movimientos y giros estarán limitados de acuerdo a los del cuerpo humano por las dimensiones del brazo y por los ángulos de giro de los servomotores.

En la programación se estará definiendo los ángulos de giro para los principales tipos de movimientos y ángulos se realizó un estudio antropométrico de un brazo humano, las mediciones estarán de acorde a la movilidad de un individuo en reposo, en la ver *Tabla 2* se muestran los datos obtenidos después de las mediciones de cada parte del brazo. (López, 2004)

*Tabla 2.- Parámetros del Brazo.*

DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO
Hombro	< 170°
Codo	Posición inicial 15° respecto a la vertical
Amplitud del brazo	< 170°
Amplitud del codo	< 120°
Desviación de muñeca	< 100°
Giro de muñeca	< 120°

Fuente: Adaptado de (López, 2004)

## 2.10. Plataforma 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. (Arduino, 2015)

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.

El programa se implementará haciendo uso del entorno de programación propio de Arduino y se transferirá empleando un cable USB. El microcontrolador de la placa se programa mediante un computador, posteriormente se usa una comunicación serial mediante un convertidor de niveles RS-232 a TTL serial. Si bien en el caso de la placa USB no es preciso utilizar una fuente de alimentación externa, debido a que el propio cable USB la proporciona. (Arduino, 2015)

### **2.10.1. Modelos de placas Arduino**

Existen diferentes placas de Arduino, las cuales dependen mucho del tamaño del proyecto, de la cantidad de entradas y/o salidas requeridas, si la alimentación y programación se va a realizar con la propia placa, si va a interactuar con su misma circuitería o si va a comunicarse con dispositivos externos móviles como: PDA's, receptores, celulares, entre otros; así, se tienen entre las placas Arduino más conocidas: Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Zero, Arduino Mini-Pro, Arduino Nano, entre otras. (Cevallos, 2013).

### 2.10.1.1. Arduino Uno

Es la placa estándar y posiblemente la más conocida y documentada. “Es una buena opción para empezar a usar Arduino y familiarizarse con el entorno”, (Urgiles & Colcha, 2015). En la *Figura 14* se puede apreciar el Arduino Uno, en la *Tabla 3* se detallan las características principales del modelo del Arduino Uno.



*Figura 14. Placa Arduino UNO*

Fuente: [http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoUno\\_r2\\_front450px.jpg](http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoUno_r2_front450px.jpg)

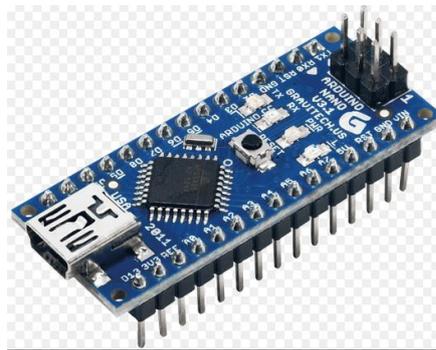
*Tabla 3. Características Arduino UNO*

<b>MICROCONTROLADOR</b>	ATMEGA 328 Extraíble
<b>PINES DIGITALES</b>	14 Entrada y Salida (6 Salidas PWM)
<b>PINES ANALÓGICOS</b>	6 Entradas Analógicas (8 bits de resolución)
<b>VOLTAJE DE FUNCIONAMIENTO</b>	5 Voltios
<b>CORRIENTE POR PIN</b>	40 Miliamperios
<b>MEMORIA FLASH</b>	32 Kb
<b>MEMORIA SRAM</b>	2 Kb
<b>MEMORIA EEPROM</b>	1 Kb
<b>FRECUENCIA</b>	16 MHz
<b>DIMENSIONES</b>	70 x 55 mm

Fuente: Adaptado de (Arduino, 2015)

### 2.10.1.2. Arduino Nano

El Arduino Nano es una pequeña placa, completa y amistosa basada en el ATmega328. Tiene más o menos la misma funcionalidad de la Arduino UNO, pero en un diseño diferente. Le falta sólo un conector de alimentación de Corriente Continua y funciona con un cable USB Mini-B en lugar de una normal. El Nano fue diseñado y está siendo producido por Gravitech. (Arduino, 2015). En la *Figura 15* se puede apreciar el Arduino Nano, en la *Tabla 4* se detallan las características principales del modelo del Arduino Nano.



*Figura 15. Placa Arduino NANO*

Fuente: [http://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl\\_ws/A300/ARDUINO\\_NANO\\_03.png](http://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/A300/ARDUINO_NANO_03.png)

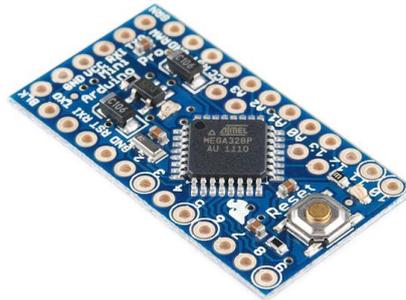
*Tabla 4. Características Arduino NANO*

<b>MICROCONTROLADOR</b>	ATMEGA 328
<b>PINES DIGITALES</b>	14 Entrada y Salida (6 Salidas PWM)
<b>PINES ANALÓGICOS</b>	6 Entradas Analógicas (8 bits de resolución )
<b>VOLTAJE DE FUNCIONAMIENTO</b>	5 - 12 Voltios
<b>CORRIENTE POR PIN</b>	40 Miliamperios
<b>MEMORIA FLASH</b>	2 Kb
<b>MEMORIA SRAM</b>	1 Kb
<b>MEMORIA EEPROM</b>	512 Kb
<b>FRECUENCIA</b>	16 MHz
<b>DIMENSIONES</b>	45 x 18 mm

Fuente: Adaptado de (Arduino, 2015)

### 2.10.1.3. Arduino Mini

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. (Arduino, 2015). En la *Figura 16* se puede apreciar el Arduino Mini, en la *Tabla 5* se detallan las características principales del modelo del Arduino Mini.



*Figura 16. Placa Arduino Mini PRO*

Fuente: <https://cdn.sparkfun.com/assets/f/4/e/2/7/51eeb8f9ce395f0778000000.png>

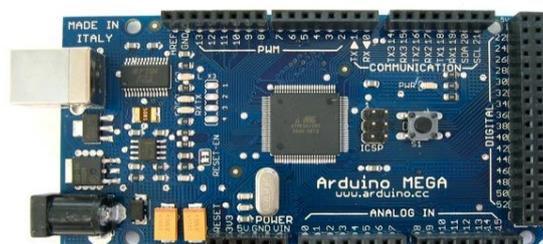
*Tabla 5. Características Arduino Mini PRO*

<b>MICROCONTROLADOR</b>	ATMEGA 328
<b>PINES DIGITALES</b>	14 Entrada y Salida (6 PWM)
<b>PINES ANALÓGICOS</b>	6 Entradas Analógicas (8 bits de resolución )
<b>VOLTAJE DE FUNCIONAMIENTO</b>	5 - 12 Voltios
<b>CORRIENTE POR PIN</b>	40 Miliamperios
<b>MEMORIA FLASH</b>	32 Kb
<b>MEMORIA SRAM</b>	8 Kb
<b>MEMORIA EEPROM</b>	1Kb
<b>FRECUENCIA</b>	16 MHz
<b>DIMENSIONES</b>	33 x 18 mm

Fuente: Adaptado de (Arduino, 2015)

### 2.10.1.4. Arduino Mega

El Arduino Mega es una placa electrónica basada en el ATmega1280. Cuenta con 54 pines digitales de entrada y salida (de los cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 Puertos seriales, un cristal oscilador de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o la batería para empezar. La Placa Mega es compatible con la mayoría de los modelos de Arduino. (Arduino, 2015). En la *Figura 17* se puede apreciar el Arduino Mega, en la *Tabla 6* se detallan las características principales del modelo del Arduino Mega.



*Figura 17. Placa Arduino MEGA*

Fuente: <http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoMega.jpg>

*Tabla 6. Características Arduino MEGA*

<b>MICROCONTROLADOR</b>	ATMEGA 1280
<b>PINES DIGITALES</b>	54 Entrada y Salida (15 Salidas PWM)
<b>PINES ANALÓGICOS</b>	16 Entradas Analógicas (8 bits de
<b>VOLTAJE DE FUNCIONAMIENTO</b>	resolución )
<b>CORRIENTE POR PIN</b>	5 - 12 Voltios
<b>MEMORIA FLASH</b>	40 Miliamperios
<b>MEMORIA EEPROM</b>	128 Kb
<b>FRECUENCIA</b>	4Kb
<b>DIMENSIONES</b>	16 MHz
	101 x 53 mm

Fuente: Adaptado de (Arduino, 2015)

### 2.10.1.5. Arduino Yun

El Arduino YUN es una placa electrónica basada en el ATmega32u4 y el Atheros AR9331. La junta ha incorporado interfaces Ethernet y Wi-Fi, un puerto USB, ranura para tarjeta micro-SD, 20 pines digitales de entrada y salida (de los cuales 7 se pueden utilizar como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un cristal oscilador de 16 MHz y 3 botones de reposición. (Arduino, 2015). En la *Figura 18* se puede apreciar el Arduino Mega, en la *Tabla 7* se detallan las características principales del modelo del Arduino Mega.



*Figura 18. Placa Arduino YUN*

Fuente: [http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoYunFront\\_2\\_450px.jpg](http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoYunFront_2_450px.jpg)

*Tabla 7. Características Arduino YUN*

<b>MICROCONTROLADOR</b>	ATMEGA 32u4 Y CHIP ATHEROS AR9331
<b>PINES DIGITALES</b>	20 de Entrada y Salida (7 Salidas PWM)
<b>PINES ANALÓGICOS</b>	12 Entradas Analógicas (8 Bits de resolución)
<b>VOLTAJE DE</b>	5 voltios
<b>FUNCIONAMIENTO</b>	40 miliamperios
<b>CORRIENTE POR PIN</b>	32 Kb
<b>MEMORIA FLASH</b>	2.5Kb
<b>MEMORIA SRAM</b>	1Kb
<b>MEMORIA EEPROM</b>	16 MHz
<b>FRECUENCIA</b>	73x53 mm
<b>DIMENSIONES</b>	- Interfaz Ethernet IEEE 802.3 10/100 Mbits
<b>OTRAS CARACTERÍSTICAS</b>	- Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n

- 
- 2 Puertos USB
  - RAM 64 MB
  - Lector de tarjetas Micro SD
- 

Fuente: Adaptado de (Arduino, 2015)

### 2.10.2. Librerías

El entorno Arduino se puede facilitar la programación mediante el uso de librerías, igual que la mayoría de las plataformas de programación. Las librerías proporcionan funcionalidad adicional para el uso de algunos elementos, por ejemplo, trabajar con el hardware o manipular los datos. (webarduino, 2016)

Las librerías se pueden descargar o ya viene instaladas además de eso se puede crear librerías propias.

La librería son unos ficheros de código al que se va a llamar para que se ejecute desde un programa hecho para Arduino, con la finalidad de que realice una tarea concreta.

Existe una gran cantidad de librerías que permiten dotar a Arduino de nuevas funcionalidades, o para ayudar a utilizar los distintos sensores y elementos compatibles con Arduino como por ejemplo crear un GPS, enviar mensajes SMS, manejar pantallas LCD o TFT, etc. (Martín, 2012)

Podemos crear nuestras propias librerías para no reescribir código o bien usar otras creadas por terceras personas.

### 2.10.2.1. Creación de librerías

Las librerías se las puede crear de distintos tipos pero se debe tener en cuenta que el resultado final es escribir los mismo archivos debido a que el orden en el que se escriben las sentencias deberá ser el mismo.

#### **Crear una Librería en CodeBlocks**

Code::Blocks es un entorno de desarrollo gratuito para el lenguaje C++. Es compatible con 20 compiladores distintos, incluidos GCC, Microsoft Visual C++, Tiny C, Digital Mars y Borland C++. (Ferri-Benedetti, 2014)

Gracias a los numerosos plugins y opciones, Code::Blocks es plenamente configurable. Funcionalidades como el formato automático de código o incluso pequeños juegos integrados en el IDE se pueden añadir en cualquier momento bajando la extensión correspondiente.

Code::Blocks prescinde de archivos Make, haciendo que el proceso de compilación se mucho más rápido. Si a eso añadimos el soporte para compilación en paralelo, la velocidad con la que podrás hornear tus binarios será tremenda.

Lo demás que ofrece Code::Blocks es lo típico de cualquier IDE que se precie: pestañas, numeración de líneas, coloreado de sintaxis, autocompletado de código, sangrías inteligentes y un largo etcétera. (Ferri-Benedetti, 2014)

## **Sobre-escribir Librerías en Arduino**

Se logra realizar descargándose librerías en blanco o utilizando las existentes en arduino ingresando las nuevas líneas de programación.

- ✓ Fichero cabecera libreria.h
  
- ✓ Fichero de funciones libreriar.cpp
  
- ✓ Opcional serían un readme con la explicación y documentación, esto sería imprescindible en trabajos grandes
  
- ✓ Opcional sería también el fichero keywords.txt que guarda las palabras reservadas para que la interface de desarrollo (IDE) de Arduino la intérprete y nos coloree.

### **2.11. Software de modelación en 3D**

Para desarrollar un diseño en 3D es necesario contar con programas que ayudan al procesamiento de la información para la modelación en 3D generando ilustraciones fotorrealistas permitiendo generar diseños de 360 grados.

#### **2.11.1. Comparación de software de diseño 3d**

Para la elección de un software 3D se debe tomar en cuenta las características y la complejidad del mismo, es decir, todos los software son buenos para el desarrollo de modelos, animaciones, entre otros, pero es necesario tener cierto grado de aprendizaje para explotarlo de la mejor manera, se puede considerar el hardware con el que se cuenta y lo que se quiere realizar con él, que se acople a las necesidades de la aplicación. (3D

Proyección, 2008) En la Tabla 8, se muestra una comparación entre los softwares de diseño 3D.

Tabla 8. Comparativa de Software de Diseño 3D

	<b>Autodesk 3Ds Max</b>	<b>Autodesk Maya</b>	<b>Blender</b>	<b>Cinema 4D</b>
<b>Plataforma</b>	Windows	Windows, Mac, Linux	Windows, Mac, Linux	Windows, Mac
<b>Interface</b>	Estilo CAD	No del todo intuitiva	Podría ser más intuitiva	Clara e intuitiva
<b>Versión de prueba</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Importación y Exportación de modelos 3D</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Importación y Exportación de archivos STL</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Calidad de modelos y Textura</b>	Excelente	Muy bueno	Bueno	Muy bueno
<b>Diseño de piezas mecánicas</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Modelación de personajes</b>	Si	Si	Si	No

Fuente: Adaptado de (Olaheca, 2014)

## 2.12. Actuadores

### 2.12.1. Servomotores

Los servomotores son dispositivo 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.

Los servos se utilizan frecuentemente en sistemas de radio control y en robótica, pero su uso no está limitado a estos debido a la gran fuerza de torque que logran tener.

### **2.12.2. Tipos de servo motor**

En la robótica se incluyen sistemas para generar movimiento siendo los más comunes los motores de corriente continua (DC) y los servos motores. Los servo motores tienen un campo más grande en la robótica utilizando siempre motores en DC junto con un sistema de engranajes que reducen la velocidad y proporcionan mayor fuerza tienen la gran ventaja de ser económicos y fáciles de usar en cualquier tipo de robot.

#### **2.12.1.1. Micro servo**

Como su nombre los dice son micro servo motores sus dimensiones son muy reducidas su construcción son idénticas a la de los servomotores estándar su gran desventaja es debido a que se reduce su tamaño también se reduce el torque.

#### **Micro servo plástico SG90S**

El servo SG90S Tower Pro un servo de diminutas dimensiones y de gran calidad, este dispositivo es muy económico debido a que su materia es plástico. Cuenta con las mismas características que un servo normal excepto a su torque es más débil debido a su porte y peso. En la *Figura 19*, se puede observar el servo SG90S.

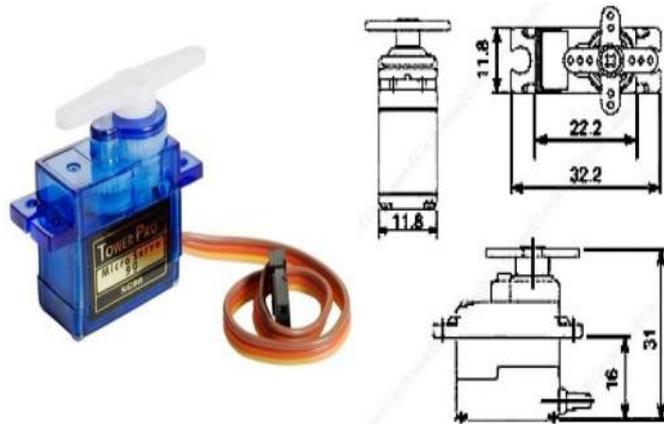


Figura 19. Servo SG90S.

Fuente: Recuperado de [www.micropik.com/PDF/SG90Servo.pdf](http://www.micropik.com/PDF/SG90Servo.pdf)

Este tipo de servomotor es muy ocupado para las primeras experiencias de aprendizaje y prácticas con servo motores, debido a que sus requerimientos de consumo de energía son bastante bajos, además es posible alimentar sus terminales con los pines de la placa Arduino. En la *Tabla 9* se aprecian las características principales.

Tabla 9. Características del servo sG90S

Micro Servo Tower-pro	SG90S
<b>Velocidad</b>	0.10 sec/60° @ 4.8V
<b>Torque</b>	1.8 Kg-cm @ 4.8V
<b>Voltaje de funcionamiento</b>	3.0-7.2V
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-30 °C ~ 60 °C
<b>Ángulo de rotación</b>	180°
<b>Peso</b>	9g

Fuente: Autoría

### Micro servo metálico MG90S

El servo MG90S a diferencia del SG90 es que este tiene los engranajes metálicos aumentando su torque además de que aumenta su peso debido a esta característica, en la parte funcional son examante idénticos. En la *Figura 20*, se puede observar el servo MG90.



Figura 20. Servo MG90S.

Fuente: <https://electronilab.co/tienda/micro-servo-metalico-mg90s-towerpro/>

En la *Tabla 10* se puede apreciar las características principales del servo metálico MG90S.

Tabla 10. Características del servo MG90S

Micro Servo Tower-pro	MG90S
<b>Velocidad</b>	0.10 sec/60° @ 4.8V
<b>Torque</b>	1.8 Kg-cm @ 4.8V
<b>Voltaje de funcionamiento</b>	4,8 V ~ 6,6 V
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	0 °C _ 55 °C
<b>Ángulo de rotación</b>	180°
<b>Peso</b>	13.4 g

Fuente: Autoría

### 2.12.1.2. Servomotor Estándar

Estos servo motores son ocupados para hacer pruebas en la robótica y para realizar aplicaciones en las que se requiere de un mayor torque se encuentra varios tipos debido a que existen modelos con diferentes rangos de giro que va desde los 0 grados hasta los 360 grados.

### Servomotor plástico Hi-Tec HS-311

El servo HS-311 es un servo motor novato en rendimiento y fiabilidad. En combinación con los engranajes de resina precisas y circuitos SMT. En la *Figura 21*, se puede observar el servo HS-311



*Figura 21.* Servo HS-311.

Fuente: <https://www.servocity.com/hs-311-servo>

En la *Tabla 11* se puede apreciar las características principales del servo plástico

HS-311

*Tabla 11.* Características del servo HS-311

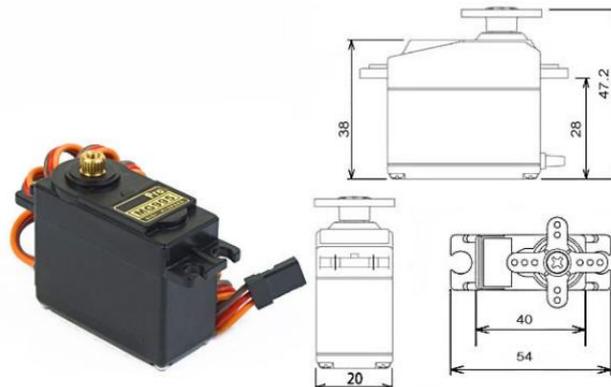
Servo HITEC	HS-311
<b>Velocidad</b>	0.19 sec/60° @ 4.8V
<b>Torque</b>	1.1 kg -cm/ in @ 4.8V
<b>Voltaje de funcionamiento</b>	4,8 V ~ 6,6 V
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-20 ° C a + 60 ° C
<b>Ángulo de rotación</b>	180°
<b>Peso</b>	43g

Fuente: Autoría

### Servomotor metálico MG995

El servo MG995 Tower Pro se destaca porque cuenta con engranajes metálicos por lo cual su torque es mucho más fuerte de los servos normales. Es utilizado

principalmente en proyectos de robótica y modelismo de mediano tamaño. Para su correcto funcionamiento en las placas Arduino se recomienda una fuente de alimentación externa debido a su gran consumo de energía. En la *Figura 22* se puede observar el servo MG995.



*Figura 22. Servo MG995*

Fuente: Recuperado de [http://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG995\\_Tower-Pro.pdf](http://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG995_Tower-Pro.pdf)

En la *Tabla 12* se puede apreciar las características principales del servo metálico MG995.

*Tabla 12. Características del servo MG995*

Servo Tower-pro	MG995
<b>Velocidad</b>	0.2 seg / 60 grados
<b>Torque</b>	8.5kg/cm (4.8V), 10kg/cm (6V)
<b>Voltaje de funcionamiento</b>	4.8 – 7.2V
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-30 a +60 °C
<b>Ángulo de rotación</b>	180°
<b>Peso</b>	55g

Fuente: Autoría

## Servomotor metálico GS-5515MG

Servo de tamaño estándar y alta potencia de 15 kg de fuerza máxima que destaca por su velocidad al tiempo que mantiene muy reducidas sus peso y dimensiones. Este servo metálico tiene dos rodamientos, además de fuertes engranajes de metal que permiten su utilización en diferentes ocasiones o proyectos. En la *Figura 23*, se puede observar el servo GS-5515MG.



*Figura 23. Servo 5515MG*

Fuente: Recuperado de [http://www.tormodel.com/index.php?id\\_product=1874&controller=product](http://www.tormodel.com/index.php?id_product=1874&controller=product)

En la *Tabla 13* se puede apreciar las características principales del servo metálico GS-5515MG.

*Tabla 13. Características del servo 5515MG*

Servo GO TECH	MG995
<b>Velocidad</b>	0.2 seg / 60 grados
<b>Torque</b>	13.2kg-cm (4.8V)
<b>Voltaje de funcionamiento</b>	4.8 – 7.2V
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-20 a +60 °C
<b>Ángulo de rotación</b>	120°
<b>Peso</b>	55g

*Fuente: Autoría*

## Servomotor plástico Hi-Tec HSR-1422CR

Servo con rotación continua es decir que funciona de igual manera que un motor en DC mediante PWM no requiere ser trucado para lograr un movimiento de 360 grados que requieren giro continuo. En la *Figura 24*, se puede observar el servo HSR-1422CR



*Figura 24. Servo HSR-1422CR*

Fuente: Recuperado de <http://hitecrd.com/products/servos/robotic-servos/hsr-1425cr-continuous-rotation-servo/product>

En la *Tabla 14* se puede apreciar las características principales del servo plástico HSR-1422CR.

*Tabla 14. Características del servo HSR-1422CR*

<b>Micro HITEC</b>	<b>MG995</b>
<b>Velocidad</b>	0.14 seg / 60 grados
<b>Torque</b>	1.1kg-cm (4.8V)
<b>Voltaje de funcionamiento</b>	4.8 – 6 V
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-20 a +60 °C
<b>Ángulo de rotación</b>	360° continuo
<b>Peso</b>	41.7g

Fuente: Autoría

### 2.12.1.3. Servomotor metálicos

#### Servomotor HV2060MG

Es un servomotor metálico de alta calidad, posee engranes metálicos y carcasa de metal esto ayuda como disipador de calor. Es más grande que un Servomotor convencional pues el motor y sus engranes están hechos para soportar grandes cargas y peso. Figura 18.



Figura 25. Servo HV2060MG

Fuente: Recuperado de <http://www.coldfire-electronica.com/esp/item/312/servomotor-digital-jx-pdi-hv2060mg-60kg-cm>

En la *Tabla 15* se puede apreciar las características principales del servo plástico HV2060MG.

Tabla 15. Características del servo HSR-1422CR

Servo gigante	JX PDI-HV2060MG
<b>Velocidad</b>	0.15 seg / 60 grados
<b>Torque</b>	48kg-cm (6V)
<b>Voltaje de funcionamiento</b>	6 – 7.4V
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-20 a +60 °C
<b>Ángulo de rotación</b>	180° continuo
<b>Peso</b>	200g

Fuente: Autoría

## Servomotor HD1234MG

El HD-1235MG es un servomotor metálico también es de gran tamaño a comparación de los servos estándar, que ofrece hasta 560 oz-pulg a 7,4 V ó 490 oz-pulg a las 6 V A diferencia de servos típicos de la manía, la 1235MG tiene un rango de tensión de funcionamiento de 6 V a 7,4 V. *Figura 26.*



*Figura 26. Servo HD1234MG*

*Fuente: Recuperado de <https://www.pololu.com/product/2375>*

En la *Tabla 16* se puede apreciar las características principales del servo plástico HD-1235MG.

*Tabla 16. Características del servo HD1234MG*

<b>Servo gigante</b>	<b>HD1234MG</b>
<b>Velocidad</b>	0.20 seg / 60 grados
<b>Torque</b>	38kg-cm (6V)
<b>Voltaje de funcionamiento</b>	6 – 7.4V
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-20 a +60 °C
<b>Ángulo de rotación</b>	180° continuo
<b>Peso</b>	170g

*Fuente: Autoría*

### 2.12.1.4. Comparativa de servo motores

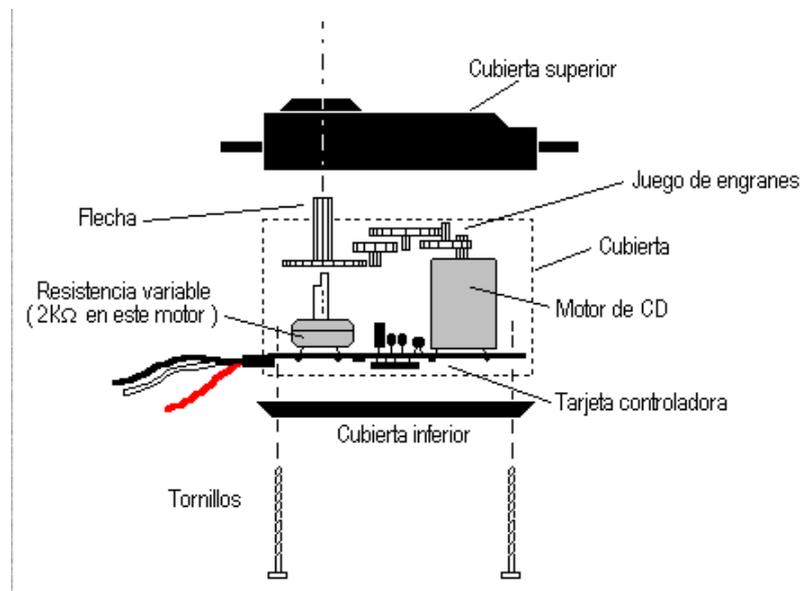
Tabla 17. Comparativa de Servo Motores

<b>SERVOS</b>	<b>SG90S</b>	<b>MG90S</b>	<b>HS311</b>	<b>MG995</b>	<b>GS-5515MG</b>	<b>HSR-1422CR</b>	<b>HV2060MG</b>	<b>HD1234MG</b>
<b>Tipo</b>	Mini	Mini	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar	Gigante	Gigante
<b>Voltaje de operación</b>	3.0-7.2V	4.8 – 6.6V	4.8 – 6.6V	4.8 – 7.2V	4.8 – 7.2V	4.8 – 6V	6 -7.4 V	6 – 7.4V
<b>Angulo de rotación</b>	0°-180°	0°-180°	0°-180°	0°-180°	0°-120°	0°-360°	0°-180°	0°-180°
<b>Señal</b>	PWM	PWM	PWM	PWM	PWM	PWM	PWM	PWM
<b>Peso (g)</b>	9	13.4	43	55	55	41.7	200	170
<b>Material de engranaje</b>	Resina	Metal	Resina	Metal	Metal	Resina	Metal	Metal
<b>Torque</b>	1.8 kg-cm	1.8 kg-cm	1.1 kg-cm	8.5 kg-cm	13.2 kg-cm	1.1 kg-cm	60kg-cm	38kg-cm
<b>Disponibilidad en el mercado</b>	Bastante	Poco	Poco	Bastante	Poco	Poco	Poco	Poco
<b>Precio</b>	12.00	9.90	8.99	17.50	46.50	35	36.60	59.80

Fuente: Autoría

### 2.12.2. Partes de un servomotor

La *Figura 27* muestra las partes que conforma un servomotor.



*Figura 27. Partes de un Servomotor.*

Fuente: Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml#xtipos>.

#### 2.12.2.1. Motor de Corriente Continua

Es el elemento principal que le brinda movilidad al servo. Cuando se aplica un voltaje a sus dos terminales, este motor gira en un sentido a su velocidad máxima esta velocidad puede variar de acuerdo al voltaje que se esté aplicando. Si el voltaje aplicado sus dos terminales es inverso, el sentido de giro también se invierte, ver *Figura 28*.

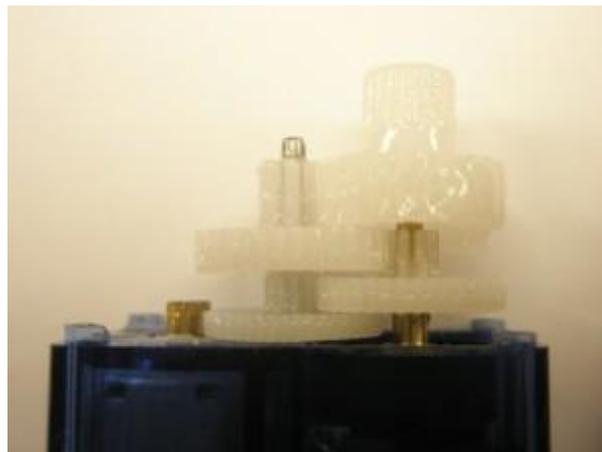


*Figura 28. Motor de Corriente Continua.*

Fuente: Recuperado de [http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af\\_motor\\_cd/af\\_motor\\_cd\\_5.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_motor_cd/af_motor_cd_5.htm).

### 2.12.2.2. Engranajes Reductores

Se encargan de convertir gran parte de la velocidad de giro del motor de corriente continua en torque, observe *Figura 29*. Perdiendo la velocidad máxima del motor y convirtiéndose en una mayor fuerza de giro.

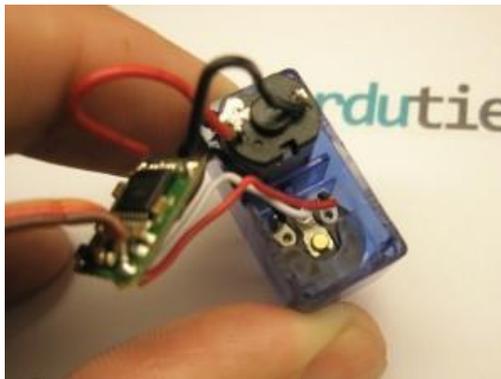


*Figura 29. Engranajes Reductores.*

Fuente: Recuperado de <http://www.ardumania.es/trucar-servo-a-rotacion-continua/>

### 2.12.2.3. Circuito de Control

Es el circuito encargado del control de la posición del motor para girar a una dirección o, al contrario. Recibe la señal y este la transforma en movimiento y ubica al motor en su nueva posición dependiendo de los pulsos recibidos, como se muestra en la *Figura 30*.

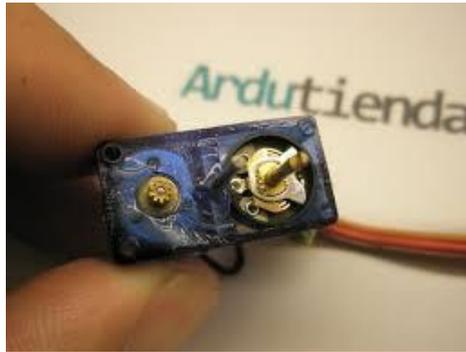


*Figura 30. Circuito de Control.*

Fuente: Recuperado de <http://www.ardumania.es/trucar-servo-a-rotacion-continua/>

### 2.12.2.4. Potenciómetro

Se encuentra un potenciómetro conectado al eje central del motor. Este potenciómetro es el encargado de permite a la circuitería de control, supervisar el ángulo actual de giro, *Figura 31*. Si el eje está en el ángulo correcto, entonces el motor está apagado. Si el circuito chequea que el ángulo ingresado no es correcto, el motor volverá a la dirección correcta. Los servomotores por lo general giran de 0 a 180 grados en algunos llega a los 120 o 210 grados, pero varía según el fabricante.



*Figura 31. Potenciómetro.*

Fuente: Recuperado de <http://www.ardumania.es/trucar-servo-a-rotacion-continua/>

#### 2.12.2.5. Terminales

Los servomotores tienen 3 terminales:

- ✓ **Terminal Positivo:** Recibe la alimentación del motor (4 a 8 voltios)
- ✓ **Terminal Negativo:** Referencia tierra del motor (0 voltios)
- ✓ **Entrada de señal:** Recibe la señal de control del motor

Los colores del cable de cada terminal varían de acuerdo al fabricante: el cable del terminal positivo siempre es rojo; el del terminal negativo puede ser marrón o negro; y el del terminal de entrada de señal suele ser de color blanco, naranja o amarillo, ver

*Figura 32.*



Figura 32. Motor de Corriente Continua.

Fuente: Recuperado de <http://www.ardumania.es/trucar-servo-a-rotacion-continua/>

### 2.12.3. Funcionamiento

Los servomotores logran tener su movilidad en grados mediante la modulación por anchura de pulso, PWM (Pulse Width Modulation). Esto se logra generando que una onda cuadrada logrando variar en el tiempo en sus valores más altos con el objetivo de modificar la posición del servo según se desee. En la Figura 33 se muestra el PWM para recorrer todo el rango del servo. (González V. R., 2002)

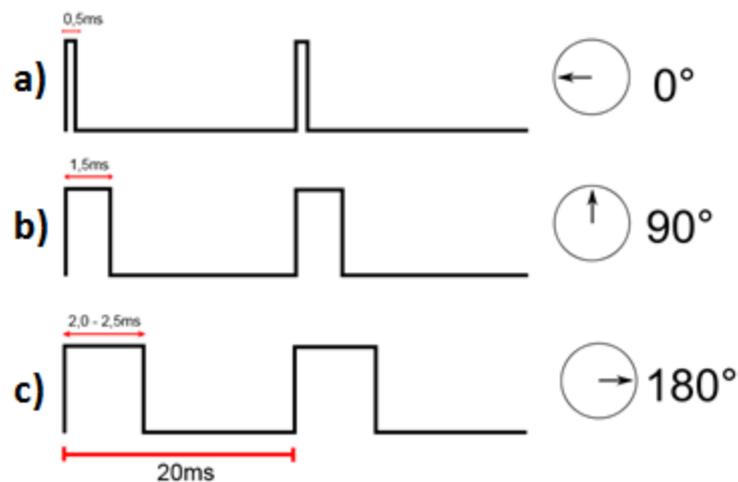


Figura 33 . Rango de operación del servo según sus pulso

Fuente: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/motor-dc/>

En la Figura a.- se indica el pulso a los  $0^\circ$  que será la posición inicial de los servos en la parte del hombro, brazo y codo para luego cambiar de posición.

En la Figura b.- se indica el pulso a los  $90^\circ$  que es la posición inicial para el antebrazo y la muñeca logrando así una posición más natural del brazo.

En la Figura c.- se indica el pulso a los  $180^\circ$  que será el Angulo inicial para los dedos de la mano.

El sistema que controla al servo se limita a indicar en qué posición se debe situar dependiendo del dato de entrada que se esté recibiendo. Esto se lleva a cabo mediante una serie de pulsos tal que la duración del pulso indica el ángulo de giro del motor.

Cada servo cuenta con sus propios márgenes de operación dependiendo del fabricante y del modelo de servomotor, correspondiendo así el ancho del pulso máximo y mínimo que el servo entiende.

Los valores más generales se corresponden con pulsos de entre 0.5 ms y 2.5 ms de anchura, que dejarían al motor en ambos extremos ( $0^\circ$  y  $180^\circ$ ). El valor 1.5 ms indicaría la posición central o neutra ( $90^\circ$ ), mientras que otros valores del pulso lo dejan en posiciones intermedias. (Domínguez, 2015)



## **Capítulo 3. Diseño Del Sistema.**

El presente capítulo corresponde al prototipo del brazo robótico que tiene como característica principal la de simular los movimientos de un brazo humano mediante programación, con el principal objetivo de desarrollar destrezas orientadas en CTIM (CIENCIAS, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y MATEMÁTICAS) para despertar el interés en estas disciplinas a los estudiantes. En el transcurso del capítulo se tratarán temas de construcción del brazo prototipo teniendo en cuenta los aspectos que se consideraron para la movilidad del mismo, esto se logra mediante la programación en la plataforma Arduino para lo cual se ha desarrollado librerías propias de funcionamiento para cada miembro del brazo mediante el ingreso de ángulos para lograr el movimiento de las mismas.

Se realiza un análisis de la situación actual de la institución, basándose en una entrevista realizada a un grupo de estudiantes y docente encargado de la Unidad Educativa “17 de Julio”, cumpliendo con los requerimientos que necesitan los Stakeholder, se procede a elaborar el diseño de software y hardware en el que se tomará en cuenta todas las variables que se explicará en este capítulo, y se termina con la construcción e implementación del sistema.

### **3.1. Situación actual**

Se realiza un análisis con el objetivo de esquematizar, examinar y encontrar información, que se consigue con relación a todos los Stakeholder del proyecto, que

procede a determinar la situación actual de los estudiantes y el acceso que tienen a las tecnologías en la educación.

En las instituciones educativas no existen herramientas didácticas que motiven a los estudiantes a tener un pensamiento creativo, 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, mediante la construcción del brazo se les presentara retos lo que ayudara a la solución de problemas al mismo tiempo que desarrollan un pensamiento lógico donde cada persona tenga la capacidad de crear su propio conocimiento.

El brazo robótico es una herramienta didáctica de hardware y software libre que ayudara a estimular a los estudiantes y manifestar sus ideas de forma creativa y de organización mediante la programación y por medio de ángulos logre realizar movimientos, de esta manera planteando retos para que los estudiantes generen su propio autoconocimiento.

### **3.1.1. Encuesta**

La encuesta realizada consta de una serie de preguntas que se pueden observar en el ANEXO 1 las misas que se realizaron a un grupo de estudiantes y docente encargado de la Unidad Educativa “17 de Julio”. Ver la *Figura 34*.



*Figura 34. Unidad Educativa 17 de Julio*

Fuente: Autoría

Basándose en las respuestas obtenidas se realizará el levantamiento de la información necesaria, para conocer el interés de los estudiantes y por parte del docente en el uso de herramientas tecnológicas para la enseñanza, el uso de los laboratorios, el uso de herramientas didácticas de software y hardware, la manipulación de elementos electrónicos, entre otros aspectos. Con la información obtenida en la encuesta se describe los siguientes puntos:

#### **3.1.1.1. Estado actual de los laboratorios**

En la institución cuenta con un sin número de laboratorios en los cuales haremos referencia a los que ocuparemos para el desarrollo del proyecto, en los cuales a simple vista se puede apreciar cuentan con una gran variedad de elementos especialmente en los laboratorios donde se imparten materias prácticas.

Se realizó una ligera inspección en el laboratorio de computo donde se pudo apreciar que cuentan con 28 computadoras perfecto para que cada estudiante utilice su propio computador, todas las computadoras se encuentran en óptimas condiciones para

su funcionamiento y cuentan con internet y no existe la necesidad de pedir permisos para instalar aplicaciones, como se puede apreciar en la *Figura 35*.



*Figura 35. Laboratorio de cómputo.*

Fuente: Autoría

También se realizó la visita en los laboratorios de electricidad en los cuales se pudo constatar que cuentan con distintos tipos de elementos industriales, los estudiantes manifestaron que solamente existen pocos elementos y no cuentan para todos los estudiantes y que las practicas solo se las realizan cada vez que se acaba el modulo. *Figura 36*.



*Figura 36. Laboratorio de electricidad*

Fuente: Autoría

### 3.1.1.2. Opiniones de los estudiantes

En los estudiantes se pudo apreciar según las encuestas que ellos 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, tal y como se ve en la *Figura 37*, 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.



*Figura 37. Estudiantes del 17 de Julio*

Fuente: Autoría

#### **Intereses de los estudiantes**

- Inventos tecnológicos
- Juguetes tecnológicos
- Videos de tecnología
- Video tutoriales
- Manipulación de elementos electrónicos
- Programación

### **3.1.1.3. Opiniones de los Docente**

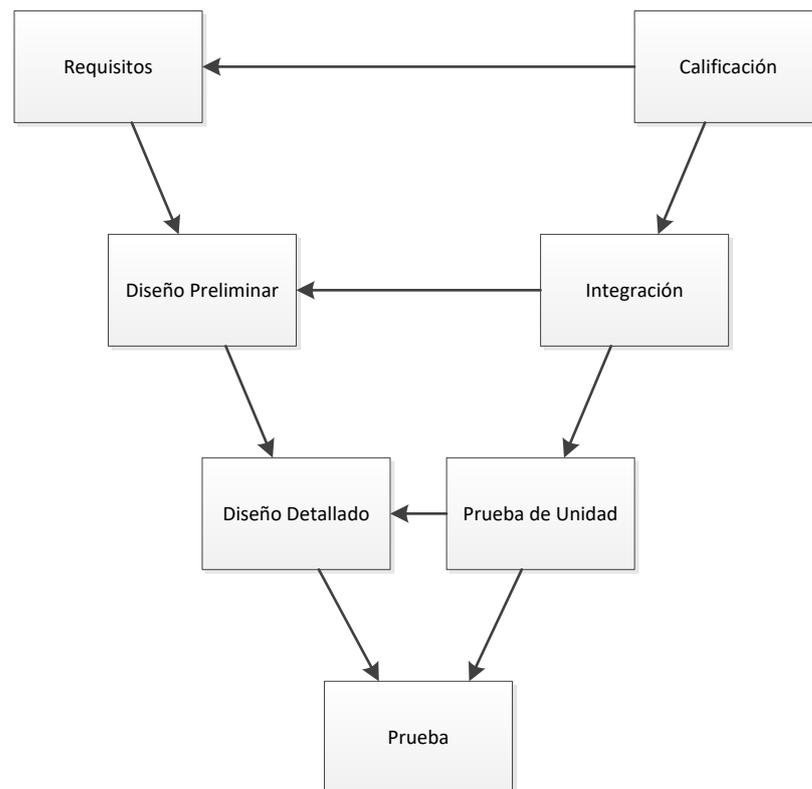
Los docentes de la institución mencionaron que en la Institución educativa mencionaron que reciben cursos dentro de la institución que son constante mente capacitados sobre todo en la utilización de placas Arduino a un nivel muy básico pero debido al pensum académico de la materia no pueden compartir los conocimiento 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.

### **3.1.2. Entrevista**

Los docentes a cargo de las horas en las que se realizó las encuestas manifestaron Ing. Jorge Flores y Ing. Luis Erazo que están muy interesados en los proyectos que realizan las universidades en los colegios debido a que llegan con nuevos conocimientos, además, ellos tienen la disponibilidad para que los estudiantes aprendan programación debido a que la institución educativa les exige proyectos tecnológicos pero ellos no pueden dar debido a no pueden desviarse del silabo debido a que tienen que terminar la materia y no disponen de tiempo pero pueden facilitar horas a otros docentes para que se imparta algún tipo de actividad. Mencionaron que anteriormente existía un Club de Robótica que apoyaban estudiantes que hacían vinculación en la Universidad Técnica del Norte luego de ellos culminar los estudiantes que formaban el Club de Robótica continuaban reuniéndose para que no den por terminado el Club.

### 3.2. Niveles de metodología del modelo en V

El modelo en V es una representación de un ciclo de vida del desarrollo de un sistema donde cada nivel tiene un propósito en común, pero se relacionan entre ellos para garantizar que el programa cumpla con los requisitos, donde en el desarrollo de ciertas fases se entrelazan entre ellas permitiendo una validación de lo realizado. En la *Figura 38* se detalla el Modelo en V.



*Figura 38. Modelo en V*

Fuente: Autoría

En donde se relacionaran estos niveles con el objetivo de nuestro proyecto haciendo énfasis en los requerimientos del usuario, sistema y funcionales. En donde intervendrá el usuario los componentes del sistema y los servicios que el sistema debe proporcionar.

Se deberá tomar en cuenta el diseño preliminar desde un punto de vista de gestión del proyecto enfocándose para planificar y orientar los procesos del proyecto de principio a fin.

El diseño detallado toma en consideración con las especificaciones de la programación y las interconexiones entre las funciones y los datos ingresados interpretando de la mejor manera.

Las pruebas son el conjunto de actividades que se ha desarrollado y la parte de la implementación en cualquier momento del proceso de desarrollo.

### **3.2.1. Requerimientos del sistema**

Para realizar el análisis de los requerimientos del sistema se tomó como referencia el estándar ISO / IEC / IEEE 29148: 2011 para los procesos y productos relacionados con la ingeniería de requisitos para sistemas y productos y servicios de software durante todo el ciclo de vida, el mismo que contiene directrices para el proceso relacionado a la ingeniería de requisitos, específicamente ha sido desarrollado para ser implementado en los sistemas y productos de software y servicios a lo largo del ciclo de vida. (IEC/IEEE, 2011).

El estándar define la construcción de un buen requisito que proporcione atributos y características, las tablas que se muestran a continuación se han diseñado teniendo en cuenta las consideraciones del estándar antes mencionado. 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.

Permite definir los requerimientos operacionales y de usuario, requerimiento del sistema y requerimientos de arquitectura y funcionales. Estos serán sometidos a comparativa permitiendo definir el hardware, el software y algunos aspectos específicos apropiado para el diseño del sistema. (IEC/IEEE, 2011)

Para el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta a los implicados o Stakeholder (parámetro principal en el estándar ISO / IEC / IEEE 29148: 2011) que en este caso corresponde al autor, el director de la tesis que pertenece a la Universidad Técnica del Norte y el docente a cargo de los estudiantes de la U. E. 17 de julio como se observa en la *Tabla 18*.

*Tabla 18. Lista de Stakeholders*

<b>Lista de Stakeholders</b>	
<b>1.</b>	Universidad Técnica del Norte
<b>2.</b>	Estudiantes de la Unidad Educativa 17 de Julio Ing. Omar Oña director del Presente
<b>3.</b>	Trabajo de Titulación
<b>4.</b>	John Benítez Autor del Proyecto

Fuente: Autoría

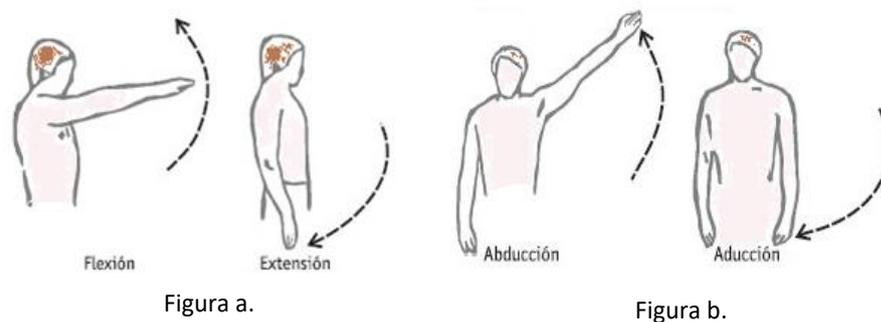
### **3.2.1.1. Requisitos funcionales de movimientos del brazo**

Se debe tener en cuenta los servicios que el sistema debe proporcionar para su correcto funcionamiento por lo cual se debe considerar el movimiento de los servomotores además de la posición de los mismos debido a que no todos tienen la posición 0 grados en el mismo lugar ya que varía dependiendo del fabricante.

#### **Brazo**

El movimiento del brazo humano es importante para realizar el diseño del movimiento del brazo robótico mediante los elementos electrónicos. La parte del hombro tendrá cuatro grados de libertad con el cual uno se lograra flexión y extensión y en el otro se encargara de la abducción y aducción. En las *Figuras 39*, se muestra los movimientos de flexión y extensión, y abducción y aducción del hombro. (Jáuregui, 2013)

- Flexión: Indica la reducción o disminución del ángulo entre huesos o partes del cuerpo.
- Extensión: Indica el enderezamiento o el aumento del ángulo formado entre huesos o segmentos del cuerpo.
- Abducción: El extremo no articular de un segmento se aleja del plano sagital mediano. También conocido como separación.
- Aducción: Indica que se acerca hacia el plano sagital mediano. (Santos, 2015)



*Figura 39. Movimientos del hombro.*

Fuente: <http://anatoispea.blogspot.com/2015/06/articulacion-del-hombro.html>

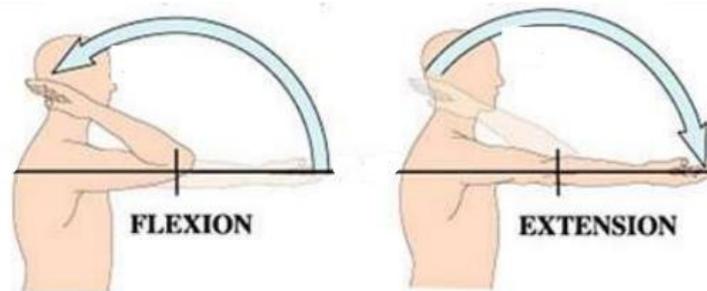
- En la Figura a. muestra los movimientos de flexión que es hacia arriba y de extensión que es hacia abajo.

- En la Figura b. se observa los movimientos de abducción que es un movimiento lateral hacia arriba y aducción que es hacia abajo del hombro.

En esta parte del brazo este estará conformado por 2 servomotores que deberán estar inicialmente en 0 grados conformando así el hombro estos dos servomotores estarán unidos mediante una estructura que les permita los grados de libertad deseados, de esta manera justificando los movimientos de flexión y abducción del brazo.

### **Codo**

Por otra parte el codo solamente realiza movimientos de flexión y extensión del antebrazo tan solo con dos grados de libertad. . En la *Figura 40*, se observa el movimiento de flexión y extensión del codo.



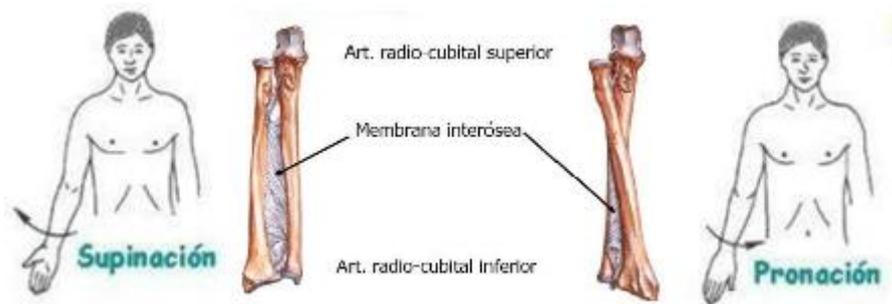
*Figura 40 . Movimientos de flexión y extensión del antebrazo.*

Fuente: <http://es.slideshare.net/anatomiamacro/articulacion-de-codo-y-antebrazo>

En el brazo estará un servo el cual se encargara de levantar lo que es todo el antebrazo y estará unido mediante alguna estructura que le permita realizar este movimiento para lo cual el servo deberá estar en 0 grados inicialmente.

## Antebrazo

El antebrazo es la extremidad que se encuentra uniendo a la mano y al brazo encargándose así de los movimientos de pronación que es cuando la palma se dirige hacia abajo y supinación cuando la palma se dirige hacia arriba. En las *Figura 41*, se observa los movimientos de pronación y supinación del antebrazo.



*Figura 41. Movimientos de supinación y pronación del antebrazo.*

Fuente: <http://es.slideshare.net/anatomiamacro/articulacion-de-codo-y-antebrazo>

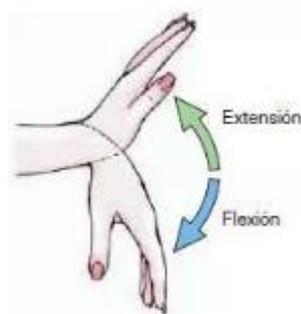
- **Pronación:** Es un movimiento del antebrazo alrededor de su eje longitudinal. Se produce la rotación del radio, que termina con su epífisis distal ubicada medialmente al cúbito, de manera que la palma queda orientada hacia atrás. En la pronación máxima, los ejes longitudinales de los huesos del antebrazo se cruzan.
  - **Supinación:** Movimiento del antebrazo alrededor de su eje longitudinal, produciendo la rotación del radio cuya epífisis distal termina ubicada lateralmente al cúbito. La palma queda orientada hacia delante. En la supinación máxima, los ejes de los dos huesos del antebrazo son paralelos.
- (Santos, 2015)

En esta parte del brazo constara con un servomotor en el extremo que está unido al codo, logrando generar movimientos para girar la mano logrando así cambiar de dirección de la mano si se desea que este la palma de la mano arriba o abajo, como referencia se encontrara el servo en 0° en posición de pronación.

Para lo cual estará unido mediante algún soporte que permita lograr este movimiento y el mismo se encontrara unido al soporte del codo para lograr una mayor firmeza y estabilidad para el control del antebrazo, debido a que si se lo coloca en la muñeca este tendrá más inestabilidad debido puesto a que se encuentra ahí la muñeca y esta estará conectada directamente con la mano.

## Muñeca

La muñeca es la parte de la mano que soportan todos los movimientos de la mano teniendo dos movimientos fundamentales que se generan en torno a los ejes y sus movimientos son: flexión y extensión. En las *Figura 42*, se muestra los movimientos de flexión y extensión de la muñeca.



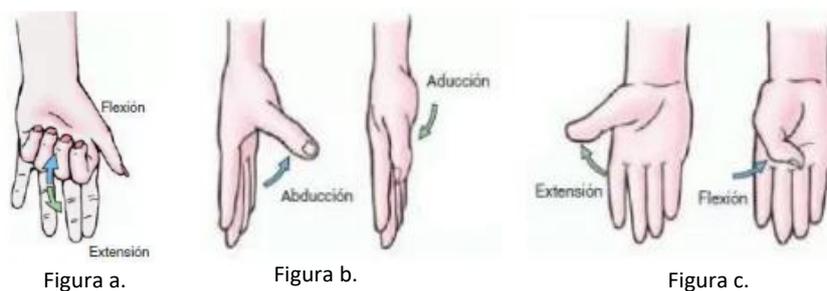
*Figura 42. Movimientos de flexión y extensión de la muñeca.*

Fuente: <https://amarantoterapiaocupacional.com/2015/07/22/movimientos-de-la-mano/>

En la unión de la mano con el antebrazo estará un soporte, este estará encargado de conectar la parte de mano y del antebrazo logrando así movimientos tanto para arriba como para abajo, tomando en cuenta que se encontrara la mano en la posición de 90°, para lograr la extensión en los 0° y la flexión en los 180°. El soporte deberá estar bien firme al antebrazo por lo que es la conexión ente el antebrazo y la mano, además deberá de soportar los movimientos del antebrazo para realizar el cambio de giro de la palma de la mano.

## Dedos

Los 5 dedos de la mano tienen movimientos muy similares y su capacidad flexión y extensión es decir la habilidad de abrir y cerrar la mano es muy buena, mientras el dedo pulgar también cuenta con otro movimiento abducción y aducción que es la capacidad de separarse de los otros dedos siendo capaz de estar al alcance de los otros dedos. En las *Figura 43*, se muestra los movimientos de flexión y extensión, abducción y aducción de los dedos y del pulgar.



*Figura 43. Movimientos de los dedos*

Fuente: <https://amarantoterapiaocupacional.com/2015/07/22/movimientos-de-la-mano/>

- En la Figura a. se muestra los movimientos de flexión y extensión de los dedos tomando en cuenta desde el menique, anular, medio e índice, en donde estará conectado directamente a los servos y estos realizaran movimientos de 0° a 180° para poder flexionar y extender los dedos.

- En la Figura b. son los movimientos de abducción y aducción del pulgar que consta de lograr mover el pulgar lo más lejos de la palma en forma vertical mediante un servo mediante un ángulo de movimiento entre  $0^\circ$  a  $90^\circ$ .
- En la Figura c. se observa los movimientos de flexión y extensión del pulgar que consiste en la contracción del dedo lo más posible cerca de la palma de la mano mediante un servo con su ángulo entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$ .

Los dedos estarán compuestos por varias piezas impresas en 3D y por medio de unos ductos por el cual se pasara cuerda de pescar debido a su resistencia para soportar grandes tensiones y estos a su vez van a estar sujeto a un micro servomotor para realizar los distintos movimientos.

### **3.2.1.2. Requisitos no funcionales de movimientos del brazo**

El brazo robótico contara con restricciones en el diseño así como en la programación de librerías debido a que debe simular los movimientos del brazo humano para lo cual se considerara el movimiento máximo y mínimo de alcance para la movilidad de las distintas partes además de los ángulos de movimiento que se describen a continuación son sus ángulos limites en las *Figuras 44*, se puede observar los ángulos de flexión y aducción del brazo pero debido a que estos no son movimientos usuales no se los tomara en cuenta.

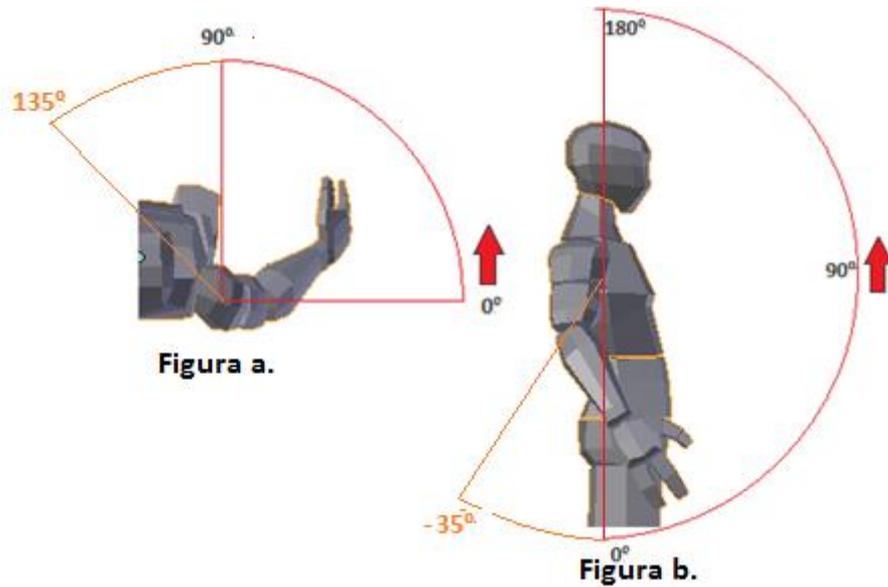


Figura 44. Movimientos límites del brazo

Fuente: Autoría

- Figura a. Se muestra la aducción del brazo límites decir los movimientos que no son muy naturales y para lograrlo depende de una mayor fuerza por lo q no se lo tomara en cuenta el movimiento desde los 90° a los 135°.
- Figura b. Se observa la flexión del brazo límite en una manera opuesta a la posición de origen siendo este un movimiento no muy común.

En esta parte la posición de los servos se debe tener muy en cuenta debido a que su ángulo de giro es de 0 a 180 grados y el brazo debe empezar en 0 grados para luego seguir programando desde ese punto, para lo cual se debe considerar al fabricante.

### 3.2.2. Requerimientos de Stakeholder

Previo a la elaboración del sistema que ayudara al desarrollo de la investigación en curso, se debe tomar ciertas consideraciones respecto a cuáles serán los requerimientos necesarios por parte de los de Stakeholder, que hace referencia a los estudiantes y a la

institución a la que pertenecen como también los requerimientos necesarios para la operación del sistema.

En la Tabla 19 se indican especificaciones que son requeridas para cubrir requisitos operacionales del sistema, como también parámetros que el sistema pueda brindar los servicios que el usuario necesita en su entorno.

El diseño propuesto para cada tabla incluye una columna donde se identifica el número de requerimiento, una columna destinada a la descripción detallada del requerimiento, la siguiente columna está destinada a indicar la prioridad del requerimiento y a su vez se subdivide en Alta, Media y Baja, esta valoración es de suma importancia para la selección del software y hardware, se incluye también una columna de relación y de verificación que se utilizarán en el caso de que un requerimiento sea totalmente dependiente de otro.

### **3.2.3. Requerimientos funcionales**

Estos requerimientos hacen referencia a todas las funcionalidades que debe tener el sistema, los cuales comprenden los requisitos de uso, de las interfaces, los modos, estados y físicos, los cuales se encuentran presentados en la Tabla 19, teniendo en cuenta que de este modo se puede identificar claramente lo que se necesita para el sistema.

En la *Tabla 19*, se usa la nomenclatura StSR2 que son los requisitos, especificaciones de los interesados.

*Tabla 19. Requerimientos de Stakeholder*

<b>REQUERIMIENTOS DE STAKEHOLDER StSR</b>						
#	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD			RELACIÓN	
		Alta	Media	Baja		
<b>REQUERIMIENTOS OPERACIONALES</b>						
StSR 1	Se debe contar con los permisos para el uso de un laboratorio.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StSR 9	
StSR 2	El usuario deberá ser capaz de programar en el Arduino.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StSR 7	
StSR 3	Se debe indicar el lugar de instalación del brazo en 3D.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
StSR 4	El sistema debe colocarse en el área de trabajo donde tenga reguladores de voltaje	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
StSR 5	El usuario deberá ser capaz de manipular los servos motores.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRSR 8	
StSR 6	En la institución educativa debe ser construido una réplica con materiales del medio.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>REQUERIMIENTOS DE USUARIOS</b>						
StSR 7	El usuario debe instalar en su computador el IDE de Arduino.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRSR 6	
StSR 8	El usuario debe seguir las órdenes dictadas por el supervisor.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
StSR 9	Un encargado de laboratorio debe saber previamente lo que se pretende.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StSR 1	
StSR 10	Debe ser de Bajo costo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Fuente: Autoría

<sup>2</sup> StSR: Stakeholder Requirements Specifications o Requisitos de los interesados especificaciones

En la *Tabla 19* se toma a consideración los requerimientos operacionales y de los usuarios en la institución educativa y los materiales a ocupar tanto externos como internos, en donde se nombran los requerimientos que debe tener la institución educativa y los que se debe cumplir al desarrollar el proyecto.

#### **3.2.4. Requerimientos de arquitectura**

Para describir estos requerimientos se presenta la *Tabla 20*, en la que se presenta los requisitos lógicos, de diseño, de software, de hardware y eléctricos, lo cual será de gran ayuda para la elección de los componentes de software y hardware que serán parte del sistema.

La abreviatura empleada en la *Tabla 20* corresponde a SRSH la que permitirá identificar de manera específica a cada requerimiento.

*Tabla 20. Requerimientos del sistema*

<b>SRSH (Requerimientos del Sistema)</b>					
#	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD			RELACIÓN
		Alta	Media	Baja	
<b>SRSH 1</b>	Debe ser apilable a todo el hardware en cualquier Arduino				
<b>REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE</b>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>SRSH 2</b>	Se necesita crear librerías para el brazo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SRSH 4</b>
<b>SRSH 3</b>	Se debe limitar los movimientos de acuerdo al brazo humano. 0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SySR 10</b>
<b>SRSH 4</b>	Se debe poder agregar librerías libremente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SRSH 5</b>
<b>SRSH 5</b>	Interfaz de modelado 3D intuitiva	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SRSH 6</b>
<b>SRSH 6</b>	Usar software libre.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>REQUERIMIENTOS DE HARDWARE</b>					
<b>SRSH 7</b>	Debe ser construido con materiales de bajo precio.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>StSR 10</b>
<b>SRSH 8</b>	Se debe escoger servomotores de 0 a 180 grados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SRSH 9</b>
<b>SRSH 9</b>	Servomotores deben de ser capaces de soportar el peso del brazo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SRSH 3</b>
<b>SRSH 10</b>	Se debe escoger los servos adecuados para que la mano tenga flexibilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SRSH 3</b>
<b>SRSH 11</b>	Contar con un número suficiente de salidas digitales para la conexión de todo el sistema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SySR 7</b>
<b>SRSH 12</b>	Los servo motores deben de ir dentro de la palma de la mano	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SRSH 13</b>
<b>SRSH 13</b>	La mano debe de constar en piezas independientes			<input type="checkbox"/>	<b>SRSH 12</b>
<b>REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS</b>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>SRSH 14</b>	La fuente de alimentación debe cubrir la demanda de corriente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SySR 2</b>

*Fuente. Autoría*

<sup>2</sup> **SRSH**: System Requirements Software and Hardware o Sistema de Requerimientos de Software y Hardware

Continuando con el análisis de requerimientos, en la tabla 20 o tabla de Requerimientos del Sistema aquí se describen los requerimientos de hardware, software y requerimientos eléctricos del sistema. La abreviatura que identifica a los requerimientos de esta tabla es SRSH y tienen una importancia adicional debido a que serán empleados en el momento de la selección de software y hardware que se presenta más adelante, por lo que es necesario ser analizados detenidamente en el proceso de diseño.

En los requerimientos del sistema para su funcionamiento se establecen en la tabla. En esta tabla 21, se usa la nomenclatura SySR<sup>33</sup>

Tabla 21. Requerimientos funcionales

<b>SySR</b>					
<b>REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA</b>					
#	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD			RELACIÓN
		Alta	Media	Baja	
<b>SySR 1</b>	El sistema debe estar siempre disponible y funcional.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>REQUERIMIENTO DE USO</b>					
<b>SySR 2</b>	Debe contar con la fuente de alimentación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SRSR 14</b>
<b>REQUERIMIENTO DE PERFORMANCE</b>					
<b>SySR 3</b>	El sistema debe estar conectado a una computadora para poder subir el código.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SRSR 5 / StSR 7</b>
<b>SySR 4</b>	Funcionamiento depende del usuario.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SySR 5</b>
<b>SySR 5</b>	Actualización constante de datos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>REQUERIMIENTO DE INTERFACES</b>					
<b>SySR 6</b>	Se debe trabajar con el IDE de Arduino.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>StSR 10 StSR 7</b>
<b>SySR 7</b>	Debe tener los pines suficientes para un buen funcionamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SRSR 11</b>
<b>SySR 8</b>	Debe tener una programación ordenada.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SySR 5</b>
<b>REQUERIMIENTO DE MODOS/ESTADOS</b>					
<b>SySR 9</b>	El sistema tiene encendido y apagado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>SySR 10</b>	El brazo debe realizar movimientos con sus grados de libertad.	<input checked="" type="checkbox"/>			<b>SRSR 3</b>

<sup>33</sup>SySR: System Requirements Specifications o Requisitos y especificaciones del sistema

<b>REQUERIMIENTO FÍSICOS</b>					
<b>SySR 11</b>	Los elementos deben existir en el mercado ecuatoriano	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>StSR 10</b>
<b>SySR 12</b>	Los servomotores deben ser de tamaño adecuado para cada parte del brazo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>SRSR 9</b>

Fuente. Autoría

En la tabla 21 se detallan los requerimientos funcionales del sistema tomando en consideración los aspectos de uso para que el usuario trabaje sin problemas, además de los requerimientos iniciales del sistema, aquí se definen los límites funcionales del sistema, se describen los requerimientos de uso, de interfaces, de modos y estados y requerimientos físicos. La tabla 21 emplea la abreviatura SySR la cual nos permite identificar a qué número de requerimiento estamos haciendo referencia que serán tomados en cuenta a la hora de hacer el diseño.

### **3.2.5. Elección de hardware y software**

Una vez definidos los requerimientos del sistema, se procede a seleccionar el hardware y software necesarios para el sistema. Para lo cual se realizará una valoración mediante tablas comparativas a cada una de las posibles opciones tanto para la elección de la placa Arduino así como para la elección de los servomotores, las opciones con una mayor valoración serán las utilizadas para la implementación del sistema.

#### **3.2.5.1. Elección de hardware**

Una vez realizada la elección de cada uno de los elementos que formaran parte del sistema se realizara una breve descripción de sus principales características.

### **Elección de plantilla de mano en 3D**

La mano es la parte muy importante de la constitución del brazo por lo que con sus dedos se podrá generar posiciones y tipos de señales incluso hasta saludos, para lograr una mayor movilidad es lo que se considera que cada parte del brazo sea independiente por lo que se recomienda que ningún elemento invada alguna parte del brazo.

El formato de la *Tabla 22* presentada a continuación indica en la primera columna las opciones de diferentes manos en 3D que son las más populares, la siguiente columna contiene los requerimientos que deben ser analizados y se indica con la abreviatura correspondiente a las tablas anteriores de los requerimientos, finalmente tenemos la columna de valoración total donde se indica el puntaje obtenido por cada una de las opciones. Para la valoración se ha definido de la siguiente manera: se califica con un círculo negro que tiene el valor de 1 si cumple el requerimiento y con un círculo blanco que tiene un valor de 0 si no cumple el requerimiento indicado.

*Tabla 22. Selección de la mano 3D*

<b>REQUERIMIENTOS</b>				
MANO 3D	SRSH 3	SRSH 12	SRSH 13	TOTAL
DEXTRUS	●	●	●	3 puntos
INMOOV	●	○	●	2 puntos
ADA	●	○	●	2 puntos
RAPTOR	○	○	○	0 puntos
● Cumple				
○ No cumple				

Fuente. Autoría

Como resultado de la *Tabla 22* sobre la comparativa de los distintos modelos de manos 3D y analizando el puntaje de la Tabla. La selección de la mano 3D de adquisición de datos según los requerimientos que tiene mayor resultado y cumple con la mayoría de los requerimientos es la mano Dextrus para la realización de este proyecto.

### **Mano Dextrus**

La mano Dextrus es una mano robótica que ofrece gran parte de la funcionalidad de una mano humana. Utiliza motores eléctricos en lugar de músculos y cables de acero en lugar de tendones. Las piezas plásticas impresas en 3D funcionan como huesos y una capa de goma actúa como la piel. Todas estas partes están controladas por dispositivos

electrónicos para darle un movimiento natural que puede manejar todo tipo de objetos diferentes. (Gibbard, 2013)

La mano se puede conectar a una prótesis existente utilizando un conector estándar. Utiliza electrodos adhesivos para leer las señales de los músculos que le quedan, que pueden controlar la mano, diciéndole que se abra o se cierre, ver *Figura 45*.



*Figura 45. Mano Dextrus*

Fuente: <http://www.openhandproject.org/index.php>

### Elección de placa Arduino

En la *Tabla 23* se presenta una comparativa de las placas Arduino con las características principales de cada una de las plataformas.

*Tabla 23. Comparativa de Placas Arduino*

Características / Placas	ARDUINO UNO	ARDUINO NANO	ARDUINO MINI-PRO	ARDUINO MEGA2560	ARDUINO YUN
<b>Microcontrolador</b>	Atmega328	Atmega2560	Atmega328	Atmega2560	Atmega32u4
<b>Voltaje de operación</b>	5 voltios	5 voltios	5 voltios	5 voltios	5 voltios
<b>Rango de voltaje</b>	6-20 voltios	6-20 voltios	5-12 voltios	6-20 voltios	5 voltios

<b>Pines de entrada / salida digitales</b>	14. 6 con salida PWM	54. 15 con salida PWM	14. 6 con salida PWM	54. 15 con salida PWM	20. 7 con salida PWM
<b>Pines de entrada analógicos</b>	6	16	6	16	12
<b>Corriente DC por pin de entrada/salida</b>	40mA	40mA	40mA	40mA	40mA
<b>SRAM</b>	2 KB de memoria flash	256 KB de memoria flash	2KB	128 KB de memoria flash	2,5 KB
<b>EEPROM</b>	1 KB	4 KB	1 KB	4 KB	1 KB
<b>Oscilación</b>	16 MHz	16MHz	16 MHz	16MHz	16 MHz
<b>Disponibilidad en el mercado</b>	Bastante	Poco	Poco	Bastante	Poco
<b>Precio</b>	12.00	9.90	8.99	17.50	46.50

Fuente: Adaptado de (Arduino, 2015)

El formato de la *Tabla 24* presentada a continuación se hace una comparativa de acuerdo a los requerimientos del sistema donde indica en la primera columna las opciones de diferentes placas Arduino existentes en el mercado, la siguiente columna contiene los requerimientos que deben ser analizados y se indica con la abreviatura correspondiente a las tablas anteriores de los requerimientos, finalmente tenemos la columna de valoración total donde se indica el puntaje obtenido por cada una de las opciones. Para la valoración se ha definido de la siguiente manera: se califica con un círculo negro que tiene al valor de 1 si cumple el requerimiento y con un círculo blanco que tiene un valor de 0 si no cumple el requerimiento indicado.

*Tabla 24. Selección de la tarjeta de adquisición de datos según los requerimientos*

<b>REQUERIMIENTOS</b>									
<i>Tarjetas</i>	<i>SRSH</i>	<i>SRSH</i>	<i>SRSH</i>	<i>SRSH</i>	<i>SRSH</i>	<i>SySR</i>	<i>SySR</i>	<i>StSR</i>	<i>TOTAL</i>
<i>Arduino</i>	4	5	6	11	12	7	11	10	
<i>Arduino Uno</i>	●	○	●	●	●	●	●	●	7 puntos
<i>Arduino Nano</i>	●	○	●	●	●	●	○	●	6 puntos

<i>Arduino Mini</i>	●	○	●	●	●	●	○	●	6
									<i>puntos</i>
<i>Arduino Mega</i>	●	○	●	●	●	●	●	○	6
									<i>puntos</i>
<i>Arduino Yun</i>	●	○	●	●	●	●	○	○	5
									<i>puntos</i>
● <i>Cumple</i>									
○ <i>No cumple</i>									

*Fuente. Autoría*

Como resultado de la tabla comparativa de los distintos modelos de placas Arduino y analizando el puntaje de la Tabla 24. La selección de la tarjeta de adquisición de datos según los requerimientos que tiene mayor resultado y cumple con la mayoría de los requerimientos es el Arduino Uno y se ocupara el IDE de Arduino para la realización de este proyecto.

Se considera el costo, la disponibilidad en el mercado, el número de pines digitales y la facilidad y manipulación de este elemento.

### **Elección de servos motores.**

Los servos son la parte esencial del funcionamiento del brazo, esta parte es la encargada de realizar los movimientos de los distintos miembros de acuerdo a la programación, está es la encargada de interpretar la información y procesar los datos mediante las librerías.

El formato de la *Tabla 25* presentada a continuación indica en la primera columna las opciones de diferentes servo motores, la siguiente columna contiene los requerimientos que deben ser analizados y se indica con la abreviatura correspondiente a las tablas anteriores de los requerimientos, finalmente tenemos la columna de valoración total donde se indica el puntaje obtenido por cada una de las opciones. Para la valoración se ha definido de la siguiente manera: se califica con un círculo negro que tiene al valor

de 1 si cumple el requerimiento y con un círculo blanco que tiene un valor de 0 si no cumple el requerimiento indicado.

Tabla 25. Selección de servos de datos según los requerimientos

<b>REQUERIMIENTOS</b>								
<i>Servo motores</i>	<i>StSR</i>	<i>SRSR</i>	<i>SRSR</i>	<i>SRSR</i>	<i>SRSR</i>	<i>SySR</i>	<i>SySR</i>	<i>TOTAL</i>
<i>SG90S</i>	●	●	●	●	●	●	●	<i>7 puntos</i>
<i>MG90S</i>	●	●	●	●	●	○	●	<i>6 puntos</i>
<i>HS-311</i>	●	●	●	○	●	●	●	<i>6 puntos</i>
<i>MG995</i>	●	●	●	●	●	●	●	<i>7 puntos</i>
<i>GS-5515MG</i>	●	●	○	●	●	○	●	<i>5 puntos</i>
<i>SG – 5010</i>	●	○	○	○	●	○	●	<i>3 puntos</i>
<i>HV2060MG</i>	●	●	●	●	●	○	●	<i>6 puntos</i>
<i>HD1234MG</i>	●	●	●	●	○	○	●	<i>6 puntos</i>
<p>● <b>Cumple</b> ○ <b>No cumple</b></p>								

Fuente. Autoría

Como resultado de la tabla 25 comparativa de los servo motores y analizando el puntaje de la Tabla. Selección de servos de datos según los requerimientos., se utilizaran los servos SG-90S debido al tamaño ya que estos se ubicaran en la parte interior de la mano y para los demás miembros de la mano se utilizara el MG995 debido a su torque es mucho más fuerte adaptándose a los requerimientos del sistema, y para la parte superior del brazo se escogerá los HV2060MG debido a su mayor torque cumpliendo así con lo ofrecido en el sistema. Se considera el costo, la disponibilidad en el mercado.

### 3.2.5.2. Elección de software

A continuación se realiza la elección y descripción del cada uno de los software que se utilizó en este sistema de monitoreo.

#### Elección de software de modelado en 3D

El software de modelado 3D debe de ser intuitivo para lograr realizar las partes del diseño faltantes del brazo según las necesidades que se presenten según el diseño.

El formato de la Tabla 26 que se presentada a continuación indican en la primera columna las opciones de diferentes software de modelado 3D, la siguiente columna contiene los requerimientos que deben ser analizados y se indica con la abreviatura correspondiente a las tablas anteriores de los requerimientos, finalmente tenemos la columna de valoración total donde se indica el puntaje obtenido por cada una de las opciones. Para la valoración se ha definido de la siguiente manera: se califica con un círculo negro que tiene al valor de 1 si cumple el requerimiento y con un círculo blanco que tiene un valor de 0 si no cumple el requerimiento indicado.

Tabla 26. Comparación según los requerimientos del software de modelado 3D

<b>REQUERIMIENTOS</b>			
<b>SOFTWARE DE MODELADO 3D</b>	<b>SRSH 12</b>	<b>SRSH 13</b>	<b>TOTAL</b>
AUTODESK 3DS MAX	○	○	0 puntos
AUTODESK MAYA	○	○	0 puntos
BLENDER	●	●	2 puntos
CINEMA 4D	○	●	1 puntos
●Cumple			
○ No cumple			

Fuente: Autoría

Como resultado de la *Tabla 26* sobre la comparativa de los distintos software de modelado 3Dy analizando el puntaje de la Tabla. La selección de la mano 3D de adquisición de datos según los requerimientos que tiene mayor resultado y cumple con la mayoría de los requerimientos es Blender para la realización de este proyecto.

## Blender

Es una aplicación de modelado en 3D es de código abierto para plataformas Linux, Mac y Windows. Se caracteriza por su gran utilización en creación de películas de animación, efectos visuales, arte, modelos 3D para impresión, aplicaciones 3D interactivas y juegos de video. Además se pueden realizar modificaciones a los archivos STL. Además de poder exportar a STL que es el archivo que puede reconocer las impresoras 3D para su impresión. En la *Figura 46*, se muestra el Software Blender. (newZZniper, 2016)



*Figura 46. Interfaz de Blender.*

Fuente: Autoría

Blender muestra los siguientes requerimientos para que el software funcione de la mejor manera en el diseño de modelados 3D y para que se puedan usar todas sus características.

- **REQUISITOS MÍNIMOS**

- 32 bits de doble núcleo de CPU 2 GHz con soporte SSE2.
- 2 GB de RAM
- 24 bits de 1280 × 768
- Ratón o trackpad
- OpenGL 2.1 gráfica compatible con 512 MB de RAM

- **REQUISITOS RECOMENDADOS**

- 64-bit CPU de cuatro núcleos
- 8 GB de RAM
- pantalla Full HD con color de 24 bits
- Ratón de tres botones
- OpenGL 3.2 gráfica compatible con 2 GB de RAM

### **IDE Arduino.**

El Arduino Software (IDE) hace que sea fácil de escribir código y subirlo a cualquiera de sus placas. Este IDE estará instalado o ejecutado en nuestro PC, es un entorno muy sencillo de usar y en él escribiremos el programa que queramos que el Arduino ejecute. Una vez escrito, lo cargaremos a través del USB y Arduino comenzará a trabajar de forma autónoma. (Arduino, 2017)

### 3.3. Diseño del sistema

En esta parte del diseño se tomara en cuenta la presentación arquitectónica del siguiente proyecto logrando así tener una estructura de la parte física y a continuación se procederá a la parte del análisis de los datos para la programación.

#### 3.3.1. Diagrama de bloques del diseño

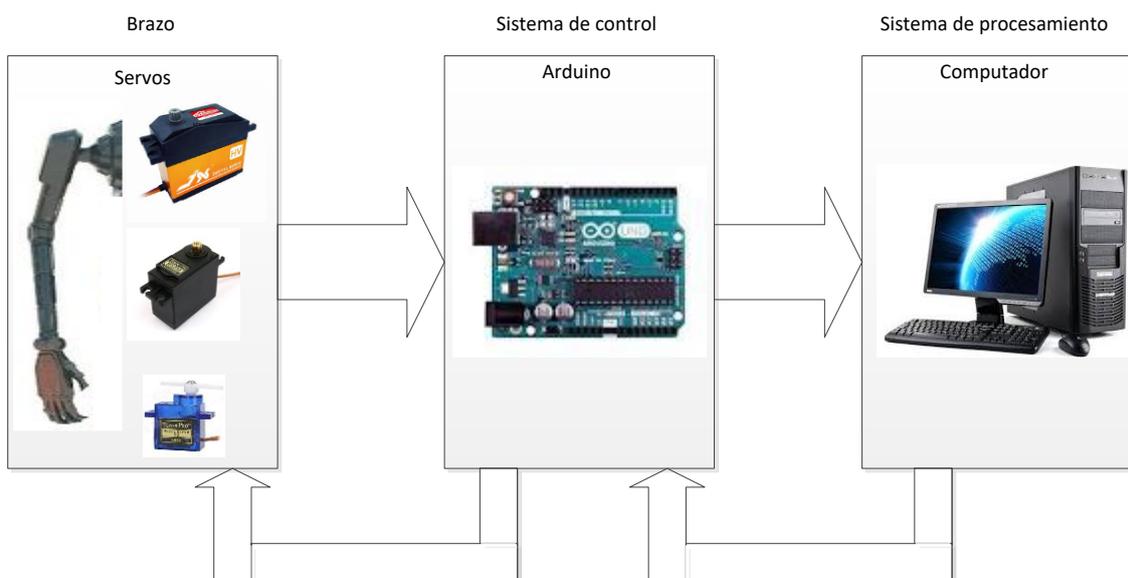


Diagrama 1. Diagrama de Bloques del diseño

Fuente: Autoría

El diagrama de bloques del sistema se subdivide en varias etapas:

- En el primer bloque de diagrama 1 se tomara en cuenta el diseño del brazo y los materiales con los cuales se construirá además de la elección de los servos, seleccionando los adecuados para cada parte del brazo los cuales estarán conectados directamente al Arduino.
- En el segundo bloque se deberá realizar la elección del Arduino más adecuado para nuestro sistema el cual se encargara del enviar las señales a los servos

conectados en el brazo para lograr los movimientos que se envían desde el computador.

- 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.

### 3.3.2. Servomotor

Son motores que se mueven en ángulos determinados teniendo una movilidad de 0° a 180°, estos serán los encargados de dar movilidad al brazo y a la mano. Dependiendo de cada parte del brazo se colocara un servo q ejecutara un movimiento determinado.

#### 3.3.2.1. Calculo de fuerza de los servomotores

Para los servomotores se debe considerar el torque en la hoja de datos de cada uno para poder saber si lograra soportar con el peso de cada miembro, cada servo tiene un peso especificado que puede tolerar sus unidades vienen especificadas en Kg/cm.

$$\text{Torque} = X \frac{kg}{cm}$$

Ecuación 1. *Fórmula para calcular la fuerza de los servos*

Donde:

X: Valor de torque especificado en el datasheet del servo.

kg y cm: Indica el valor del peso que logra soportar en un radio de 1cm.

- **SG90 - Torque: 1.8 Kg/cm**

De acorde al diseño de los dedos estos harán todo el trabajo sobre su propio eje para lo cual no se necesitaran cálculos adicionales.

- **MG995 Torque: 13 kg/cm**

Para el cálculo de la mano se tiene una distancia considerable de aproximadamente 20cm por lo que se debe realizar el siguiente cálculo para poder demostrar que los servos seleccionados si podrá soportar con el peso de la mano.

$$T = 13 \frac{kg}{20cm} = 0.65 \frac{kg}{cm}$$

Los 0.65 kg/cm que hemos calculado es un peso máximo de referencia que puede soportar el servomotor con una distancia de aproximadamente 20cm.

- **HV2060MG - Torque: 48 kg/cm**

Para el cálculo del brazo se considerara una distancia de aproximadamente 50cm, a continuación se justificara matemáticamente la elección de este servo en la parte del hombro, logrando soportar el peso del brazo para lograr los movimientos deseados.

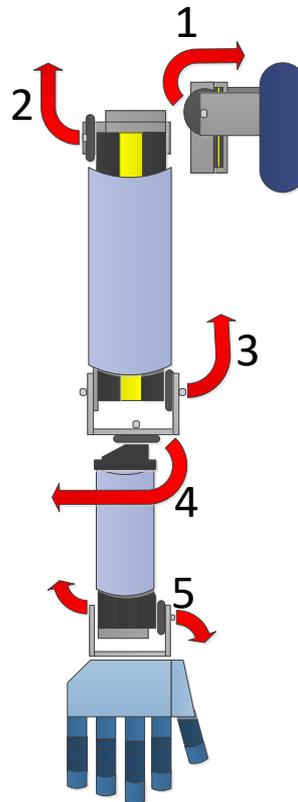
$$T = 48 \frac{kg}{50cm} = 0.96 \frac{kg}{cm}$$

Los 0.96kg/cm que se han determinado demuestran que es el peso máximo que lograra levantar el brazo si este tiene una distancia de aproximada de 50cm de longitud.

### 3.3.3. 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 47* se puede apreciar el diseño básico inicial del brazo con sus componentes.



*Figura 47 . Diseño básico inicial del brazo*

Fuente: Autoría

**Hombro:** En esta parte del brazo este estará conformado por 2 servomotores HV2060MG que deberán estar inicialmente en 0 grados, estarán unidos mediante una estructura metálica que les permita girar de 0 a 180 grados logrando de esta manera con el servo 1 el movimiento de abducción – aducción y con el servo 2 logrando el movimiento de flexión – extensión.

**Codo:** Constara de un servomotor HV2060MG que deberá estar a 0 grados inicialmente para poder generar los movimientos de flexión – extensión del antebrazo permitiendo mover a este de 0 a 120 grados, el cual deberá tener un soporte metálico el cual deberá soportar a todo el antebrazo.

Antebrazo: Esta parte estará directamente conectada al soporte del codo mediante un servomotor MG995 debido a que el antebrazo gira casi en su totalidad el cual tendrá la movilidad de 0 a 180 logrando de esta manera el movimiento de supinación en los 0 grados y pronación en los 180 grados.

Muñeca: En la muñeca constara de un servomotor MG995 el cual se encontrara firme en el antebrazo y deberá ser equipado de una estructura metálica para soportar a la mano, inicialmente estará en la posición de 90 grados para lograr los movimiento de flexión – extensión de la muñeca de 0 a 180 grados respectivamente.

### **3.3.3.1. Diseño del brazo**

En la parte del diseño de la mano se utilizara un modelo de código abierto, la mano Dextrus es una mano robótica que ofrece gran parte de la funcionalidad como una mano humana simulando los movimientos de una forma muy natural. Utiliza servomotores en lugar de los músculos y cuerda de pesca en lugar de los tendones.

### **Dedos**

Los dedos soy similares en forma y tamaño excepto el dedo pulgar debido a que su constitución es diferente porque está formado de dos partes a diferencia de los demás que tiene 3 partes, cada parte de los dedos tiene una parte superior y una parte inferior las cuales estarán uniéndose mediante tornillos dando una mayor seguridad para lograr los movimientos en las falanges distales o puntas de los dedos estará sujetando por la cuerda de pescar y esta estará atravesando las partes de los dedos. En las *Figura 48*, se muestra la distribución de las partes de los dedos y el pulgar.

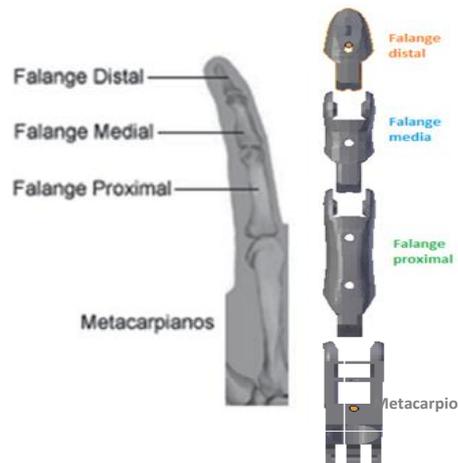


Figura 48. Diseño de partes de los dedos

Fuente: Autoría

En las *Figura 49* se pueden notar las falanges diseñadas de tal forma que estas se asemejen la anatomía humana, por lo que se muestra el dedo índice y el pulgar, ya que basta con modificar las dimensiones de cada eslabón para tener los demás dedos es decir el dedo anular, medio y meñique.

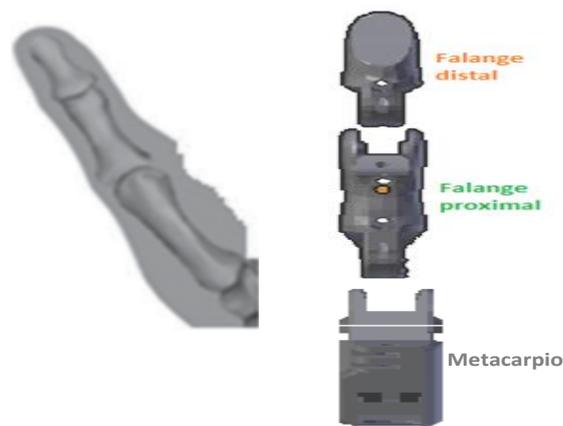


Figura 49. Diseño de partes del pulgar

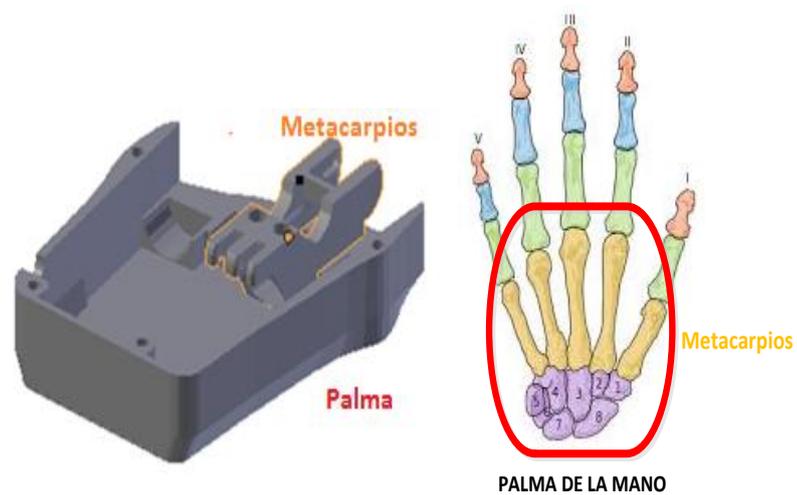
Fuente: Autoría

## Palma

La palma está constituida también por el dorso que es la parte superior, dentro de ella estarán los soportes que ayudaran a sujetar a los dedos y para el dedo pulgar constara con su propio soporte movable para ayudar a la movilidad para cuando se desee abrir o

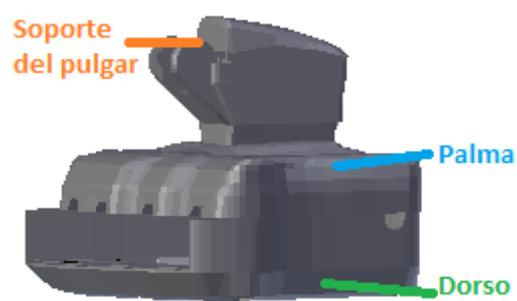
cerrar la mano. En las *Figura 50* y *51*, se muestra las partes de la palma y los soportes de los dedos y pulgar.

En su interior estarán correctamente ordenados los micros servos con sus brazos para poder templar la cuerda para lograr los movimientos.



*Figura 50. Diseño de soportes de los dedos o metacarpios*

Fuente: Autoría



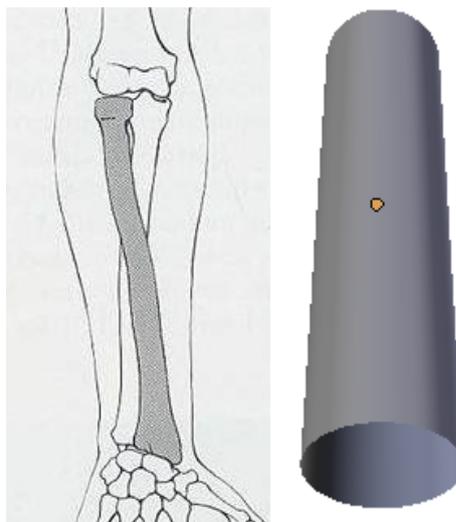
*Figura 51. Diseño de partes de la palma y pulgar*

Fuente: Autoría

La palma se la plantea de tal forma que posea los espacios para cada uno de los dedos, además del número necesario de agujeros para los ductos, que guiarán cada uno de los hilos para lograr el movimiento.

### **Antebrazo**

El antebrazo consta de una sola pieza debido a que su función es solo de soportar la mano además de ayudar al giro del antebrazo, será de diseño cilíndrico se encontrara con soportes de aluminio q es de sujeción al brazo y a la mano. . En las *Figura 52*, se muestra el antebrazo.



*Figura 52. Diseño del antebrazo.*

Fuente: Autoría

### **Brazo**

Esta parte es de igual manera que el antebrazo de forma cilíndrica la cual tendrá que estar sosteniendo a todo el sistema este constara con los soportes para las estructuras de aluminio para los servos que están uniendo al antebrazo. En las *Figura 53*, se muestra el brazo.

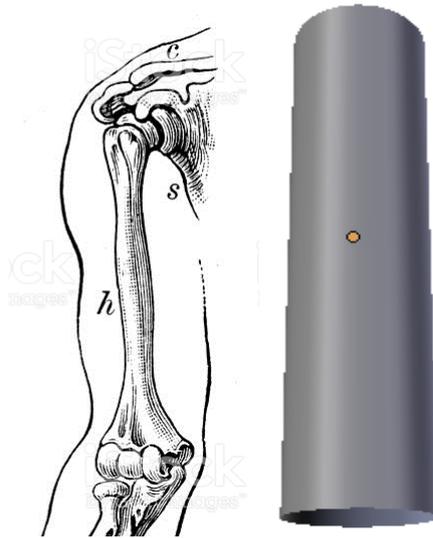


Figura 53. Diseño del brazo.

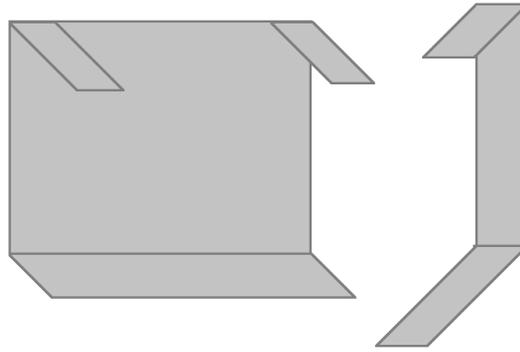
Fuente: Autoría

### 3.3.3.2. Diseño de soportes para los servos

Los soportes están hechos en aluminio debido a su resistencia maniobrabilidad y a su fácil acceso estarán recortados del tamaño de los servos y se añadirá a las partes del brazo y antebrazo, estos se encargaran de lograr una mayor sujeción con sus partes y libertad de movimiento, cada soporte es hecho de acuerdo al movimiento que realizara cada extremidad.

#### Muñeca

En el antebrazo constaran dos soportes uno que une a la mano y el otro al brazo, el de la mano tendrá la función de simular los movimientos de la muñeca por otro lado el soporte del otro extremo se encargara de girar al antebrazo y conectar con el brazo. En la *Figura 54*, se observa los soportes de sujeción de la mano y del antebrazo.

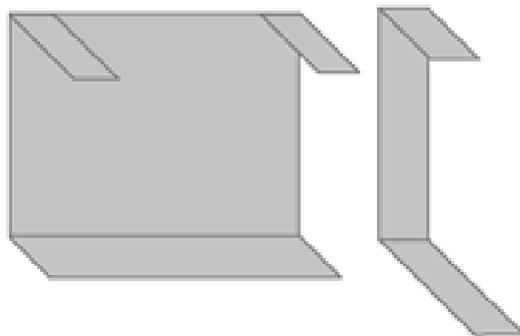


*Figura 54. Soporte de la mano.*

Fuente: Autoría

## **Codo**

En la parte del codo también se encontrara un soporte para que ayude a la flexión y extensión del antebrazo. En la *Figura 55*, se muestra los soportes de sujeción del antebrazo y del brazo.



*Figura 55. Soporte del antebrazo*

Fuente: Autoría

## **Hombro**

En la parte superior se encontraran dos servos que tendrán la función del hombro soportando todo el brazo estos soportes estarán en metal debido a su resistividad para poder soportar el brazo y los servos. *Figura 56*.

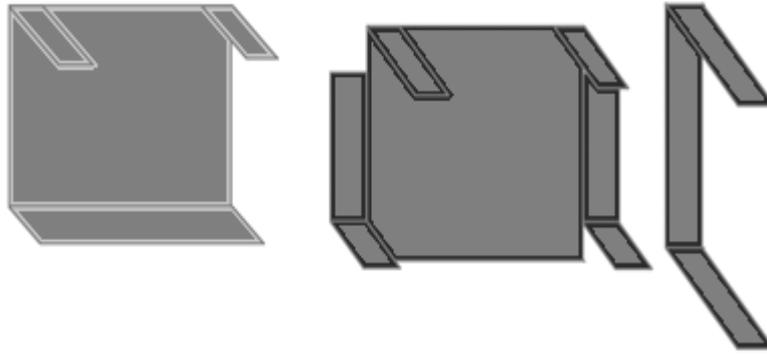


Figura 56. Soporte del brazo

Fuente: Autoría

### 3.3.4. Fuente de alimentación externa para servomotores

Para un correcto funcionamiento se realizara la suma de las corrientes de los servomotores que serán adecuados al brazo debido al consumo de corriente y al gran número de servomotores que se ocuparan, por esta razón se revisa la hora de datos para tener los valores de voltaje y corriente mismos que se pueden apreciar en el Datasheet de cada servomotor. El valor total de corriente debe ser aproximadamente igual a la fuente externa.

$$I_T = \sum_{i=1}^n I_{S_n} \quad I_F \approx I_T$$

Ecuación 2. Sumatoria de corrientes para un número de servos

Debido a que se utilizan dos tipos de servomotores y ambos trabajan con valores distintos de voltaje se optara por trabajar con dos fuentes externas para los servomotores tanto en voltaje como en corriente, en lo cual se debe considerar el valor máximo de corriente para los servomotores. Aplicando la Ecuación se determina la corriente total que debe tener la fuente externa para abastecer las cargas. En la *Tabla 27*, se presenta las características eléctricas de los servomotores.

Tabla 27. Consumo de voltaje y corriente de servomotores.

Servomotor	Cantidad	Corriente	Voltaje
MG995	2	500mA	4.8-7.2
SG90	6	500mA	3-7.2
HV2060MG	3	1500mA	12

Fuente: Autoría

En la *Tabla 27* se muestra la corriente y el voltaje de operación para cada servo motor y el número de servos que se ocupara para la realización del brazo.

- Calculo de corriente para el servomotor MG995

$$I_T = \sum_{i=1}^n I_{S_n}$$

$$I_T = I_{S_1} + I_{S_2}$$

$$I_T = 500mA + 500mA$$

$$I_T = 1000mA$$

- Calculo de corriente para el servomotor SG90

$$I_T = \sum_{i=1}^n I_{S_n}$$

$$I_T = I_{S_1} + I_{S_2} + I_{S_3} + I_{S_4} + I_{S_5} + I_{S_6}$$

$$I_T = 500mA + 500mA + 500mA + 500mA + 500mA + 500mA$$

$$I_T = 3000mA$$

- Calculo de corriente para el servomotor HV2060MG

$$I_T = \sum_{i=1}^n I_{S_n}$$

$$I_T = I_{S_1} + I_{S_2} + I_{S_3}$$

$$I_T = 1500mA + 1500mA + 1500mA$$

$$I_T = 4500mA$$

- Calculo de corrientes de los servos

$$I_T = \sum_{i=1}^n I_{S_n}$$

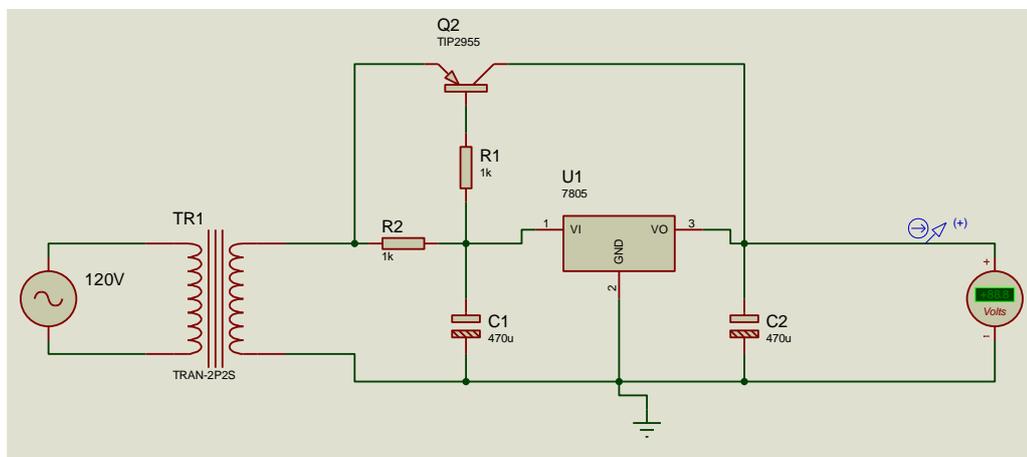
$$I_T = I_{S_1} + I_{S_2} + I_{S_3}$$

$$I_T = 1000mA + 3000mA + 4500mA$$

$$I_T = 9500mA$$

De acuerdo a los cálculos obtenidos se requiere una fuente de aproximadamente 10A para abastecer a todos los servos del brazo robótico, y respecto al voltaje existen grandes diferencias en los requerimientos de cada servo para lo cual se los calificara en dos grupos de acuerdo al voltaje de funcionamiento y trabajar con dos fuentes distintas una será de 6V q alimentara a los servo SG90 y MG995 que se encuentra en los rangos de operación del voltaje y una fuente de 12V para los servos HV2060MG. Ver la *Figura 57 y 58*.

### 3.3.4.1. Fuente de Alimentación 1



*Figura 57. Fuente de alimentación de 5V a 5A*

Fuente: Autoría

La función de esta fuente es la proporcionar el voltaje que será utilizado por los servos de 5V que es el SG95 y el MG995, por lo cual se realiza el diseño de la fuente primaria. Se utiliza un puente de diodos para rectificar la señal que se obtiene desde el transformador, obteniendo así una señal DC, para luego a través de los capacitores C1 y C2 tener la función estabilizar de tensión. Se recortara el voltaje con un LM7805 desde el transformado dando un voltaje de 5V a la salida.

Se utilizara un TIP2955 el cual nos ayudara a elevar el voltaje, puede llegar a 5A si es que le suministra un buen disipador de calor. Como recomendación de diseño se puede utilizar un disipador de 2cm y sujetarlo a través de plasta disipadora.

Para determinar el valor del condensador de filtrado se debe considerar los parámetros que se expresan en la ecuación a continuación.

$$C = \frac{I_{dc}}{2f * V_r} \quad (1)$$

*Ecuación 3. Condensador de Filtrado*

Donde:

C = Condensador

I<sub>dc</sub> = Corriente directa = 1.5A

f = frecuencia (60Hz)

V<sub>r</sub> = Voltaje de rizo

Se va a calcular el valor del condensador de filtrado, para lo cual se debe conocer la tensión máxima que se calcula a través de la tensión del transformador.

Donde:

V<sub>trans</sub> = Voltaje del transformador -12V

V<sub>máx</sub> = Voltaje máximo

$$V_{max} = 12V * \sqrt{2} = 16.97V \quad (2)$$

Posteriormente se pasa a calcular la tensión directa que se obtiene una vez que la señal de entrada es rectificadora, para pasar al circuito integrado regulador de tensión.

$$V_{dc} = V_{max} - \frac{V_r}{2} \quad (3)$$

$$12V = 16.97 - \frac{V_r}{2}$$

$$V_r = 9.94V$$

Una vez obtenidos estos valores los remplazamos en la ecuación 1, cálculo de condensador de filtrado.

$$C = \frac{1.5A}{2(60) * 9.94} = 0.00125 \approx 1200\mu F$$

### 3.3.4.2. Fuente de Alimentación 2

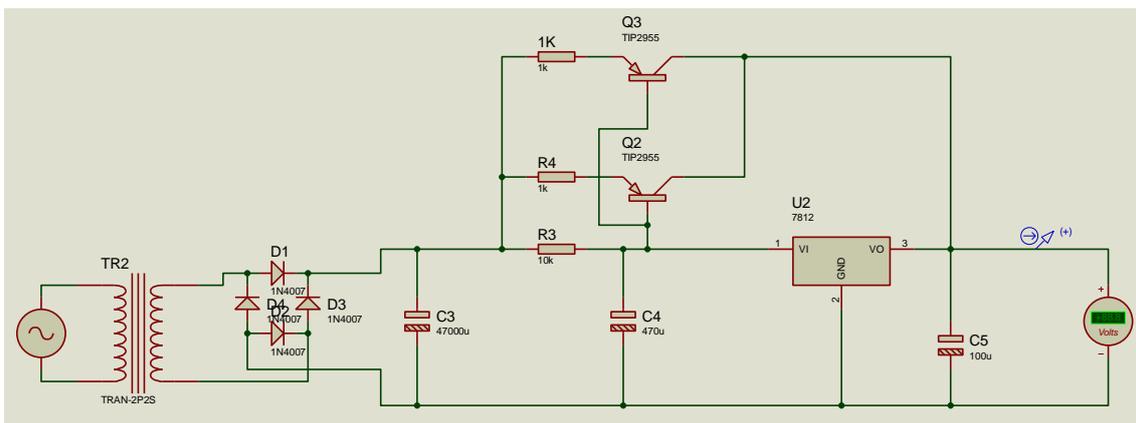


Figura 58. Fuente de alimentación de 12V a 10A

Fuente: Autoría

La función de esta fuente es la proporcionar el voltaje que será utilizado por los servos de 5V que es el SG95 y el MG995, por lo cual se realiza el diseño de la fuente primaria. Se utiliza un puente de diodos para rectificar la señal que se obtiene desde el transformador, obteniendo así una señal DC, para luego a través de los capacitores C1 y C2 tener la función estabilizar de tensión. Se recortara el voltaje con un LM7812 desde el transformado dando un voltaje de 12V a la salida.

Se utilizara un TIP2955 el cual nos ayudara a elevar el voltaje, puede llegar a 5A si es que le suministra un buen disipador de calor, por lo que utilizaremos 2 TIP2955 en paralelo para lograr aumentar la corriente a la salida. Como recomendación de diseño se puede utilizar un disipador de 2cm y sujetarlo a través de plasta disipadora.

Para determinar el valor del condensador de filtrado se debe considerar los parámetros que se expresan en la ecuación a continuación.

$$I_{Total} = \sum_{i=1}^n I_{S_n}$$

*Ecuación 4. Suma de corrientes en paralelo.*

$$\begin{aligned} I_T &= I_{S_1} + I_{S_2} \\ I_T &= 3A + 3A \\ I_T &= 6A \end{aligned}$$

Para determinar el valor del condensador de filtrado se debe considerar los parámetros que se expresan en la ecuación a continuación.

$$C = \frac{I_{dc}}{2f * Vr} \quad (1)$$

*Ecuación 5. Condensador de Filtrado*

Donde:

$C$  = Condensador

$I_{dc}$  = Corriente directa = 1.5A

$f$  = frecuencia (60Hz)

$V_r$  = Voltaje de rizo

Se va a calcular el valor del condensador de filtrado, para lo cual se debe conocer la tensión máxima que se calcula a través de la tensión del transformador.

Donde:

$V_{trans}$  = Voltaje del transformador -12V

$V_{m\acute{a}x}$  = Voltaje máximo

$$V_{max} = 12V * \sqrt{2} = 16.97V \quad (2)$$

Posteriormente se pasa a calcular la tensión directa que se obtiene una vez que la señal de entrada es rectificadora, para pasar al circuito integrado regulador de tensión.

$$V_{dc} = V_{max} - \frac{V_r}{2} \quad (3)$$

$$12V = 16.97 - \frac{V_r}{2}$$

$$V_r = 9.94V$$

Una vez obtenidos estos valores los reemplazamos en la ecuación 2, cálculo de condensador de filtrado.

$$C = \frac{1.5A}{2(60) * 9.94} = 0.00125 \approx 1200\mu F$$

### **3.3.5. Desarrollo de hardware (implementación)**

El prototipo del brazo constará de todos sus miembros entre los cuales están: mano, antebrazo, brazo y hombro teniendo las limitantes físicas de un brazo humano. Se deberá considerar los materiales para la construcción futura de un brazo con materiales del medio debido a que en la institución educativa los estudiantes deberán construir un brazo y se considerara aspectos en el brazo para que pueda resistir el peso de sus componentes electrónicos.

#### **3.3.5.1. Materiales de impresión en 3D**

En la actualidad existen una gran gama de materiales para la impresión en 3D, en las impresoras 3D en lugar de usar cartuchos de tinta estas usan rollos de filamento termoplástico el cual sale derretido del extrusor y se endurece al enfriarse, formando las capas de la figura que deseas imprimir.

#### **ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno)**

Este es el material es usado en las piezas de Lego, es un plástico muy resistente al impacto muy utilizado en automoción, también utilizado en los electrodomésticos y las carcasas de celulares. Es un termoplástico o plástico térmico son más flexibles y resistentes a los choques.

El ABS se funde entre 200 y 250 °C además puede soportar temperaturas bajas de -20 °C y muy elevadas de 80 °C. Además de su alta resistencia, este material puede tener una superficie pulida, este material es reutilizable y puede ser soldado con procesos químicos. Este material no es biodegradable y se encoje en contacto con el aire, razón por

la cual la plataforma de impresión se debe precalentar con el fin de evitar el despliegue de las piezas. (SANCHEZ, 2015)

### **PLA (Ácido poliláctico)**

Este es un polímero biodegradable debido a su composición que se genera a partir de materias primas renovables almidón de maíz no es toxico. Una de sus ventajas es que no se encoje luego de la impresión y se obtienen piezas de mejor precisión.

Este poliéster termoplástico, se descompone lentamente en moléculas más simples al entrar en contacto con compuestos como el agua u óxidos de carbono. De esa forma se asegura una reinserción natural a lo largo de su ciclo de vida, al contrario que plásticos derivados de hidrocarburos como el ABS. (CASTRO, 2015)

### **Comparación entre materiales**

El ABS y el PLA son los materiales más comerciales que se encuentran en el mercado, en el momento de la impresión se enfría con gran rapidez debido a que imprime en unos ligeros filamentos que se van acumulando en capas hasta terminar el diseño.

En la *Tabla 28* se hace una comparación donde el PLA es el material con el que se realizara la impresión de la mano en 3D, el PLA es biodegradable logrando ser más amigable con el medio ambiente debido a su composición de compuestos orgánicos. El

PLA es más difícil de manipular dada su elevada velocidad de enfriamiento y solidificación haciendo una comparación con el ABS.

Tabla 28. Comparativa entre materiales de impresión 3D

<b>Material</b>	<b>PLA</b>	<b>ABS</b>
<b>Origen</b>	Orgánico	Petróleo
<b>Temperatura de impresión</b>	205°C y 230°C	250°C y 285°C
<b>Tiempo de enfriamiento</b>	Mucho	Poco
<b>Vapores dañinos</b>	No	Si
<b>Necesidad de cama caliente</b>	No	Si
<b>Encogimiento</b>	Poco	Mucho
<b>Quebradizo</b>	Si	No
<b>Flexibilidad</b>	No	Si
<b>Acabado brillante</b>	Si	No

Fuente. Autoría

### 3.3.5.2. Materiales del medio reciclables

Se plantearon dos posibles materiales que se puede utilizar para el prototipo electrónico del brazo para darle un acabado final y una adecuada presentación para el brazo en 3D así como para el brazo que realizaran los estudiantes, estos materiales deben encontrarse fácilmente en el mercado local.

#### **Madera**

La madera es un material de origen natural siendo este el material más explotado por el hombre y de fácil acceso además es de un recurso renovable, abundante, orgánico. Posee múltiples ventajas como su gran capacidad de trabajar y modelar, flexibilidad y

resistente. Es ligera en relación con sus propiedades resistentes, permite reducir el redimensionado de piezas, se obtiene por plantación de forma natural o artificial, de tal manera que su disponibilidad estará garantizada siempre que su aprovechamiento sea ordenado. (RAFAEL, 2014)

### **Plástico**

El plástico es un material de origen sintético que se encuentra compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura. Los plásticos presentan características de sólido a elástico como de líquido viscoso, es decir que tienen un comportamiento viscoelástico.

La mayoría de los plásticos que se comercializan en el mercado provienen de la destilación del petróleo. La industria de plásticos utiliza el 6% del petróleo que pasa por las refinerías para convertirlo en plástico. (ALVARADO, 2014)

### **Metal**

Como representante de los tipos de metales o aleaciones se ha escogido al aluminio, que es el tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre.

Las propiedades que hacen del aluminio un metal tan provechoso son: su resistencia a la corrosión, resistencia, es un buen conductor de electricidad y calor, no es magnético ni tóxico, buen reflector de luz, impermeable e inodoro, y muy dúctil. Además, el gran atractivo es que se trata de un metal 100% reciclable, es decir, se puede reciclar indefinidamente sin que por ello pierda sus cualidades. (Educastur, 2009)

### 3.3.5.3. Implementación

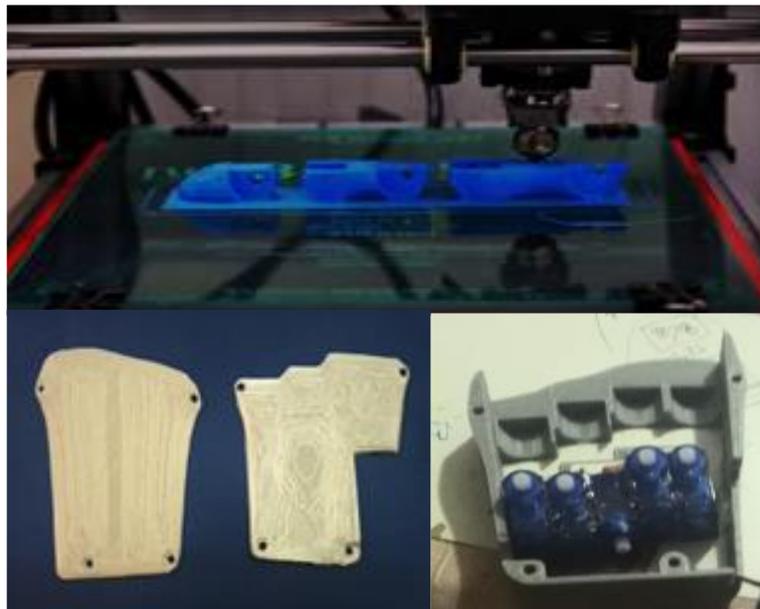
En este ítem se muestra los pasos a seguir para el armado de los elementos que intervienen en el prototipo y conexiones necesarias para su correcto funcionamiento.

Primero se procederá a tener las piezas impresas en 3D para empezar a ensamblar la mano, se deberá pulir las piezas debido a que viene con unas pequeñas virutas para lo que se utilizara una lija para quitar las grietas de las uniones.

#### Piezas en 3D

Para la elaboración de las piezas en 3D se realizara con PLA (Acido Poli Láctico), cabe aclarar que se realizó una comparación en la tabla 24 debido a que se acopla mejor a las características del proyecto, a continuación se detallaran los elementos de la mano.

Ver *Figura 59*.



*Figura 59. Piezas de la mano*

Fuente: Autoría

En la figura se detallan las partes de la mano la cual está constituida de 38 piezas, 28 piezas corresponden a los dedos los cuales se ha decidido imprimir en material azul, la palma y dorso constan de 4 piezas en las cuales en su interior se encuentran los soportes para los dedos además de un soporte exterior para el pulgar.

El antebrazo y brazo son constituidos por dos tubos de aproximadamente igual tamaño de color gris oscuro como se puede apreciar en la *Figura 60*, el antebrazo tienen una constitución más esférica y el antebrazo un poco más ovalada.



*Figura 60. Brazo y antebrazo*

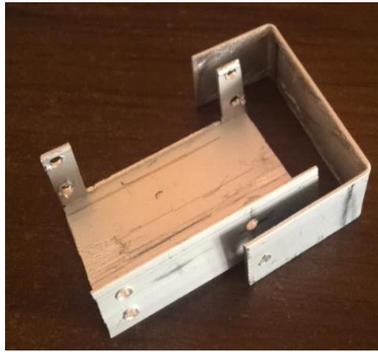
Fuente: Autoría

## **Soportes del brazo**

### **Muñeca**

En la *Figura 61* se puede apreciar el soporte de la muñeca, se decidió hacer de aluminio debido a ser un material más liviano y resistente y más fácil de manipular, será el encargado de unir a la mano y el antebrazo estos estarán unidos mediante una hélice del servo, para el giro de la mano se procedió a hacer la estructura en la parte del codo

por lo que en esa parte hay mucho mas firmeza y se tendrá un mejor agarre con el soporte del codo.

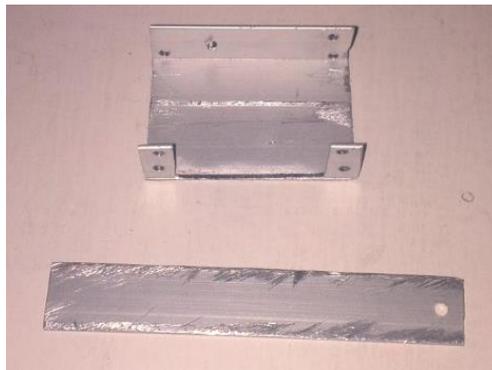


*Figura 61. Soporte de la muñeca*

Fuente: Autoría

## **Codo**

La parte del codo consta de dos piezas, como se muestra en la *Figura 62*, las cuales estarán conectando el antebrazo y el brazo mediante dos servos.



*Figura 62. Soporte del codo*

Fuente: Autoría

## **Hombro**

En la *Figura 63* se muestran los soportes que están conectando al brazo y al hombro y estos a su vez estarán conectados al soporte que soportara todo el brazo estos están echo de metal debido a que debe soportar todo el peso del brazo.



Figura 63. Soporte del hombro

Fuente: Autoría

### Diagrama del circuito del brazo

En la *Figura 64* se muestra el diagrama de conexión del circuito de los servos de la mano y del antebrazo debido a que estos trabajan a 5V los cuales estarán conectando a los servos SG90 y MG995, para luego realizar un puente para conectar al Arduino las entradas de los servos de la señal.

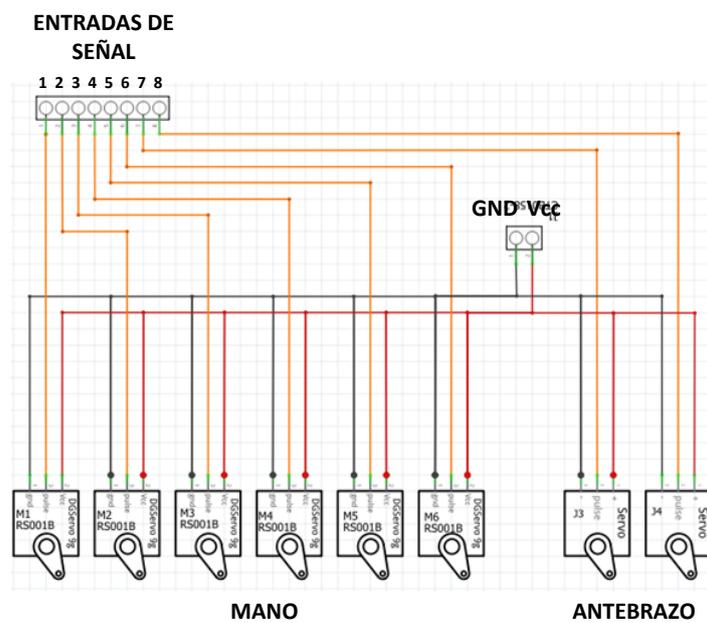
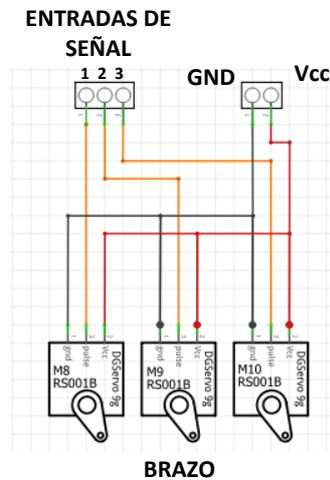


Figura 64. Diagrama de conexión de la mano y antebrazo

Fuente: Autoría

En la *Figura 65* se muestra el diagrama de conexión del brazo a la fuente de 12V para los servos HV2060MG siendo este un circuito diferente debido a la fuente que se ocupa.



*Figura 65. Diagrama de conexión del brazo*

*Fuente: Autoría*

## Construcción del brazo

A continuación se procederá a construir la mano, para lo cual se deberá clasificar las piezas debido a que el dedo pulgar tiene solo dos partes, dentro de la palma de la mano debe ir el soporte de los dedos. Cada parte de los dedos consta de una parte superior y una inferior, los segmentos de los dedos se deberán ensamblar con tornillos de  $\frac{1}{4}$  y en las uniones de los dedos se conecta con pequeñas uniones metálicas. Ver *Figura 66*.



*Figura 66. Ensamblaje de los dedos*

*Fuente. Autoría*

Al ensamblar los dedos se debe tener en cuenta quitar las virutas de las cavidades interiores de los dedos por donde luego pasara una cuerda de pescar por la parte inferior lo que producirá cuando se mueva los servos la flexión de los dedos y por la parte superior pasara elástico redondo produciendo la extensión de los dedos, ver la *Figura 67*, Dedos de la mano en 3D.



*Figura 67. Cuerdas por medio de los dedos*

Fuente. Autoría

A continuación se procede a ordenar correctamente los servos SG90 dentro de la palma de la mano como se muestra en la *Figura 68*, de esta manera se evitara los choques de las hélices de los servos.



*Figura 68. Servos en la palma de la mano*

Fuente. Autoría

Ahora se debe ensamblar el dedo pulgar, este dedo ira separado de los otros es decir este ser independiente y tendrá más movilidad debido a q este estar conectado a la palma de la mano por medio de un servo. Tal como se muestra en la *Figura 69*.



*Figura 69. Dedo pulgar.*

*Fuente. Autoría*

A continuación se procederá a conectar los dedos con los servos fijándose que la cuerda de pescar quede bien templada y procurando evitar que las hélices se topen unas con otras, de esta manera se evitara problemas de movilidad de los servos. Ver *Figura 70*.



*Figura 70. Mano en 3D incorporando los micros servos.*

*Fuente. Autoría*

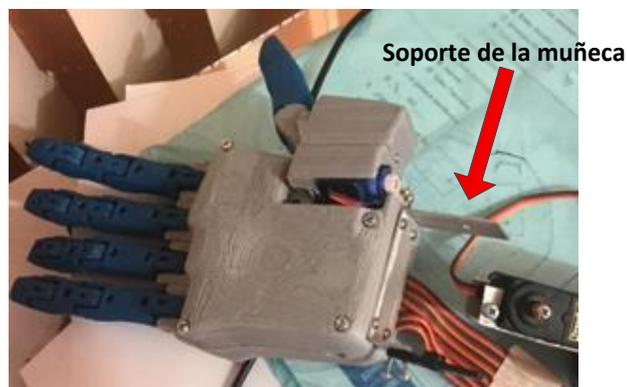
Finalmente para terminar se deberá unir las cubiertas de la mano es decir la palma y el dorso sin olvidar de colocar correctamente al pulgar como en la *Figura 71*, esto se unirá con tornillos de 2 pulgadas quedando fijas todas la piezas.



*Figura 71. Mano en 3D armada*

Fuente. Autoría

Ahora se debe tomar los soportes previamente preparados para el servo que realizara la función de la muñeca este soporte estará sujetado por medio de tornillos logrando un agarre más resistente y el otro extremo ira unido al antebrazo, para la muñeca se utilizara un servo MG995. Ver la *Figura 72*.



*Figura 72. Mano y muñeca.*

Fuente. Autoría

Se deberá tener en cuenta ordenar los cables de la mano y el antebrazo para lo cual se debe tener un orden específico porque estos trabajan a 5V, *Figura 73*. Las conexiones de los servos irán en el interior del antebrazo.



*Figura 73. Conexión de los servos.*

*Fuente. Autoría*

El servo del antebrazo que realizara los giros de la palma de la mano irá directamente conectado con el codo teniendo de esta manera una mayor firmeza, y evitando conectarle directamente en la muñeca debido a que podría generar un poco de vibración debido a que esta está directamente conectada con la palma de la mano la cual es de un material no muy resistente.

Posteriormente se procederá a armar el resto del antebrazo teniendo en cuenta los cables de conexión de los servos de los dedos y del antebrazo, para terminar con la construcción del antebrazo se tomará un servo MG995 y se le introducirá en el otro extremo del antebrazo, no se debe olvidar que las conexiones de los servos se introducirán en medio de antebrazo. Ver la *Figura 74*.



*Figura 74. Mano y Antebrazo.*

Fuente. Autoría

Para a cual se decidió implementar el giro del antebrazo en la parte del codo para poder lograr reforzar esta estructura.

A continuación cogeremos el tubo ancho e introduciremos un servo HV2060MG en un extremo formando así el codo, se deberá asegurar con tornillos para que quede fijo el antebrazo debido a que esta parte es la que va a soportar todo el peso del antebrazo. Ver figura 75 estos servos ocupan 12V por lo que se realizar una conexión independiente.



*Figura 75. Codo*

Fuente. Autoría

Para ensamblar el brazo se debe tener en cuenta los soportes que deben ir en la parte del brazo y del hombro, considerando que en la parte del hombro hay dos servos y en el hombro de igual manera preferiblemente al momento de armar los soportes se deberá poner a los servos como ángulo inicial en 0 grados. Ver la *Figura 76*.



*Figura 76. Ensamblado del codo y del hombro.*

Fuente. Autoría

A continuación se debe realizar la conexión de los 3 servos HV2060MG esta conexión a diferencia de la otra estará en el exterior debido a la movilidad del brazo y de esta manera evitar una desconexión. *Figura 77*.



*Figura 77. Conexiones del brazo*

Fuente. Autoría

Finalmente se realizara puentes desde los servos al Arduino y se deberá buscar un soporte adecuado para colocar al brazo. *Figura 78.*



*Figura 78. Soporte del brazo*

Fuente. Autoría

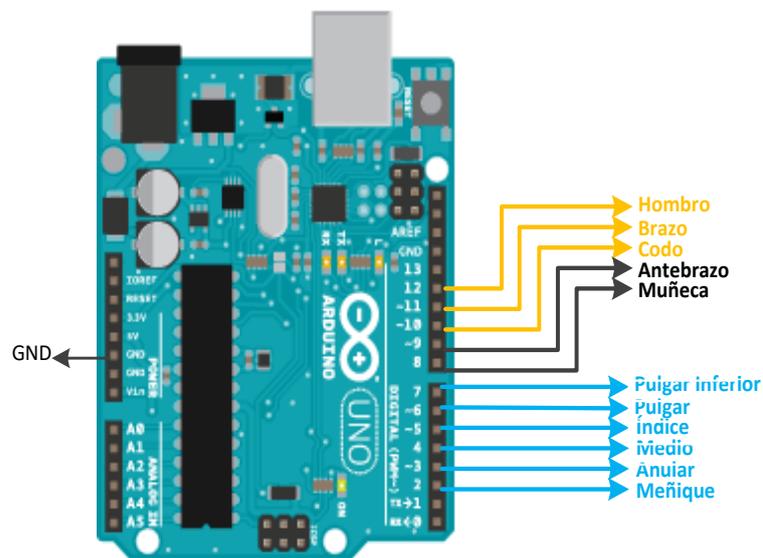
### **Diagrama de conexión del sistema**

Los componentes que se utiliza en este proyecto deberán estar perfectamente acoplados, además es correcto identificar los pines con los cuales se trabajara para el desarrollo del proyecto dando a conocer de esta manera se llevara a cabo una programación ordenada.

### **Diagrama de conexión de pines y puertos del Arduino**

Se utiliza un ping GND para conectar las tierras en común con la fuente adicional para los servomotores además se utilizara el pin de 3.3V para los micro servomotores y

el de 5V para los servomotores metálicos como una programación ordenada se a escogido los pines del 3 al 13 para la conexión de los servos no será necesario usar los pines PWM para el control de los mismos. A continuación se muestra en la *Figura 79*, la distribución de pines y puertos.



*Figura 79. Distribución de Pines y Puestos – Arduino Uno*

Fuente: Autoría

En la *Tabla 29* se muestra el diagrama de conexión de los servos con el Arduino y además el ping GND que servirá para poner en tierra común con la fuente de poder.

Tabla 29. Distribución de Pines y Puestos – Arduino Uno

<b>Pin</b>	<b>Tipo de Servo</b>	<b>Miembro</b>
<b>3</b>	SG90	Meñique
<b>4</b>	SG90	Anular
<b>5</b>	SG90	Medio
<b>6</b>	SG90	Índice
<b>7</b>	SG90	Pulgar
<b>8</b>	SG90	Pulgar Inferior (metacarpio)
<b>9</b>	MG995	Muñeca
<b>10</b>	MG995	Antebrazo
<b>11</b>	MG995	Codo
<b>12</b>	MG995	Brazo
<b>13</b>	MG995	Hombro
<b>GND</b>	SG90 – MG995	Brazo

Fuente: Autoría

### Diagrama circuito

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 80*.

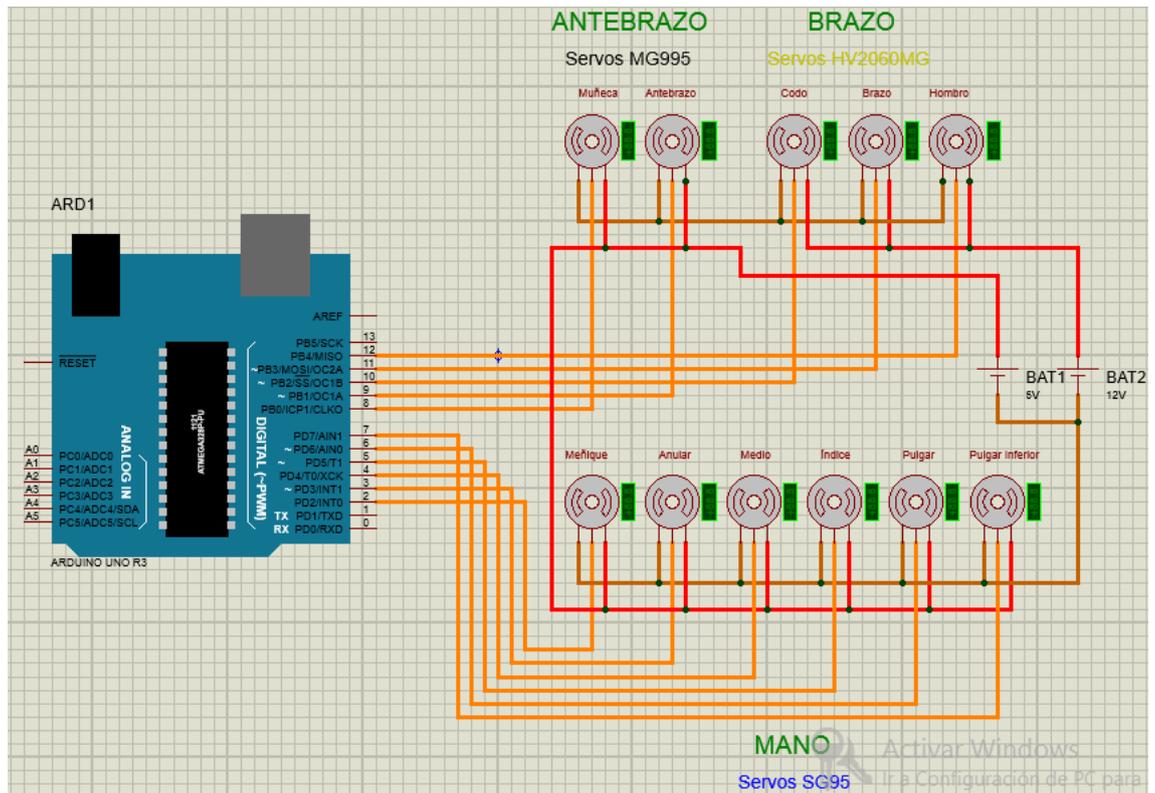


Figura 80. Diagrama del circuito.

Fuente: Autoría

## Esquema de conexión

Se utilizará el software Fritzing para la creación del circuito electrónico, el cual está conformado por 1a placa Arduino, 6 servo motores SG95, 2 servo motores MG995, 3 servo motores HV2060MG, una fuente y el computador, en la *Figura 81* se puede apreciar el diseño del circuito electrónico cerrado.

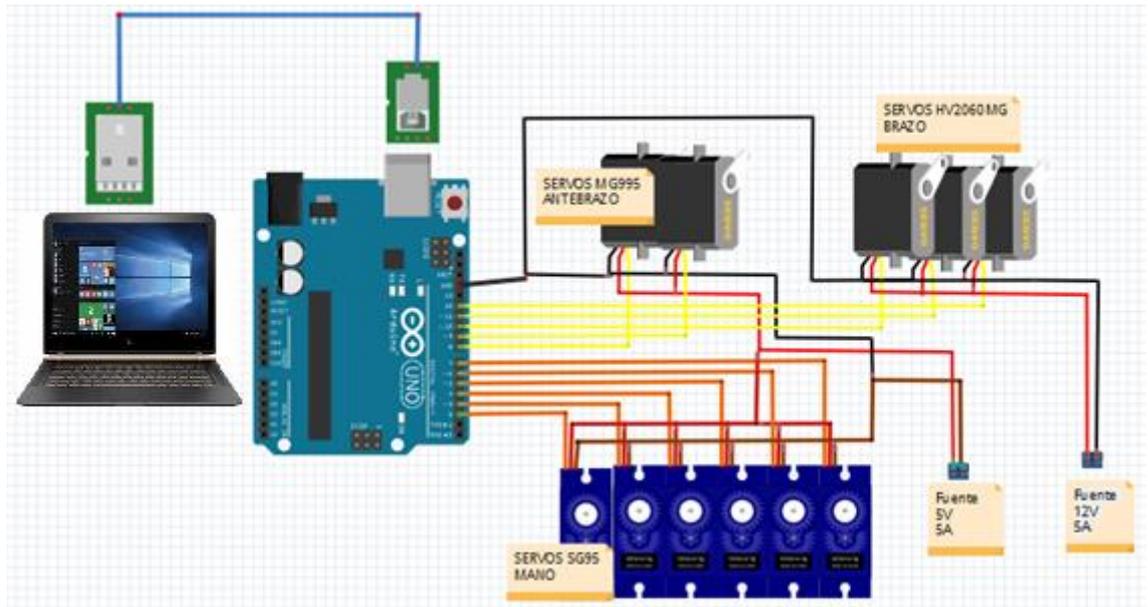


Figura 81. Diagrama de conexión.

Fuente: Autoría

### 3.3.6. Desarrollo de software (programación)

#### 3.3.6.1. Requerimientos del Sistema

Una parte fundamental del proyecto es el uso de un computador el cual nos permitirá realizar la programación, el cual estará directamente conectado con el Arduino mediante un puerto USB. Ver la *Figura 82*.

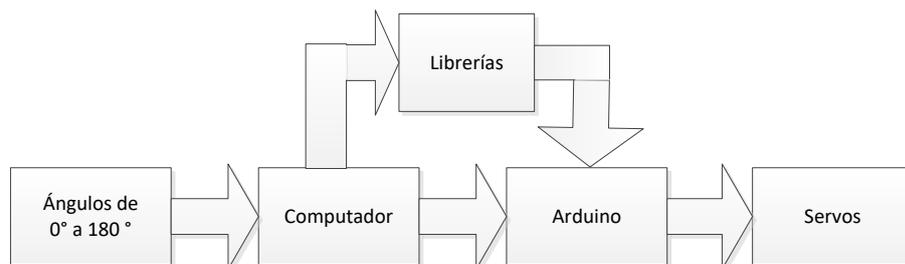


Figura 82. Equipo con USB

Fuente: Autoría

- Requerimientos mínimos de Hardware.
  - Procesador Pentium a 233 megahercios (MHz) o mayor velocidad
  - Al menos 64 megabytes (MB) de RAM o mayor
  - Un mínimo de 1,5 gigabytes (GB) de espacio disponible en el disco duro
  - Unidad de CD-ROM o DVD-ROM
  - Puerto de red
  - 3 Puertos USB
  - Un teclado y un mouse
  - Adaptador de vídeo y monitor con una resolución Super VGA (800 x 600) o mayor
  - Tarjeta de sonido
  - Regulador de Voltaje
  -
- Requerimientos mínimos Software del IDE Arduino.
  - Windows XP o superior
  - Mínimo 500MB de espacio disponible en disco duro.
  - Java v7.0 o superior.
  - Arduino IDE (Descargado de la página oficial de Arduino)
  - Arduino USB Driver

### 3.3.6.2. Diagrama de Bloques



*Diagrama 2. Diagrama de bloques del funcionamiento.*

*Fuente: Autoría*

Como se puede observar en el *Diagrama 2*. El diseño del prototipo se basa especialmente en la conformación de cinco partes las cuales son explicadas a continuación:

- Ángulos de 0° a 180°, se podrá escoger ángulos desde los 0 grados hasta los 180 grados, son los rangos de movimientos que tienen los servos para poder flexionar las distintas partes del brazo.

- El 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.
- Las 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.
- La placa Arduino, es la encargada de controlar el brazo acorde a las instrucciones especificadas por medio de las librerías creadas anteriormente, para la elección se realizara comparaciones de acorde a los requerimientos.
- Los Servos, se escogerán debidamente para cada parte del brazo para lograr el movimiento en todas las direcciones, estos receptaran la información del ángulo al que deberá moverse.

### 3.3.6.3. Diagrama de flujo

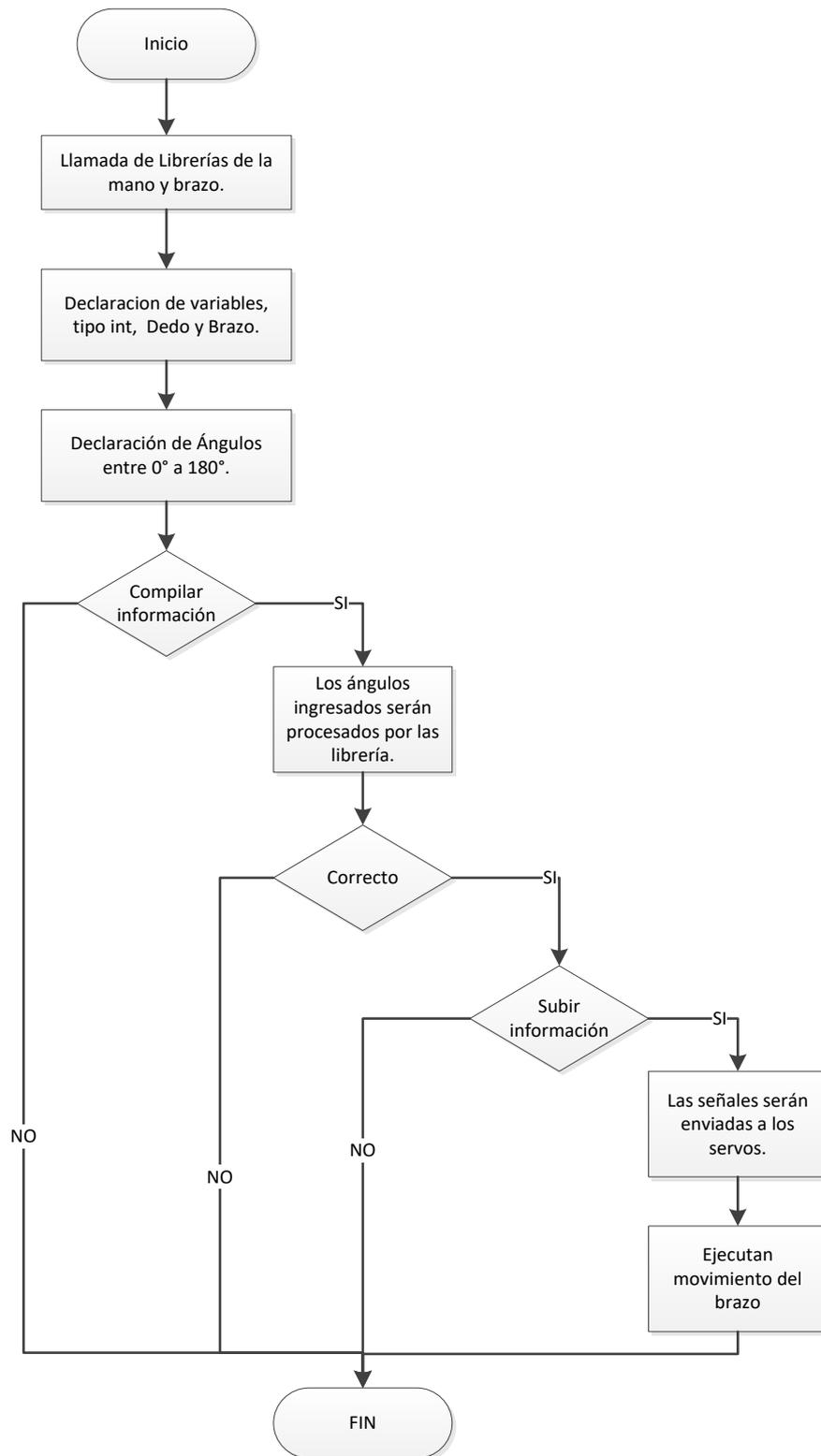


Diagrama 3. Diagrama de Flujo

Fuente: Autoría

Se utilizó una placa electrónica Arduino UNO para la adquisición y procesamiento de datos; el código de programación se ha desarrollado en el IDE de Arduino para ejecutarse con las librerías ya planteadas.

Iniciando la secuencia, lo primero que se hace es llamar a las librerías de la mano y el brazo, lo segundo en escribir son las variables que permiten almacenar datos enteros así como para las librerías, los cuales se declaran por cada servo ubicado en el brazo especificando los pines en los cuales se conectarán los servos.

Luego se declararán variables iniciales con ángulos de 0 grados a 180 grados, una vez ingresados los ángulos se procederá a compilar las líneas de programación, para lograr procesar los ángulos ingresados mediante las librerías, en el caso de ser correcta se podrá subir la información a la placa Arduino y esta enviará las diferentes señales a cada servo motor para de esta manera generar un movimiento en cada parte del brazo.

#### **3.3.6.4. 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.

En el entorno Arduino existe un gran número de librerías disponibles que vienen ya preinstaladas a continuación se mencionarán los parámetros importantes a tener en cuenta para la creación de librerías en las que el usuario podrá incluir funciones que él no considere útiles para adaptar la librería a sus necesidades particulares. En la *Figura 83* se muestra los archivos de la librería.

Librerías	
Cabecera .h	Código .cpp
Constantes	Código fuente
Clases	
Parámetro	
Función	

Figura 83. Archivos principales de la librería

Fuente: Autoría

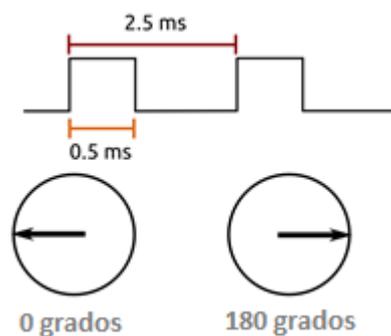
- **Cabecera .h.-** Es un archivo en el cual se escribe el código objetivo en la librería es decir las constantes, clases, funciones y si es necesario los métodos anticipadamente se debe incluir ya la librería que se desea crear y a continuación los códigos respectivos.
  - Constantes.- son valores que no pueden ser modificados y tienen un valor que no puede ser alterado.
  - Clases.- Es en donde se encuentran los parámetros que tiene y las funciones que contiene, existen dos tipos las públicas y las privadas.
  - Parámetro.- Es una variable utilizada para recibir valores de entrada en una rutina o subrutina.
  - Funciones.- son líneas de código que cuando se ejecutan retornan un valor.

- **Código .ccp.-** Es en donde se encuentra el código donde se está realizando la acción en sí.

No se debe olvidar que estos archivos deben estar dentro del directorio Arduino en 'Libraries'.

### 3.3.6.5. Diseño de la librería para el servo

El servo es controlado mediante pulsos de duración variable, dependiendo del fabricante varia 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°. En la *Figura 84*, se muestra el pulso y el ángulo de giro.



*Figura 84. Desplazamiento de pulsos y en grados.*

Fuente: Autoría

Para que un servomotor pueda girar se debe conectar a un pin digital del Arduino por ejemplo si se desea girar un ángulo de 90° al pin al que se conecta se lo debe poner en HIGH y enviar el pulso de 1500 microsegundos y luego cambiarlo a LOW y luego enviar un pulso de 1000 microsegundos completando así de esta manera con el pulso de 2500 microsegundos para poder recibir una nueva orden de giro.

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.

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

*Ecuación 6. Formula del tiempo de espera en microsegundos.*

Fuente: Autoría

### 3.3.6.6. Desarrollo de las librerías

Para el desarrollo del software se verá implicado las librerías para cada miembro que se desarrollara en Arduino, con el lenguaje de programación desarrollado según los requerimientos del sistema. Primeramente se importaran los archivos necesarios para la elaboración de las librerías. Los archivos que utilizamos son:

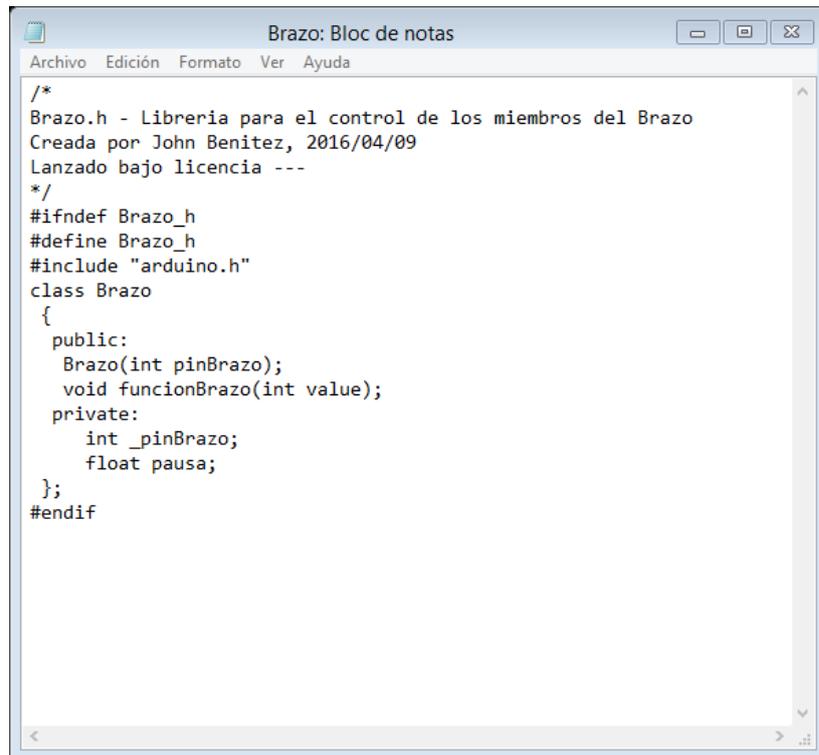
- Libejemplo.cpp
- Libejemplo.h
- Keywords.txt

En el entorno Arduino las librerías se ejecutan en su carpeta raíz pero cuando se quiere editar o modificar estos archivos no permite guardar los cambios por lo que se recomienda primero realizar los cambios en una carpeta en el escritorio y luego pasar es carpeta al directorio de Arduino.

C:\Program Files (x86)\Arduino\libraries

Posteriormente se definen las funciones que se utilizarán, luego se configurara las entradas y/o salidas en los pines correspondientes en este caso se utilizaran los pines digitales del Arduino.

En el archivo Brazo.h es el script que se manda a llamar cada vez que ocuparemos la librería. En la *Figura 85*, se muestra la configuración de Brazo.h



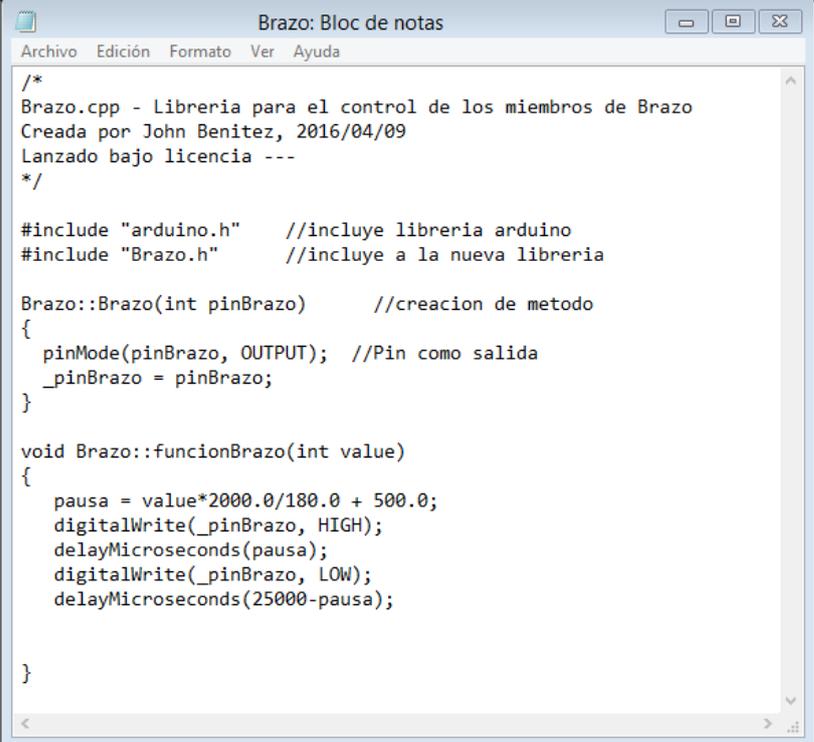
```
Archivo Edición Formato Ver Ayuda

/*
Brazo.h - Libreria 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 85. Archivo Brazo.h*

Fuente. Autoría

A continuación se detalla el archivo Brazo.cpp en el cual se encuentra la programación a ejecutarse cada vez que se llama a la librería Brazo.h. En la *Figura 86*, se muestra el archivo Brazo.cpp



```
/*
Brazo.cpp - Libreria para el control de los miembros de Brazo
Creada por John Benitez, 2016/04/09
Lanzado bajo licencia ---
*/

#include "arduino.h" //incluye libreria arduino
#include "Brazo.h" //incluye a la nueva libreria

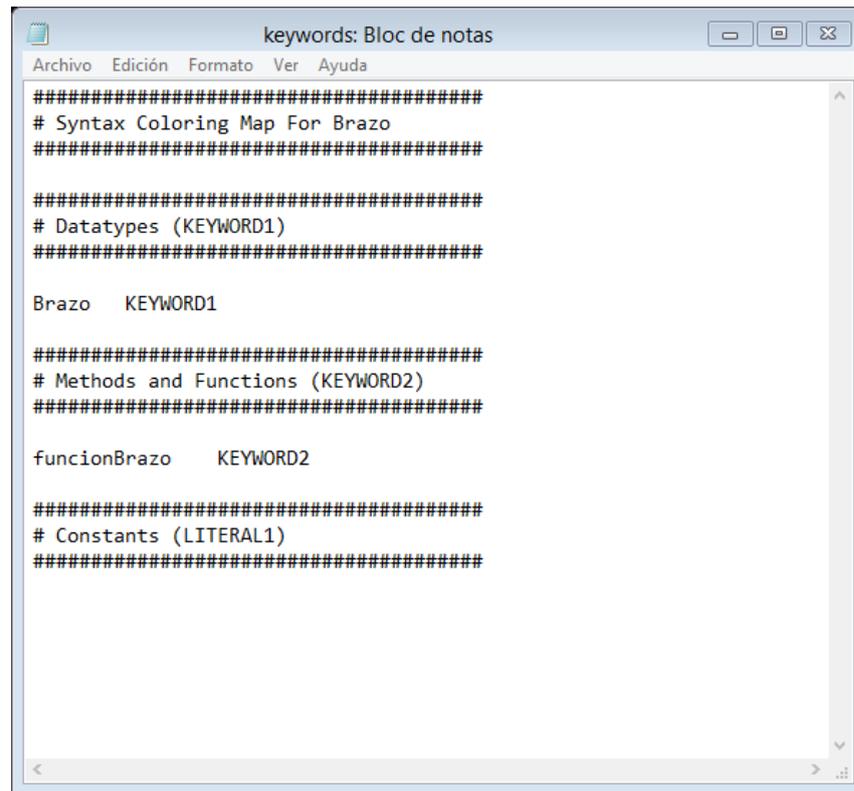
Brazo::Brazo(int pinBrazo) //creacion de metodo
{
    pinMode(pinBrazo, OUTPUT); //Pin como salida
    _pinBrazo = pinBrazo;
}

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 86. Archivo Brazo.cpp*

Fuente. Autoría

Para poder resaltar las palabras importantes de referencia como en las librerías que vienen por defecto se opta por especificar como se puede apreciar en la *Figura 87* el `Keywords.txt`



```

#####
# Syntax Coloring Map For Brazo
#####

#####
# Datatypes (KEYWORD1)
#####

Brazo  KEYWORD1

#####
# Methods and Functions (KEYWORD2)
#####

funcionBrazo  KEYWORD2

#####
# Constants (LITERAL1)
#####

```

Figura 87. Archivo Keywords.txt

Fuente. Autoría

### 3.4. Metodología de enseñanza

Concibe en una serie de actividades que se desarrollan en torno a una pregunta, un problema o a la realización de una actividad en concreto. Para lo cual se proporciona una orientación y guía para la planeación de actividades, además involucrando personas y lugares además de materiales del entorno físico. (Ponce, 2013)

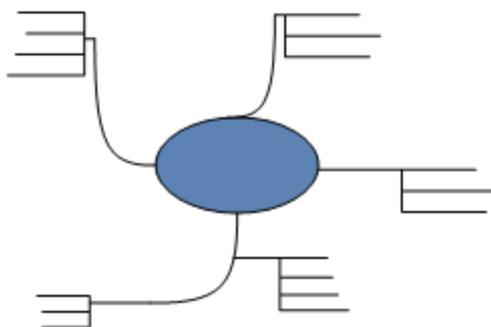
#### 3.4.1. Introducción

En esta parte se deberá presentar el tema a los estudiantes para que tengan conocimiento de lo que se tratara y de esta manejar generando un interés y una mayor atención para las siguientes actividades a tratar, “BRAZO ROBÓTICO EDUCATIVO

ORIENTADO EN CTIM (CIENCIAS, TECNOLOGÍAS, INGENIERÍAS Y MATEMÁTICAS)”.

### 3.4.2. Lluvia de ideas

La lluvia de ideas es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema, es un proceso didáctico y práctico mediante el cual se intenta generar creatividad mental, la lluvia de ideas supone el pensar rápida y de manera espontánea en ideas, conceptos o palabras que se puedan relacionar con un tema previamente definido y que, entonces, puedan servir a diferentes fines, ver la *Figura 88*. En el cual se tomara ramificaciones principales y secundarias.



*Figura 88. Diagrama de lluvia de ideas*

Fuente. Visio Microsoft Office

### 3.4.3. Ilustraciones

Se hará use de alguna ilustración descriptiva, este método es necesario motivar a los estudiantes que tiene predominio sensorial visual. Lo importante es que el estudiante identifique visualmente las características centrales del objeto o situación problemática.

### 3.4.4. Talleres

En el taller el principal punto es la comprensión de la teoría con la práctica dando de una manera más imperativa y generando conocimientos en los estudiantes. En el cual se expondrá los fundamentos teóricos y procedimientos, logrando de esa manera que los estudiantes realicen actividades diseñadas previamente páralo cual nos regiremos en la siguiente estructura (Portugal, 2014):

- Título:

Se deberá dar a conocer el tema a tatar.

- Introducción.

Se da a conocer lo que se pretende lograr con el taller y se da las pautas necesarias para la realización del mismo y los resultados que se pretende obtener al culminar el taller.

- Justificación.

Se pretende explicar la razón por la cual se realiza el taller.

- Población objetivo.

En caso de ser necesario se dividirá a la población teniendo en cuenta la cantidad del material y los equipos en el caso de que se realice una práctica.

- Objetivos del taller.

Identificar las dificultades y limitaciones de los estudiantes.

Complementar los conocimientos de los estudiantes demostrando los conocimientos previamente obtenidos en la práctica.

- Plan de actividades.

Realizar los procedimientos previamente establecidos.

Es un conjunto de tareas de un objetivo del taller.

- Relación de actividades.

Las actividades deben de ser de presentación, integración y conocimiento.

- Metodología.

Es el conjunto de procedimientos necesarios para alcanzar un objetivo.

- Cronograma de desarrollo.

Es el horario de actividades en las cuales se desarrollarla el taller.

- Evaluación de resultados.

Se puede apreciar al terminar el taller en qué nivel de conocimiento están y los temas a los cuales se debe reforzar.

### **3.4.5. Clase practica**

Es una clase que dicta el docente fortaleciendo temas y donde pone en práctica la teoría con la práctica, demostrado lo previamente visto junto con ellos, su finalidad es mostrar a los estudiantes cómo deben actuar. Estas clases se deben desarrollar en el mismo espacio en donde se dictan las clases teóricas .tratando de hacer una clase más didáctica para llamar la atención de los estudiantes motivándoles a la participación de la misma.

### **3.4.6. Resolución de ejercicios y problemas**

Esta parte se trata de poner en práctica los conocimientos y la atención que han tenido durante este proceso debido a que los estudiantes deberán desarrollar soluciones a los ejercicios y problemas planteados mediante la ejercitación de rutinas y aplicación de procedimientos. Cada vez se deberá aumentar el grado de complejidad cada ejercicio

puede tener soluciones distintas, su intención principal es aplicar lo aprendido para afianzar conocimientos y estrategias y eleva el nivel de pensamiento reflexivo, lógico e intuitivo.

#### **3.4.7. Aprendizaje cooperativo**

Consta en dividir en grupos con el motivo de que intercambien conocimientos y puedan nivelarse entre ellos mediante la realización de alguna tarea logrando así que compartan experiencias dando la oportunidad de compartir procesos y resultados de trabajo realizando entre miembros de los otros equipos de esta manera unos aprenderán de otros, compartiendo los resultados que se tienen en el transcurso de la realización de dicha tarea



## Capítulo 4. Pruebas De Funcionamiento

En este capítulo se efectuará la descripción respectiva de las pruebas de funcionamiento, la depuración y corrección de errores tanto en software como de hardware, para finalmente tener un prototipo final que sea confiable y seguro al momento de la utilización. Luego, se realizara una evaluación de hardware y software referente al brazo robótico, donde los servomotores están distribuidos en las partes del brazo para determinar el movimiento en conjunto del sistema electrónico. 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. Al final de este proceso se le hará una encuesta para el grado de impacto generado sobre los estudiantes. ANEXO 13

Se tomó en cuenta la planificación de la institución en un periodo de 16 horas para el desarrollo de la estrategia de enseñanza lo cual está más detallado en el ANEXO 3.

### 4.1. Pruebas de encendido y conexión

Como se ha explicado anteriormente en el diseño existe un código de colores para cada uno de los servos que corresponde a cada pin del Arduino y se deberá conectar todo el prototipo a continuación se proceder a encender el Arduino mediante el cable USB, ver Figura 84, siempre permanecerá conectado a la computadora debido a que se programara en la misma además la fuente de poder se deberá conectar cada vez que se carga una nueva programación para evitar calentamiento de los mismo, ver *Figura 89 y 90*, esta fuente de poder deberá ser independiente de la placa Arduino y deberá solo conectada con los servos que además tiene un código de colores para cada voltaje.



*Figura 89. Encendido y conexión de los pines*

Fuente. Autoría



*Figura 90. Conexión de la fuente con los servos*

Fuente. Autoría

Para una mayor facilidad de conexión con pines de los servos que se conectan al Arduino se optó por utilizar un socket de espadines macho para tener una mayor facilidad de conectar y desconectar para lograr una rápida instalación del sistema, en la fuente de poder tiene un switch para una mayor velocidad de respuesta del encendido y del apagado, y de igual manera se puede conectar y desconectar mediante los banano macho que tienen con una conexión directa a la fuente.

#### **4.2. Realización de pruebas de funcionamiento de las librerías.**

Para la realización de las pruebas utilizaremos dos servos motores y a cada uno se le asignara el mismo ángulo, mientras que en la programación para un servo motor utilizaremos la librería de Arduino de servo y para el otro servomotor utilizaremos la librería que hemos diseñado para el brazo. En *Figura 91* se puede apreciar al Servo Izq.

Trabajando con la librería “Brazo” mientras tanto el Servo Der. Utiliza las librería “Servo de Arduino”.



*Figura 91. Brazo robótico. .*

Fuente. Autoría.

Se puede apreciar que existe un mayor grado de precisión con la librería ‘Brazo’ ocupa los pines digitales, además cuando ocupamos la librería ‘Servo’ ocupa los pines PWM.

#### **4.2.1. Pruebas de funcionamiento de la mano**

Para la realización de pruebas de la mano deberemos hacer unos movimientos en la cual consiste en cerrar la mano y abrir la mano. Esto se detallará en la siguiente *Figuras* 92.



*Figura 92. Mano en posición abierta*

Fuente. Autoría

Este es el estado natural de la mano en la que los servos están en una posición de  $180^\circ$ , o de otra manera más clara la mano está abierta para realizar esto se utiliza las siguientes líneas de código. Líneas de código se encuentra en el ANEXO 5.

Para poder cerrar la mano se deberá recorrer indicar a los servos que se pongan en la posición  $0^\circ$  de esta forma los cables de pescar obligaran a los dedos a contraerse. *Figura 93* de la mano abierta. Para demostrar se realiza una secuencia de fotografías.



*Figura 93. Mano en posición cerrada.*

Fuente. Autoría

Para realizar que se recorran los servos a la posición  $0^\circ$  se utiliza la programación anterior pero cambiando el valor del ángulo de  $180^\circ$  a  $0^\circ$ , como se indica en la siguiente ANEXO 06.

La prueba de funcionamiento se realizó con éxito y no se encontraron inconvenientes en la prueba respecto a la programación y a la utilización de las librerías, para la realización de esta prueba de funcionamiento ya se realizó con la fuente de poder de 5V con la que se utilizara la utilización del brazo.

#### 4.2.2. Prueba de funcionamiento del brazo

De igual manera que en la mano aquí debemos de flexionar y extender el brazo por medio de la programación utilizando la librería brazo. Como se puede observar en la siguiente *Figura 94*.



*Figura 94. Brazo flexionado*

Fuente. Autoría

Por medio de esta programación se puede extender y flexionar el brazo para lo cual se debe recordar que cuando se flexiona el brazo debe ponerse a 90°. En ANEXO 08, se observa la programación para lograr este movimiento.

Mediante esta prueba se pudo determinar que los movimientos de los servos de mayor tamaño si giran debidamente pero por sus características más robustas en el torque y debido a los soportes de las uniones del brazo se puede apreciar que los servos tiene mucha velocidad de giro y debido a los sopores tiende a sacudir, por lo cual se deberá mejorar los movimientos del antebrazo y brazo en la programación.

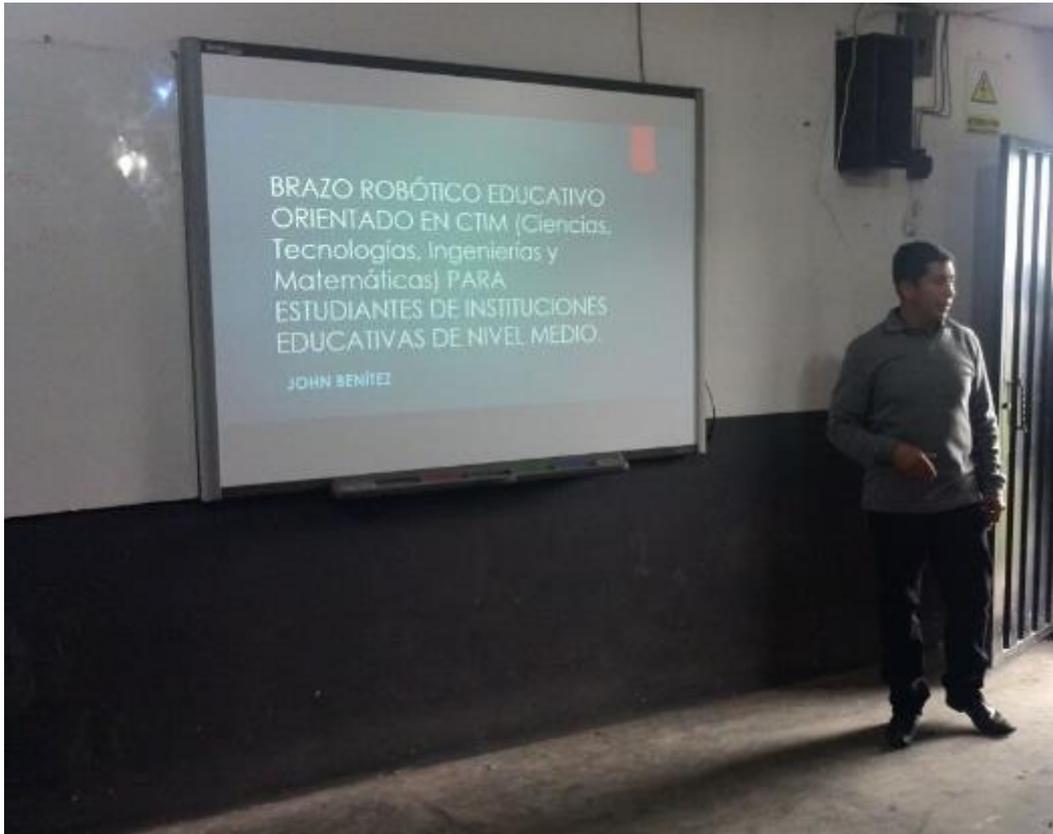
### **4.3. Prueba de funcionamiento de la estrategia de enseñanza**

Esta prueba de funcionamiento se la realizara 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. En las cuales se tomara uso de los laboratorios de computación y de los talleres de electricidad. Por pedido del docente los estudiantes deberían generar un proyecto para la casa abierta de la institución y por pedido de los estudiantes y docentes que sugirieron realizar ellos un brazo robótico similar al que se les presento en 3D, para lo cual se les ayudo con los materiales de difícil acceso que son los servos, soportes y la fuente, ellos se comprometieron a desarrollar un brazo echo con materiales de fácil acceso y que se pueda encontrarlos en el medio. En el ANEXO 09 se puede observar el registro fotográfico de la construcción del brazo con materiales del medio por parte de los estudiantes de la Unidad Educativa 17 de julio para la presentación en la casa abierta.

A continuación se tomara en cuenta los resultados que se obtuvo en base a la metodología planteada para el docente y al final se realizara una encuesta para saber el nivel de lo aprendido.

#### **4.3.1. 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 95.



*Figura 95. Tema de introducción en la U. E.17 de julio*

Fuente. Autoría

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. Algunos de los estudiantes mencionaban que aún no podían elegir una carrera para la especialización por lo cual manifestaron que sería de gran ayuda algún tipo de práctica de este tipo. En el Anexo 14 se aprecia la nómina de los estudiantes asistentes.

#### **4.3.2. 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, ver la *Figura 96*.



*Figura 96. Diagrama de lluvia de ideas en la U. E.17 de julio*

Fuente. Autoría

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.

### **4.3.3. 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. Ver *Figura 97*.



*Figura 97. Ilustración del collage de Brazo robótico.*

Fuente. Autoría

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.

#### **4.3.4. Taller**

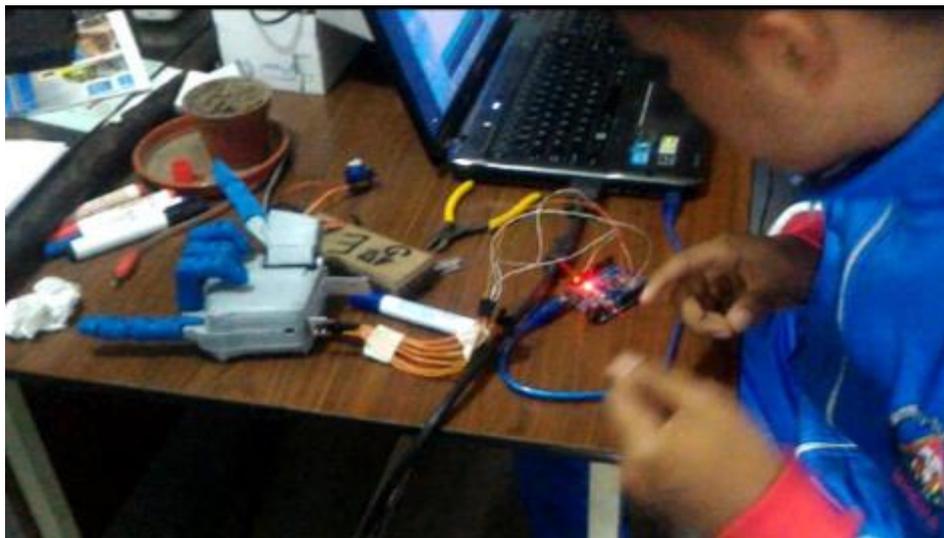
El taller que se propuse se lo resolvió en el laboratorio de computación para lo cual se le indico la manera de descargar e instalar Arduino en todas las computadoras del laboratorio y se les mostro como descargar las librerías del brazo, ver *Figura 98*. A continuación pasar por los puestos la mano 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 98. Instalación de Arduino por los estudiantes.*

Fuente. Autoría

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, ver *Figura 99*.



*Figura 99. Estudiante en la resolución del taller.*

Fuente. Autoría

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.

#### 4.3.5. 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, ver la *Figura 100*, 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 100. Clase práctica en los laboratorios..*

Fuente. Autoría

La mayor parte de los estudiantes demostró una rápida comprensión sobre 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, ver *Figura 101*.



*Figura 101. Posición Me gusta de la Clase Práctica.*

Fuente. Autoría

#### **4.3.6. 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 generara mayor movimiento de las extremidades, para lograr tomar un objeto entregarlo a alguien y regresar a la posición inicial. Antes de la realización de se 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, ver *Figura 102*.



*Figura 102. Clase práctica en los laboratorios.*

*Fuente. Autoría*

Una vez explicado lo que deben hacer y explicado luego por un estudiante para generar una mayor comprensión los estudiantes prosiguieron con el desarrollo de la programación para poder generar las secuencias de programación.



*Figura 103. Extensión del brazo*

*Fuente. Autoría*

Ver la Figura 103 se puede apreciar la prueba de funcionamiento en donde está extendiendo el brazo, causando gran admiración por el público presente y motivando a los estudiantes a que sigan generando proyectos de este tipo de nivel, logrando causar gran impacto en las autoridades de la institución.

#### 4.3.7. 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. Ver *Figura 104*.



*Figura 104. Grupos de aprendizaje cooperativo.*

Fuente. Autoría

Los grupos que se conformaron fueron por afinidad, donde se observó una gran cooperación en el desarrollo de la práctica, intercambiando conocimientos y logrando una mayor participación en el análisis, en donde todos debatieron para la toma de decisiones respecto al funcionamiento del brazo, de esta manera se logró una mayor motivación y así reforzaron su creatividad a la vez. Ver *Figura 105*.



*Figura 105. Juego de piedra, papel o tijera.*

Fuente. Autoría

Los estudiantes lograron demostrar los conocimientos adquiridos mediante el desarrollo de estas actividades en la casa abierta donde a los estudiantes que mostraron gran interés fueron los que se hicieron cargo de la presentación del prototipo. Donde ellos además de sus conocimientos mostraban su creatividad y su ingenio realizando el control del brazo, igualmente las personas visitantes tanto estudiantes de otras instituciones como padres de familia se sintieron emocionados al ver como estudiantes pueden lograr, aunque todavía tenían dificultades en lograr el control del brazo ellos sabían improvisar soluciones inmediatas para corregir los errores q se generaban.

#### 4.4. Pruebas de funcionamiento de movilidad del brazo

Estas pruebas de funcionamiento se las realizo en la Unidad educativa 17 de Julio con el brazo que ellos mismo ensamblaron con materiales reciclados en el Anexo 9, se puede apreciar la construcción del brazo. En el ANEXO 5 se puede apreciar la programación para controlar la mano.

En la *Figura 106* se puede apreciar el brazo en su posición inicial, que se encuentra en  $0^\circ$ .



*Figura 106. Brazo en posición inicial*

Fuente. Autoría

En la *Figura 106* se encuentra el brazo flexionado describiendo un ángulo de  $0^\circ$ , la cual se considerara la posición inicial y final del brazo, la mayoría de los servos están en un estado de reposo evitando así que se produzca trabajo en ellos.

En la *Figura 107* se puede apreciar el brazo en su posición inicial, que se encuentra en  $90^\circ$ .

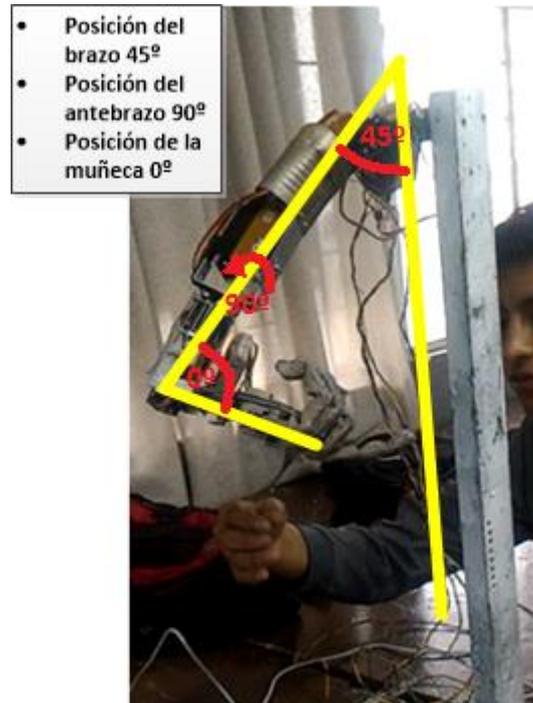


*Figura 107. Brazo flexionado*

Fuente. Autoría

Se realizó con éxito la prueba de funcionamiento trazando un ángulo de 90 grados con el antebrazo, produciendo una ligera vibración debido a los materiales de construcción del brazo que desarrollaron en la Unidad Educativa 17 de julio.

En la *Figura 108* se puede apreciar al brazo con sus partes en distintas posiciones.



*Figura 108. Ángulos del brazo*

Fuente. Autoría

En esta parte se está probando una mayor cantidad de partes del brazo con distintos ángulos para observar su comportamiento y se nota que persiste la vibración debido a los materiales de construcción que se están empezando a romper.

## CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO

En este capítulo se realiza el análisis económico tanto de hardware como software usados con respecto al proyecto del Brazo robótico orientado a las CTIM para la enseñanza de estudiantes de nivel medio y de los elementos electrónicos utilizados en este mismo proyecto, con la finalidad de tener una referencia económica de lo necesario para futuras replicas.

El análisis de costo-beneficio es una técnica que determinar la conveniencia de proyecto mediante la enumeración, los costos y beneficios derivados directa e indirectamente del proyecto. Los presupuestos muestran cuánto costó la realización del proyecto, estos usualmente detallan los gastos necesarios para producir un prototipo.

### 5.1. PRESUPUESTO DEL HARDWARE EMPLEADO

Para la implementación del prototipo electrónico en la siguiente Tabla 30, se observa los costos de los materiales utilizados y el costo de los materiales adicionales que se usaron, además de los costos de la impresión en 3D de cada parte individualmente.

*Tabla 30. Presupuesto del Prototipo*

MATERIAL	PRECIO UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
ARDUINO UNO	\$ 50	1	\$ 50
SERVO HV2060MG	\$ 40	3	\$ 120
SERVOS MG995	\$ 15	2	\$ 30
MICRO SERVOS SG90	\$ 10	6	\$ 60
MANO IMPRESA EN 3d	\$ 100	1	\$ 100
BRAZO IMPRESO EN 3D	\$ 100	1	\$ 100
SOPORTES PARA SERVOS	\$ 10	4	\$ 40
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 525</b>

Fuente: Autoría

Como se muestra en la Tabla 30, el costo de los materiales empleados para la realización del proyecto, incluyendo la mano de obra, su valor se estima en 525.00 dólares americanos.

A continuación se detallan los costos generales de los materiales que han sido empleados, como se observa en la *Tabla 31*.

*Tabla 31. Materiales ocupados*

<b>CANTIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>1</b>	Rollo de cuerda de pescar 0.35 mm de 15Kg	\$ 5.00	\$ 5.00
<b>1</b>	Elástico redondo 2mm	\$ 1.00	\$ 1.00
<b>20</b>	Tornillos de ¼"	\$ 0.10	\$ 2.00
<b>10</b>	Tornillos de 2"	\$ 0.10	\$ 1.00
<b>3</b>	Cables AWG 22	\$ 1.00	\$ 3.00
	<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>\$ 11.00</b>

Fuente: Autoría

Cabe aclarar que el costo de adquisición de los servomotores se tomó encuentra el valor que se estima en Ecuador debido a que estos se mandaron a pedir de páginas de compras en China resultando así a menos de la mitad por cada servo.

## **5.2. PRESUPUESTO DEL SOFTWARE EMPLEADO**

En el análisis del presupuesto de software se tiene como resultado 0.00 dólares debido a el Entorno de Desarrollo Integrado de Arduino que se utilizó son bajo

Arquitectura Open Source por lo tanto tiene distribución libre y es gratuito, pero esto no impide que se detallan tal como se muestra en la *Tabla 32*.

*Tabla 32. Presupuesto de Software*

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>1</b>	IDE de Arduino	\$ 0.00
<b>1</b>	Librerías	\$ 0.00
<b>1</b>	Bender	\$ 0.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 0.00</b>

Fuente: Autoría

### **5.3. 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.

#### **5.4. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO**

“La característica que distingue al análisis de costo beneficio es el intento de llevar al máximo posible la cuantificación los beneficios y costos en términos monetarios. Sin embargo, el análisis muy pocas veces logra ese ideal de medir todos los beneficios y costos en términos monetarios....” (Martínez, 2014)

Este análisis detalla los elementos utilizados en el diseño e implementación del sistema electrónico tanto lo tangible como lo intangible, tomando en cuenta que los costos deben ser reales y que se puedan medir económicamente. Los beneficios son determinados de manera grupal debido a que el proyecto está enfocado a estudiantes de nivel medio, teniendo en cuenta que el modelo en 3D será como modelo para los estudiantes para que ellos elaboren su propio diseño que les permite beneficiarse en el desarrollo de sus capacidades y una forma diferente en la que ellos aprenden supliendo la falta de herramientas didácticas en su entorno educativo. Aprovechando el software libre que se utiliza teniendo de esta manera un mayor alcance para los estudiantes y docentes para que pueda ser aplicado dentro de las aulas.

En la *Tabla 33*, se detalla los costos que implicó poner a punto este proyecto.

*Tabla 33. Costos totales del proyecto*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
<b>Prototipo Electrónico</b>	\$ 525.00
<b>Costo de Materiales</b>	\$ 11.00
<b>Costo del Software</b>	\$ -
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 536.0</b>

Fuente: Autoría

El beneficio que se obtiene una vez se implemente en una institución educativa, es el de empezar a adquirir educación de manera diferente, ya no basado en lo tradicional que el profesor enseña y los alumnos reciben esa información y todo esto en un pizarrón o una computadora, de esta manera orientando así a una enseñanza más didáctica orientando con este prototipo a los estudiantes a carreras con formación técnica o de ingeniería que es hacia donde se enfoca este proyecto.

En el Plan Nacional del Buen vivir Objetivo 11.4 expone que se debe desarrollar y fomentar la formación, la investigación científica y la innovación tecnológica (Plan Nacional del Buen Vivir, 2013). Por lo que este proyecto contribuye a las investigaciones de nuevas tecnologías en el Ecuador, en la actualidad en el país no existe ningún proyecto que presenta la tecnología como una forma lúdica en la que el aprendizaje se realiza a través de retos, pero de forma dirigida por docentes capacitados. También se está generando un servicio técnico que se lo puede implementar en cualquier lugar, ya sea una institución pública o privada o en una casa.

La metodología de este proyecto busca contribuir con el PNBV que busca reducir la brecha tecnológica desarrollando un sistema electrónico con base a software y hardware libre logrando así generar formas de enseñanza diferentes y realizar proyectos con base en ciencia y tecnológica al servicio de la comunidad enfocándose en los futuros profesionales del país.

En el Ecuador a través de las autoridades de Educación ha invertido en suministros, útiles escolares, alimentación, equipos de computación, laboratorios y demás cosas que se requiere en las escuelas todo con el fin de mejorar la educación en nuestro país, este proyecto aportará a los alumnos a desarrollar sus capacidades a la vez que aumenta su aprendizaje, debido a que el proyecto ha sido enfocado a ellos para.

## CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez finalizado e implementado el presente proyecto de titulación denominado brazo robótico orientado a las CTIM, aplicado a estudiantes de instituciones educativas de nivel; se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### 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.

## 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.
  
- ✓ Este proyecto abre estudios a proyectos futuros como recomendaciones personales es hacer de esto un prototipo de un brazo bonico mediante un sensor de señal muscular o también puede tener una aplicación como un entrenador para la enseñanza de señas.

## Referencias

- ALVARADO, W. (2014). Obtenido de Materiales Plásticos:  
<https://padlet.com/akiostranded/pw4bpzy8lo9r>
- 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>
- Arduino, O. (21 de Abril de 2015). *Arduino Oficial*. Obtenido de <http://www.arduino.cc/>
- Argentina, U. (09 de octubre de 2017). Los 4 métodos de enseñanza más efectivos, según experto. *Universia Argentina*, pág. 1.
- 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](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/05/130422_salud_bebe_tecnologia_desarrollo_gtg)
- CASTRO, M. A. (17 de 02 de 2015). *dima3D*. Obtenido de PLA. Material, interés y consejos de impresión: <http://www.dima3d.com/pla-material-interes-y-consejos-de-impresion-3/>
- Cevallos, O. (Septiembre de 2013). *repositorio pucese*. Obtenido de [repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/.../Oscar%20Cevallos.pdf](http://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/.../Oscar%20Cevallos.pdf)
- Cultura, M. d. (2016). *Investigacionen Ciencia y Tecnologia* . Obtenido de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/Asignatura-Optativa-Investigacion-en-Ciencia-y-Tecnologia.pdf>
- Domínguez, F. R. (2015). *Motores y servos para la construccion de un robot*. Obtenido de <http://serverpruebas.com.ar/news35/nota03.htm>
- Educación, M. d. (2011). *Educación Tecnológica - Robótica*. Buenos Aires: InTec.
- Educacion, M. d. (2015). *Ministerio de Educacion*. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/llega-a-ecuador-scratch-day-capacitacion-tecnologica-para-ninos/>
- Educastur. (28 de 5 de 2009). *Los Materiales Metálicos*. Obtenido de Artículos de Metales no férricos: <http://blog.educastur.es/materialesmetalicos/category/metales-no-ferricos/>
- ESPINOSA, J. B. (2018). ¿Qué es STEM? *STEMeducol*, 2.
- Ferri-Benedetti, F. (2014). El IDE para C++ configurable a tu medida. <https://code-blocks.softonic.com/>.
- Gibbard, J. (2013). *Open Hand Project*. Obtenido de <http://www.openhandproject.org/dextrus.php>
- González, A. E. (1992). *MODELOS DE ENSEÑANZA EN LA EDUCACION BASICA*. Madrid: Edita e Imprime la Editorial de la Universidad.
- González, K. &. (2016). *La Robótica en la Educación. Panamá:.*

- González, S. M. (03 de Diciembre de 2010). Estudio sobre la utilidad de la robótica. *Red de Revistas Científicas de America Latina, el Caribe, España y Portugal*, 32.
- González, V. R. (2002). *Servomotores*. Obtenido de [http://platea.pntic.mec.es/vgonzalez/cyr\\_0204/ctrl\\_rob/robotica/sistema/motores\\_servo.htm](http://platea.pntic.mec.es/vgonzalez/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/sistema/motores_servo.htm)
- Herrador, R. E. (2009). *Guía de Usuario de Arduino*. Creative Commons.
- HERRERA, H. Y. (2012). *ROBÓTICA EDUCATIVA*.
- 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>
- Jáuregui, J. A. (12 de 06 de 2013). *Los Movimientos Básicos del Ser Humano*. Obtenido de <https://g-se.com/es/biomecanica/blog/los-movimientos-basicos-del-ser-humano>
- KELLY, D. C. (24 de Agosto de 2014). *Children and Technology*. Obtenido de Children and Technology: <http://www.cbeebies.com/lat-am/grown-ups/helpful-articles?article=los-ninos-y-la-tecnologia>
- Legua, M. G. (2011). Seminario Internacional "Tecnologías de Información y Comunicaciones aplicadas a la Educación. *La Robótica Educativa*.
- 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>
- Martín, J. V. (2012). Añadir y usar librerías con Arduino. *Explicando tecnología*, <http://explicandotecnologia.blogspot.com/2012/06/anadir-y-usar-librerias-con-arduino.html>.
- Martínez, J. A. (28 de Febrero de 2014). *ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO Ejemplos de análisis sector privado*. Obtenido de ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO Ejemplos de análisis sector privado: [http://gis.jp.pr.gov/Externo\\_Econ/Talleres/PresentationCB\\_JP\\_ETI.pdf](http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentationCB_JP_ETI.pdf)
- Monsalve, N. (24 de Febrero de 2015). *Robótica I*. Obtenido de [http://www.nelsonmonsalveo.com/2015\\_02\\_01\\_archive.html](http://www.nelsonmonsalveo.com/2015_02_01_archive.html)
- newZZniper. (2016). Los Mejores Programas para Modelado en 3D. *newZZniper*, <https://www.newzzniper.com/index.php/2016/02/21/los-mejores-programas-para-modelado-en-3d/>.
- Olachea, O. (15 de 10 de 2014). *6 de las mejores opciones de programas para el modelado en 3D*. Obtenido de <https://www.paredro.com/6-buenas-opciones-de-programas-para-el-modelado-en-3d/>
- Pascual, J. A. (2016). Juguetes STEM, qué son y por qué gustan a los niños. *Computer Hoy.com*, <http://computerhoy.com/noticias/life/juguetes-stem-que-son-que-gustan-ninos-45594>.
- Pittí Patiño, K. &. (25 de Julio de 2012). *Robotica. Redalyc*, 18.
- Ponce, L. (2013). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/lalyponce2/metodologas-aplicables-a-nios-de-preescolar>

- Portugal, Y. Q. (2014). <http://slideplayer.es/slide/3817217/>. Obtenido de <http://slideplayer.es/slide/3817217/>
- Practicaciencia. (2016). *Practicaciencia*. Obtenido de <https://practicaciencia.com/juguetes-y-kits-educativos-para-aprender-electronica/611-brazo-robot-programable-por-usb.html>
- RAFAEL. (2014). Obtenido de Uso y medioambiente: <http://www.puertassanrafael.es/es/guia-ayuda-puertas-sanrafael/conceptos-basicos-puertas-de-madera/conceptos-sobre-la-madera-en-puertas/puertas-uso-y-medioambiente-de-la-madera.html>
- Roberto, C. (2014 de Diciembre de 2014). *LA PROGRAMACIÓN ES UN JUEGO DE NIÑOS*. Obtenido de Innovacion y ciencia: <http://www.bloglenovo.es/la-programacion-es-un-juego-de-ninos-o-eso-intentan-estas-catorce-propuestas/>
- Rosa, P. I. (2013). *PROGRAMACIÓN DE ROBOTS LEGO MINDSTORMS*. Tantoyuca: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.
- SANCHEZ, S. (2015). *3Dnatives*. Obtenido de Descubriendo los plásticos de la impresión 3D: <http://www.3dnatives.com/es/plasticos-impresion-3d-22072015/>
- UNESCO. (2014). *Herramientas para gestion de proyectos con TIC*. Buenos Aies: INTEGRA.
- Urgiles, E., & Colcha, D. (2015). *Diseño e implementación de un sistema de comunicación Omron – Celular para medir la presión arterial*. Obtenido de epoch.edu.ec: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/3794/1/98T00063l.pdf>
- Vinueza, D. (4 de 4 de 2015). Teebot, el robot hecho en Ecuador que vincula las ciencias a los niños desde temprana edad. *Andes*, pág. 1.
- webarduino. (2016). Librerías. *webarduino*, <http://www.webarduino.com/2016/05/>.



# ANEXOS

## ANEXO 01. Tabulación de encuestas al inicio del proyecto

### ENCUESTA

Esta encuesta está dirigida a estudiantes de instituciones educativas de nivel medio con el propósito de recopilar información para la implementación de un prototipo electrónico que permita la enseñanza de fundamentos de lógica de programación en los estudiantes del UNIDAD EDUCATIVA 17 DE JULIO.

RESPONDE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS CON UN “X “

1. ¿Cuáles son tus intereses cuando estas frente a un computador?

- Redes Sociales      8
- Investigación      6
- Tecnología      6
- Labores escolares      4



Gráfico 1. Intereses cuando están frente a un computador

FUENTE: Autoría

#### **Análisis:**

La mayoría de los estudiantes encuestados ocupan el computador principalmente para Redes Sociales es decir el 33%, además tienen interés en la Investigación y Tecnología cada uno con el 24% y se puede apreciar un 17% de estudiantes que ocupan el tiempo para labores escolares.

## 2. ¿Cuáles herramientas didácticas utilizas?

- Libros electrónicos 2
- Internet 9
- Video Tutoriales 9

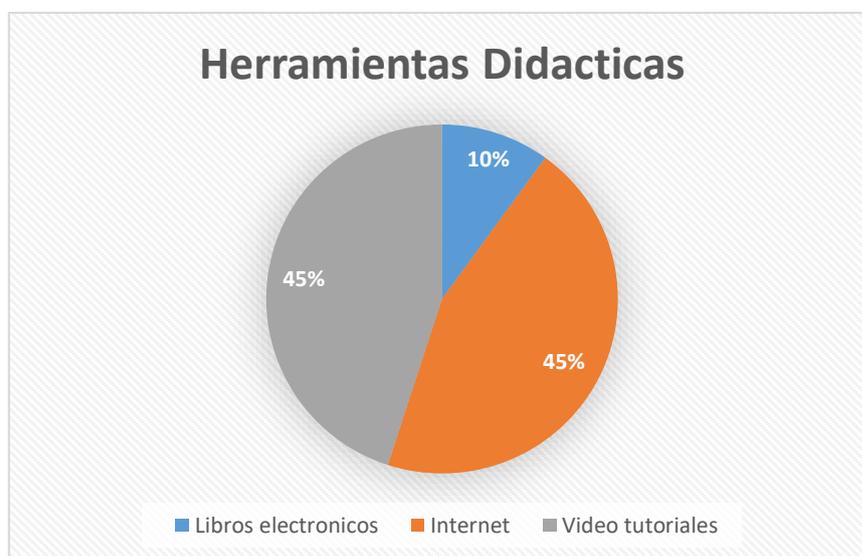


Gráfico 2. Utilización de herramientas didácticas  
*FUENTE: Autoría*

### **Análisis:**

La mayoría de los estudiantes encuestados ocupan el internet como herramienta didáctica con un 45% además de la utilización de Video Tutoriales con un 45% y solo un 10% con Libros Electrónicos.

3. ¿Les gustaría satisfacer alguna necesidad mediante el uso de la programación?

SI \_\_\_\_\_ 11

NO \_\_\_\_\_ 0

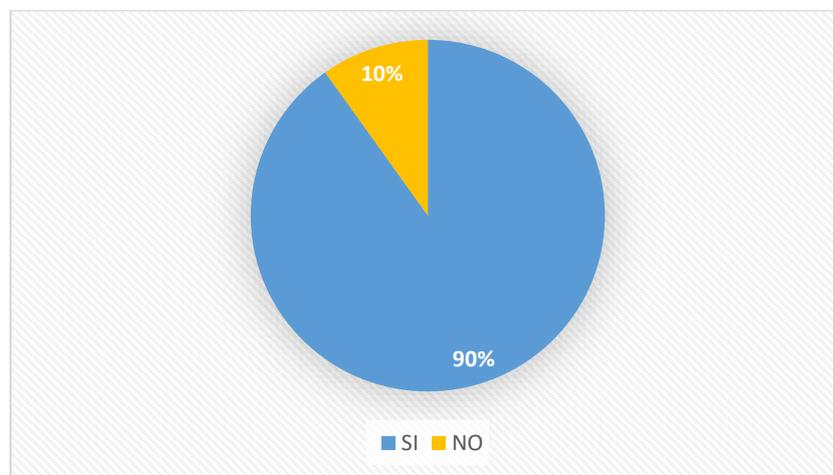


Gráfico 3. Le gustaría satisfacer alguna necesidad mediante el uso de la programación

FUENTE: Autoría

#### **Análisis:**

El total de encuestados, es decir el 100% consideran que le gustaría satisfacer alguna necesidad mediante el uso de la programación para solucionar algún tipo de problema.

4. ¿Están interesados en los avances tecnológicos?

SI \_\_\_\_\_ 11

NO \_\_\_\_\_ 0

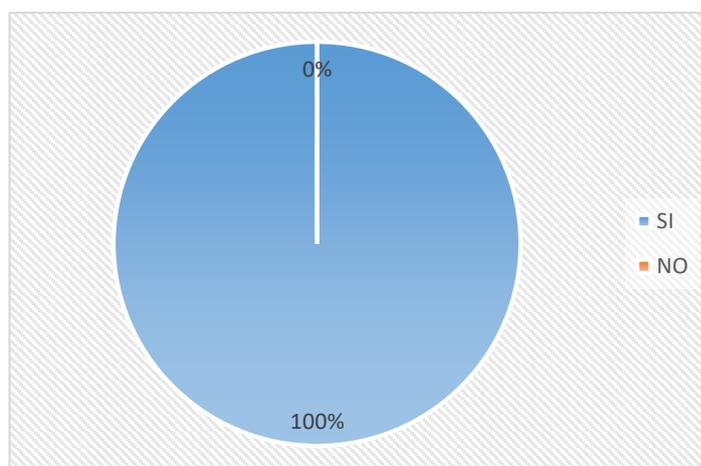


Gráfico 4. Están interesados en los avances tecnológicos

FUENTE: Autoría

**Análisis:**

El total de encuestados, es decir el 100% están interesados en los avances Tecnológicos considerando que a diario salen avances tecnológicos.

5. ¿Les gusta manipular elementos electrónicos?

SI \_\_\_\_\_ 11

NO \_\_\_\_\_ 0

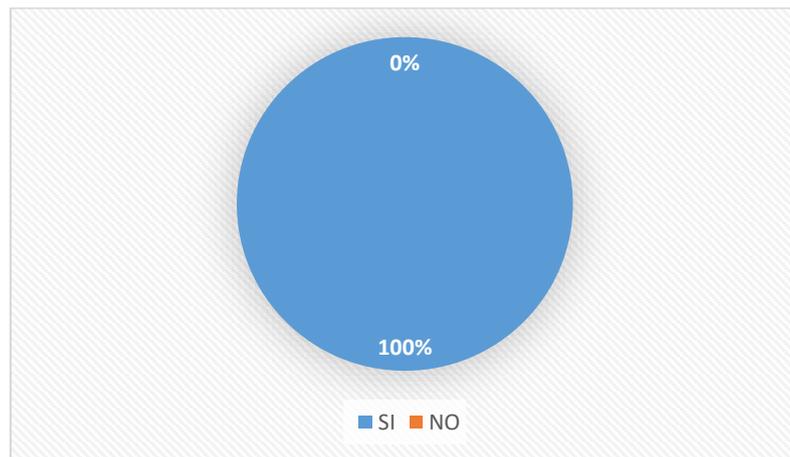


Gráfico 5. Les gusta manipular elementos electrónicos

*FUENTE: Autoría*

**Análisis:**

El total de encuestados, es decir el 100% están interesados en los avances Tecnológicos considerando que a diario salen avances tecnológicos.

6. ¿Pertenece a un club de robótica?

SI \_\_\_\_\_ 3

NO \_\_\_\_\_ 8

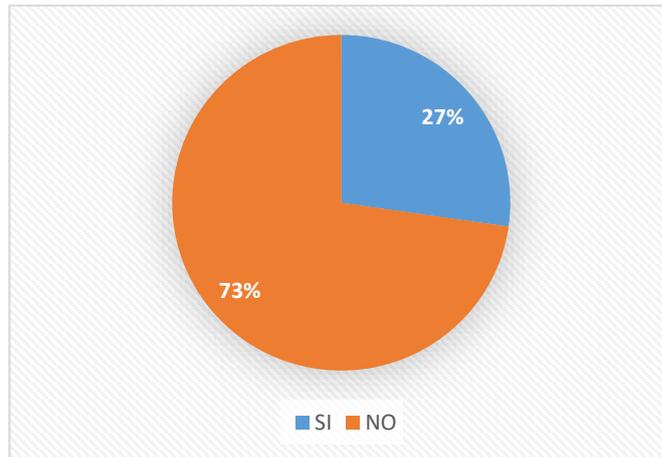


Gráfico 6. Estudiantes que pertenecen a un club de robótica  
FUENTE: Autoría

### Análisis:

La mayoría de los encuestados, es decir el 73% pertenecen a un club de Robótica, mientras el 27% de los estudiantes no pertenecen a ningún club.

7. ¿Con que frecuencia utilizas los laboratorios para realizar prácticas?

- Frecuentemente 5
- Casi siempre 5
- Nunca 1

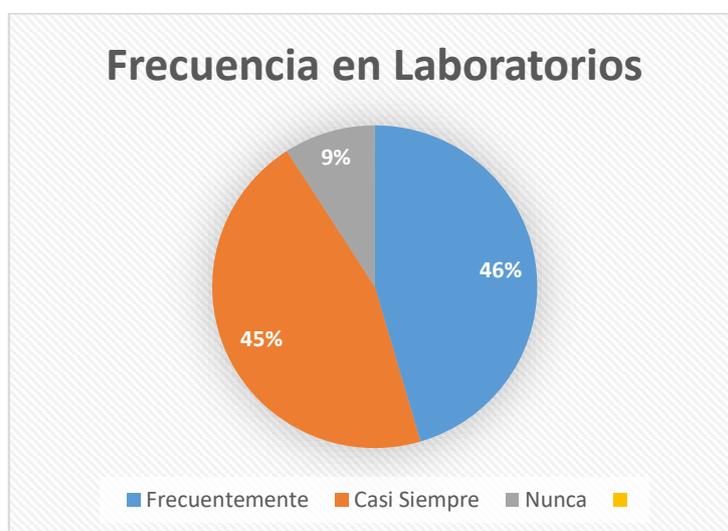


Gráfico 7. Frecuencia con la que se utilizan los Laboratorios.  
FUENTE: Autoría

**Análisis:**

La mayoría de los encuestados, es decir el 46% frecuentemente ocupa el laboratorio, el 45% utiliza casi siempre y el 9% no utiliza el laboratorio para realizar prácticas.

8. ¿Existen herramientas didácticas de software y hardware que ayuden a estimular a los estudiantes?

SI \_\_\_\_\_ 5

NO \_\_\_\_\_ 6

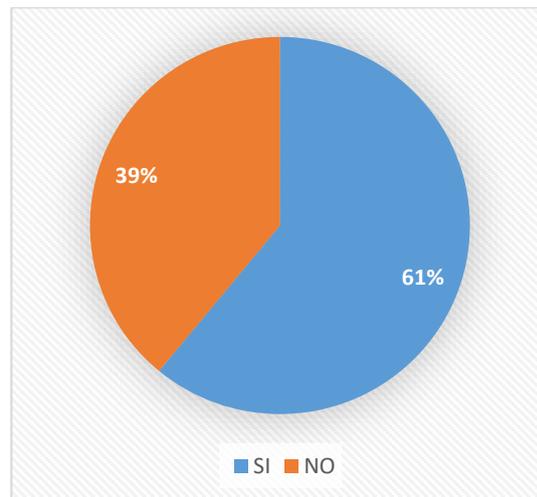


Gráfico 8. Existencia herramientas didácticas de software y hardware

*FUENTE: Autoría*

**Análisis:**

La mayoría de los encuestados, es decir el 61% no conocen herramientas didácticas de Hardware y Software, mientras que el 39% si utiliza dichas herramientas en los laboratorios.

9. ¿Has escuchado hablar de la plataforma Arduino?

SI \_\_\_\_\_ 10

NO \_\_\_\_\_ 1

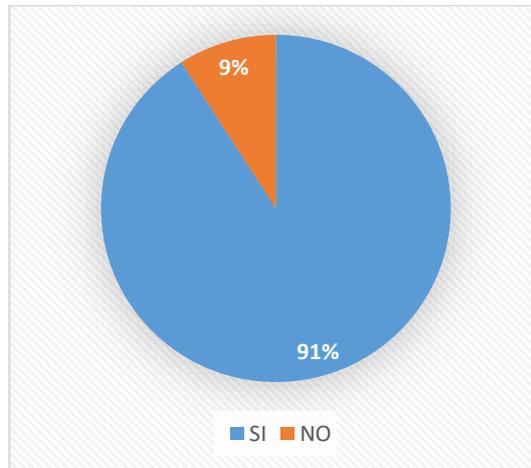


Gráfico 9. Estudiantes que han escuchado hablar de Arduino.

*FUENTE: Autoría*

### **Análisis:**

La mayoría de los encuestados, es decir el 91% han escuchado hablar de la plataforma Arduino, mientras que el 9% desconoce sobre Arduino.

10. ¿Estas interesado a aprender a programar en Arduino y manipular sus librerías?

SI \_\_\_\_\_ 10

NO \_\_\_\_\_ 1

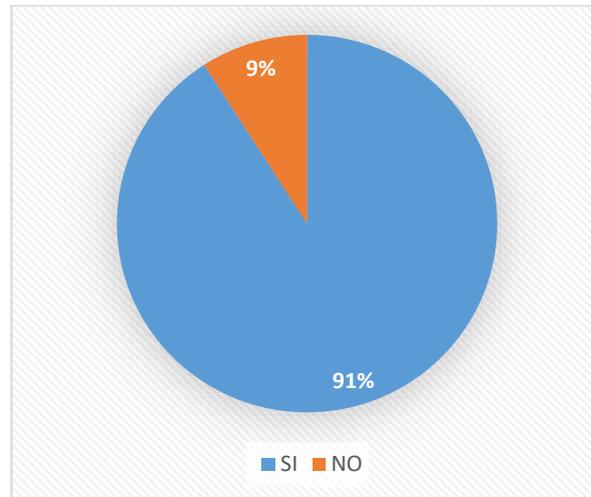


Gráfico 10. Estudiantes interesados en Arduino.

*FUENTE: Autoría*

### **Análisis:**

La mayoría de los encuestados, es decir el 91% están dispuestos en aprender a manipular y a programar en Arduino, mientras que el 9% no tienen intereses en aprender a programar en Arduino.

## ANEXO 02. PLANIFICACIÓN DE UNIDAD DE TRABAJO

 <b>UNIDAD EDUCATIVA “17 DE JULIO”</b> <b>PLANIFICACIÓN DE UNIDAD DE TRABAJO</b>				<b>AÑO LECTIVO:</b> <b>2017 -2018</b>			
<b>DATOS DE REFERENCIA</b>							
<b>FIGURA PROFESIONAL</b>		INSTALACIONES, EQUIPOS Y MAQUINAS ELECTRICAS					
<b>NOMBRE DEL PROFESOR:</b>		Docente a cargo	<b>CURSO:</b> Tercero	<b>Paralelo:</b> BGI			
<b>TÍTULO DEL MÓDULO FORMATIVO:</b>		BRAZO ROBÓTICO					
<b>OBJETIVO DEL MÓDULO FORMATIVO:</b>		Analizar, conectar, controlar y realizar pequeños programas en Arduino para el control del brazo robótico.					
<b>UNIDAD DE TRABAJO:</b>		Control, manipulación y bases de programación en Arduino para el brazo robótico.	<b>N° de horas Pedagógicas:</b>	16			
<b>OBJETIVO DE LA UNIDAD DE TRABAJO:</b>		Controlar el brazo robótico.					
<b>DESARROLLO DE LA UNIDAD DE TRABAJO</b>							
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE				SECUENCIA DE LA ACTIVIDAD	RECURSOS	EVALUACIÓN	
N°	NOMBRE	OBJETIVO	TIEMPO			CRITERIOS	TÉCNICA E INSTRUMENTO
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brazos robóticos.</li> <li>- Elementos y partes.</li> <li>- Introducción a Arduino.</li> <li>- Utilización de librerías.</li> <li>- Manipulación de elementos.</li> <li>- Programación del brazo robótico.</li> <li>- Programación con secuencias.</li> </ul>	<p>Analizar los fundamentos de los brazos robóticos.</p> <p>Utilizar el Arduino y sus librerías de Dedo y Brazo.</p> <p>Conectar las partes del brazo y estructura de programación.</p> <p>Programar y resolución de retos.</p>	<p>4h</p> <p>4h</p> <p>4h</p> <p>4h</p>	<p>Presentación del tema.</p> <p>Realización de lluvia de ideas.</p> <p>Observación ilustraciones y de un video.</p> <p>Demostración de la aplicación, tipos y funciones</p> <p>Análisis de la estructura de un sistema automático.</p> <p>Fundamentos teóricos de los elementos del sistema</p> <p>Identificación de servos y puertos del Arduino</p> <p>Importación de librerías al IDE de Arduino</p> <p>Estructura de programación.</p> <p>Utilización de librerías.</p> <p>Ejercicios prácticos.</p> <p>Identificación de ángulos de movilidad del brazo</p> <p>Planteamiento y resolución de retos.</p>	<p>Propios del taller</p> <p>Proyector</p> <p>Laptop</p> <p>Ilustraciones</p> <p>Video</p> <p>Brazo robótico</p> <p>Elementos electrónicos</p>	<p>Enunciar una definición propia de brazos robóticos</p> <p>Elaboración de diagramas.</p> <p>Explicar las partes y elementos del brazo</p> <p>Describir las áreas de aplicación y utilización.</p>	<p>Prueba escrita</p> <p>Interpretación de ilustraciones y de videos</p> <p>Formato de informe de observación</p> <p>Lista de cotejo</p>
<b>3. ADAPTACIONES CURRICULARES</b>							
<b>ESPECIFICACIÓN DE LA NECESIDAD EDUCATIVA ATENDIDA</b>							

Enunciar la Necesidad Educativa que presenta el estudiante, puede ser asociada o no a la discapacidad. Indicar las iniciales del o los estudiantes.							
ESPECIFICACIÓN DE LA ADAPTACIÓN APLICADA							
N°	NOMBRE	OBJETIVO	TIEMPO	SECUENCIA DE LA ACTIVIDAD	RECURSOS	EVALUACIÓN	
						CRITERIOS	TÉCNICA E INSTRUMENTO
4. BIBLIOGRAFÍA/ WEBGRAFÍA (Utilizar normas APA VI edición)							
1. Benítez J. (2018). BRAZO ROBÓTICO EDUCATIVO ORIENTADO EN CTIM (CIENCIAS, TECNOLOGÍAS, INGENIERÍAS Y MATEMÁTICAS) PARA ESTUDIANTES DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL MEDIO							
ELABORADO POR			REVISADO POR			APROBADO POR	
DOCENTE:			DIRECTOR DE ÁREA: MSc. Jorge Flores			VICERRECTOR:	
Firma:			Firma:			Firma:	
Fecha: 28/02/2018			Fecha: 28/02/2018			Fecha: 28/02/2018	

## ANEXO 03. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

 <b>UNIDAD EDUCATIVA "17 DE JULIO"</b> <b>PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE</b> 									
AÑO LECTIVO	2017 – 2018	PARCIAL		QUIMESTRE	PRIMERO		SEGUNDO		
BACHILLERATO TÉCNICO INDUSTRIAL									
CURSO	Tercero			ESPECIALIZACIÓN	BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO				
ASIGNATURA / MÓDULO	Optativa: Ciencia y Tecnología.					ÁREA	TÉCNICA		
UNIDAD DE TRABAJO:	1	TOTAL PERÍODOS /UNIDAD DE TRABAJO			16	ACTIVIDADES PROPUESTAS		8	
NOMBRE DE LA UNIDAD	BRAZO ROBÓTICO								
NOMBRE DE ACTIVIDAD	Diagnóstico								
UBICACIÓN	LABORATORIO / TALLER	TIEMPO ESTIMADO	2	REALIZACIÓN	Individual	ACTIVIDAD	1/8		
OBJETIVO DE LA UNIDAD: Analizar los fundamentos de los brazos robóticos.									
SECUENCIA/DESARROLLO DE ACTIVIDADES									
FASE	ACTIVIDADES	ACTORES		RECURSOS	TIEMPO				
		ESTUDIANTE	MEDIADOR	Medios Didácticos, tecnológicos y documentos de apoyo	En minutos				
<b>E</b>	Dar la bienvenida a todos los estudiantes	X	X	Pizarra digital	20				
<b>R</b>	Presentación del tema	X	X	Pizarra digital	20				
<b>C</b>	Realización de lluvia de ideas.	X	X	Pizarra digital	20				
<b>A</b>	Inquietudes por partes de los estudiantes	X	X	Pizarra digital	20				
<b>SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD POR PARTE DEL PROFESOR</b>	1. Expresa la bienvenida y la presentación de cada estudiante								
	2. Realiza la exposición con diapositivas para ser aplicado en el proceso de enseñanza y aprendizaje								
	3. Conceptualiza una definición de brazo robótico mediante la lluvia								
	4. Preguntas a los estudiantes								
	5. Respuestas de interrogantes por parte de los estudiantes								
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	1. Participación activa de los estudiantes								
	2. Respuestas de preguntas de los estudiantes								
	3. Criterio para preguntar por parte de los estudiantes								
	4. Expone sus ideas								
VICERRECTOR (E)				FIRMA:					
DIRECTOR DE ÁREA				FIRMA:					
PROFESOR				FIRMA:					
FECHA DE PRESENTACIÓN:						RECIBIDO:			

 <b>UNIDAD EDUCATIVA "17 DE JULIO"</b> <b>PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE</b> 									
<b>AÑO LECTIVO</b>	2017 – 2018	<b>PARCIAL</b>		<b>QUIMESTRE</b>	<b>PRIMERO</b>		<b>SEGUNDO</b>		
<b>BACHILLERATO TÉCNICO INDUSTRIAL</b>									
<b>CURSO</b>	Tercero			<b>ESPECIALIZACIÓN</b>	BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO				
<b>ASIGNATURA / MÓDULO</b>	Optativa: Ciencia y Tecnología.					<b>ÁREA</b>	<b>TÉCNICA</b>		
<b>UNIDAD DE TRABAJO:</b>	1	<b>TOTAL PERÍODOS / UNIDAD DE TRABAJO</b>			16	<b>ACTIVIDADES PROPUESTAS</b>		8	
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD</b>	BRAZO ROBÓTICO								
<b>NOMBRE DE ACTIVIDAD</b>	Clarificación de conocimientos								
<b>UBICACIÓN</b>	LABORATORIO / TALLER	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	2	<b>REALIZACIÓN</b>	Individual	<b>ACTIVIDAD</b>	2/8		
<b>OBJETIVO DE LA UNIDAD:</b> Analizar los fundamentos de los brazos robóticos.									
<b>SECUENCIA/DESARROLLO DE ACTIVIDADES</b>									
FASE	ACTIVIDADES	ACTORES		RECURSOS	TIEMPO				
		ESTUDIANTE	MEDIADOR	Medios Didácticos, tecnológicos y documentos de apoyo	En minutos				
<b>E</b>	Observación de ilustraciones	X	X	Pizarra digital, Imágenes	20				
<b>R</b>	Observación de videos	X	X	Pizarra digital, video	30				
<b>C</b>	Demostración de la aplicación	X	X	Brazo robótico	20				
<b>A</b>	Inquietudes por partes de los estudiantes	X	X	Pizarra digital	10				
<b>SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD POR PARTE DEL PROFESOR</b>	1. Expresa la bienvenida y hace un recuento de la clase anterior y sobre la prueba								
	2. Conceptualiza una definición de brazos robóticos mediante la observación de ilustraciones y videos								
	3. Realiza una prueba de funcionamiento								
	4. Preguntas a los estudiantes								
	5. Respuestas de interrogantes por parte de los estudiantes								
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	1. Participación activa de los estudiantes								
	2. Respuestas a preguntas propuestas								
	3. Expresa ideas de lo que piensa de un brazo robótico								
	4. Demuestra capacidad para preguntar								
	5. Expone sus ideas								
<b>VICERRECTOR (E)</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>DIRECTOR DE ÁREA</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>PROFESOR</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN:</b>						<b>RECIBIDO:</b>			

 <b>UNIDAD EDUCATIVA "17 DE JULIO"</b> <b>PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE</b> 										
<b>AÑO LECTIVO</b>	2017 – 2018	<b>PARCIAL</b>		<b>QUIMESTRE</b>	<b>PRIMERO</b>		<b>SEGUNDO</b>			
BACHILLERATO TÉCNICO INDUSTRIAL										
<b>CURSO</b>	Tercero			<b>ESPECIALIZACIÓN</b>	BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO					
<b>ASIGNATURA / MÓDULO</b>	Optativa: Ciencia y Tecnología.					<b>ÁREA</b>	TÉCNICA			
<b>UNIDAD DE TRABAJO:</b>	1	<b>TOTAL PERÍODOS / UNIDAD DE TRABAJO</b>			16	<b>ACTIVIDADES PROPUESTAS</b>		8		
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD</b>	BRAZO ROBÓTICO									
<b>NOMBRE DE ACTIVIDAD</b>	Identificar partes del brazo y fundamentos									
<b>UBICACIÓN</b>	LABORATORIO / TALLER	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	4	<b>REALIZACIÓN</b>	Individual	<b>ACTIVIDAD</b>	3/8			
<b>OBJETIVO DE LA UNIDAD:</b> Analizar los fundamentos de los brazos robóticos.										
SECUENCIA/DESARROLLO DE ACTIVIDADES										
FASE	ACTIVIDADES	ACTORES		RECURSOS	TIEMPO					
		ESTUDIANTE	MEDIADOR	Medios Didácticos, tecnológicos y documentos de apoyo	En minutos					
<b>E</b>	Análisis de la estructura de los movimientos.	X	X	Pizarra, imágenes de elementos del brazo	20					
<b>R</b>	Realizar preguntas sobre la movilidad de los brazos.	X	x	Pizarra, imágenes	20					
<b>C</b>	Fundamentos teóricos de los elementos del sistema	X	X	Pizarra, imágenes de elementos del brazo	30					
<b>A</b>	Realizar esquemas aplicando la simbología de elementos observados.	X	X	Símbolos eléctricos de automatismos	10					
<b>SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD POR PARTE DEL PROFESOR</b>	1. Presenta imágenes en el pizarrón de elementos de un automatismo									
	2. Realiza preguntas generadoras y conforma grupos de trabajo									
	3. Motiva mediante una dinámica para la conceptualización de elementos de un automatismo									
	4. Presenta símbolos de elementos de un automatismo básico									
	5. Revisa los esquemas realizados y su bitácora respectiva.									
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	1. Participación activa de los estudiantes									
	2. Respuesta a preguntas presentadas									
	3. Expresa conceptos de los elementos de entrada y salida de un automatismo.									
	4. Grafica símbolos de los elementos de un automatismo									
	5. Cumplimiento de la tarea encomendada									
<b>VICERRECTOR (E)</b>					<b>FIRMA:</b>					
<b>DIRECTOR DE ÁREA</b>					<b>FIRMA:</b>					
<b>PROFESOR</b>					<b>FIRMA:</b>					
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN:</b>						<b>RECIBIDO:</b>				

 <b>UNIDAD EDUCATIVA "17 DE JULIO"</b> <b>PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE</b> 									
<b>AÑO LECTIVO</b>	2017 – 2018	<b>PARCIAL</b>		<b>QUIMESTRE</b>	<b>PRIMERO</b>		<b>SEGUNDO</b>		
BACHILLERATO TÉCNICO INDUSTRIAL									
<b>CURSO</b>	Tercero			<b>ESPECIALIZACIÓN</b>	BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO				
<b>ASIGNATURA / MÓDULO</b>	Optativa: Ciencia y Tecnología.					<b>ÁREA</b>	TÉCNICA		
<b>UNIDAD DE TRABAJO:</b>	1	<b>TOTAL PERÍODOS / UNIDAD DE TRABAJO</b>			16	<b>ACTIVIDADES PROPUESTAS</b>		8	
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD</b>	BRAZO ROBÓTICO								
<b>NOMBRE DE ACTIVIDAD</b>	Identificación de servos y puertos del Arduino								
<b>UBICACIÓN</b>	LABORATORIO / TALLER	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	4	<b>REALIZACIÓN</b>	Grupal	<b>ACTIVIDAD</b>	4/8		
<b>OBJETIVO DE LA UNIDAD:</b> Analizar los fundamentos de los brazos robóticos.									
SECUENCIA/DESARROLLO DE ACTIVIDADES									
FASE	ACTIVIDADES	ACTORES		RECURSOS	TIEMPO				
		ESTUDIANTE	MEDIADOR	Medios Didácticos, tecnológicos y documentos de apoyo	En minutos				
<b>E</b>	Explorar conocimientos de la clase anterior mediante preguntas	X	X	Pizarra digital	15				
<b>R</b>	Identificación de servos y puertos del Arduino	X	X	Imágenes, video	15				
<b>C</b>	Análisis del uso y la función que cada componente.	X	X	Pizarra digital	20				
<b>A</b>	Exponer los conceptos básicos de los componentes	X	X	Guía de informe	30				
<b>SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD POR PARTE DEL PROFESOR</b>	1. Expresa la bienvenida y hace un recuento de la clase anterior mediante preguntas								
	2. Explicación de temas a tratar en la clase								
	3. Identificar funciones de los elementos y puertos del Arduino								
	4. Conformar grupos de trabajo para manipulación de elementos								
	5. Recibe los informes y dirige la exposición grupal								
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	1. Participación activa de los estudiantes								
	2. Respuestas a preguntas propuestas								
	3. Expresa lo aprendido y lo que piensa de lo observado								
	4. Demuestra capacidad de trabajo individual y en equipo								
	5. Expone sus ideas y elabora un informe para su exposición								
<b>VICERRECTOR (E)</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>DIRECTOR DE ÁREA</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>PROFESOR</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN:</b>						<b>RECIBIDO:</b>			

 <b>UNIDAD EDUCATIVA "17 DE JULIO"</b> <b>PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE</b> 									
<b>AÑO LECTIVO</b>	2017 – 2018	<b>PARCIAL</b>		<b>QUIMESTRE</b>	<b>PRIMERO</b>		<b>SEGUNDO</b>		
BACHILLERATO TÉCNICO INDUSTRIAL									
<b>CURSO</b>	Tercero			<b>ESPECIALIZACIÓN</b>	BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO				
<b>ASIGNATURA / MÓDULO</b>	Optativa: Ciencia y Tecnología.					<b>ÁREA</b>	TÉCNICA		
<b>UNIDAD DE TRABAJO:</b>	1	<b>TOTAL PERÍODOS /UNIDAD DE TRABAJO</b>			16	<b>ACTIVIDADES PROPUESTAS</b>		8	
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD</b>	BRAZO ROBÓTICO								
<b>NOMBRE DE ACTIVIDAD</b>	Estructura de programación.								
<b>UBICACIÓN</b>	LABORATORIO	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	4	<b>REALIZACIÓN</b>	Individual	<b>ACTIVIDAD</b>	5/8		
<b>OBJETIVO DE LA UNIDAD:</b> Analizar los fundamentos de los brazos robóticos.									
SECUENCIA/DESARROLLO DE ACTIVIDADES									
FASE	ACTIVIDADES	ACTORES		RECURSOS	TIEMPO				
		ESTUDIANTE	MEDIADOR	Medios Didácticos, tecnológicos y documentos de apoyo	En minutos				
<b>E</b>	Descarga de librerías	X	X	Pizarra digital, enlace de librerías, computadores.	10				
<b>R</b>	Importación de librerías al IDE de Arduino	X	X	Pizarra digital, librerías, computadores.	10				
<b>C</b>	Estructura de programación.	X	X	Pizarra digital, computadores.	20				
<b>A</b>	Resolución de taller	X	X	Pizarra digital, computadores.	40				
<b>SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD POR PARTE DEL PROFESOR</b>	1. Expresa el saludo de bienvenida								
	2. Descargar as librerías del sitio web recomendado e importar al IDE de Arduino.								
	3. Motiva mediante una dinámica la estructura de programación.								
	4. Modelos de programación para la resolución del taller.								
	5. Recibe los talleres para su posterior demostración práctica.								
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	1. Participación activa de los estudiantes								
	2. Respuestas a preguntas generadoras								
	3. Elabora de la estructura de programación								
	4. Demuestra originalidad en el desarrollo de la actividad								
	5. Cumplimiento del taller encomendado y estructura de programación								
<b>VICERRECTOR (E)</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>DIRECTOR DE ÁREA</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>PROFESOR</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN:</b>						<b>RECIBIDO:</b>			

		<b>UNIDAD EDUCATIVA "17 DE JULIO"</b> <b>PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE</b>							
<b>AÑO LECTIVO</b>	2017 – 2018	<b>PARCIAL</b>		<b>QUIMESTRE</b>	<b>PRIMERO</b>		<b>SEGUNDO</b>		
<b>BACHILLERATO TÉCNICO INDUSTRIAL</b>									
<b>CURSO</b>	Tercero	<b>ESPECIALIZACIÓN</b>	BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO						
<b>ASIGNATURA / MÓDULO</b>	Optativa: Ciencia y Tecnología.					<b>ÁREA</b>	TÉCNICA		
<b>UNIDAD DE TRABAJO:</b>	1	<b>TOTAL PERÍODOS /UNIDAD DE TRABAJO</b>			16	<b>ACTIVIDADES PROPUESTAS</b>		8	
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD</b>	BRAZO ROBÓTICO								
<b>NOMBRE DE ACTIVIDAD</b>	Clase Practica								
<b>UBICACIÓN</b>	TALLER/LABORATORIO	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	4	<b>REALIZACIÓN</b>	Grupal	<b>ACTIVIDAD</b>	6/8		
<b>OBJETIVO DE LA UNIDAD:</b> Analizar los fundamentos de los brazos robóticos.									
<b>SECUENCIA/DESARROLLO DE ACTIVIDADES</b>									
FASE	ACTIVIDADES	ACTORES		RECURSOS	TIEMPO				
		ESTUDIANTE	MEDIADOR	Medios Didácticos, tecnológicos y documentos de apoyo	En minutos				
<b>E</b>	Explorar conocimientos de la clase anterior mediante preguntas	X	X	Pizarra digital	10				
<b>R</b>	Identificación de ángulos de movilidad del brazo	X	X	Pizarra digital , Esquemas	20				
<b>C</b>	Clase práctica de programación	X	X	Pizarra digital, brazo robótico	40				
<b>A</b>	Resolver las dudas de os estudiantes	X	X	Pizarra digital , Esquemas	10				
<b>SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD POR PARTE DEL PROFESOR</b>	1. Expresa la bienvenida y hace un recuento de la clase anterior mediante preguntas								
	2. Revisa diferentes esquemas mediante el brazo								
	3. Presentación del ejercicio de la clase practica								
	4. Resolución del ejercicio con ayuda delos estudiantes y prueba e el brazo robótico.								
	5. Supervisa la instalación de la prueba de funcionamiento								
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	1. Participación activa de los estudiantes								
	2. Revisión de estructura de programación								
	3. Análisis de posibles soluciones								
	4. Demuestra posibles soluciones								
	5. Observa medidas de seguridad en la conexión								
<b>VICERRECTOR (E)</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>DIRECTOR DE ÁREA</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>PROFESOR</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN:</b>						<b>RECIBIDO:</b>			

 <b>UNIDAD EDUCATIVA "17 DE JULIO"</b> <b>PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE</b> 									
<b>AÑO LECTIVO</b>	2017 – 2018	<b>PARCIAL</b>		<b>QUIMESTRE</b>	<b>PRIMERO</b>		<b>SEGUNDO</b>		
<b>BACHILLERATO TÉCNICO INDUSTRIAL</b>									
<b>CURSO</b>	Tercero			<b>ESPECIALIZACIÓN</b>	BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO				
<b>ASIGNATURA / MÓDULO</b>	Optativa: Ciencia y Tecnología.					<b>ÁREA</b>	TÉCNICA		
<b>UNIDAD DE TRABAJO:</b>	1	<b>TOTAL PERÍODOS /UNIDAD DE TRABAJO</b>			16	<b>ACTIVIDADES PROPUESTAS</b>		8	
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD</b>	BRAZO ROBÓTICO								
<b>NOMBRE DE ACTIVIDAD</b>	Resolución de ejercicios y problemas								
<b>UBICACIÓN</b>	LABORATORIO / TALLER	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	4	<b>REALIZACIÓN</b>	individual	<b>ACTIVIDAD</b>	7/8		
<b>OBJETIVO DE LA UNIDAD:</b> Analizar los fundamentos de los brazos robóticos.									
<b>SECUENCIA/DESARROLLO DE ACTIVIDADES</b>									
FASE	ACTIVIDADES	ACTORES		RECURSOS	TIEMPO				
		ESTUDIANTE	MEDIADOR	Medios Didácticos, tecnológicos y documentos de apoyo	En minutos				
<b>E</b>	Explorar conocimientos de la clase anterior mediante preguntas	X	X	Pizarra	10				
<b>R</b>	Planteamiento de problema	X	x	Pizarra	10				
<b>C</b>	Realización de esquema de ángulos de giro de cada parte del brazo.	X	X	Pizarra digital , Esquemas	10				
<b>A</b>	Resolución del problema por parte de los estudiantes.	X	x	Anotaciones y apuntes	50				
<b>SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD POR PARTE DEL PROFESOR</b>	1. Expresa la bienvenida y hace un recuento de la clase anterior mediante preguntas								
	2. Realiza preguntas acerca del problema								
	3. Motiva mediante una dinámica para la conceptualización del problema								
	4. Revisa los esquemas realizados								
	5. Responde preguntas, dudas e inquietudes.								
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	1. Participación activa de los estudiantes								
	2. Respuesta a preguntas presentadas								
	3. Expresa conceptos del movimiento								
	4. Grafica esquemas de ángulos.								
	5. Estructura de programación								
<b>VICERRECTOR (E)</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>DIRECTOR DE ÁREA</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>PROFESOR</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN:</b>						<b>RECIBIDO:</b>			

 <b>UNIDAD EDUCATIVA "17 DE JULIO"</b> <b>PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE</b> 									
<b>AÑO LECTIVO</b>	2017 – 2018	<b>PARCIAL</b>		<b>QUIMESTRE</b>	<b>PRIMERO</b>		<b>SEGUNDO</b>		
BACHILLERATO TÉCNICO INDUSTRIAL									
<b>CURSO</b>	Tercero			<b>ESPECIALIZACIÓN</b>	BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO				
<b>ASIGNATURA / MÓDULO</b>	Optativa: Ciencia y Tecnología.					<b>ÁREA</b>	TÉCNICA		
<b>UNIDAD DE TRABAJO:</b>	1	<b>TOTAL PERÍODOS /UNIDAD DE TRABAJO</b>			16	<b>ACTIVIDADES PROPUESTAS</b>		8	
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD</b>	BRAZO ROBÓTICO								
<b>NOMBRE DE ACTIVIDAD</b>	Aprendizaje cooperativo								
<b>UBICACIÓN</b>	TALLER / LABORATORIO	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	4	<b>REALIZACIÓN</b>	Grupal	<b>ACTIVIDAD</b>	8/8		
<b>OBJETIVO DE LA UNIDAD:</b> Analizar los fundamentos de los brazos robóticos.									
SECUENCIA/DESARROLLO DE ACTIVIDADES									
FASE	ACTIVIDADES	ACTORES		RECURSOS	TIEMPO				
		ESTUDIANTE	MEDIADOR	Medios Didácticos, tecnológicos y documentos de apoyo	En minutos				
<b>E</b>	Conformación de grupos	x	X	Pizarra digital, esquemas Simulador CAdE SIMU	10				
<b>R</b>	Planteamiento del reto a ejecutar	x	X	Esquema	10				
<b>C</b>	Clarificación de inquietudes	X	X	Pizarra	10				
<b>A</b>	Desarrollo del reto	X	x	Esquemas, Apuntes, anotaciones.	50				
<b>SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD POR PARTE DEL PROFESOR</b>	1. Expresa la bienvenida y hace conformación de grupos								
	2. Realiza del planteamiento del problema								
	3. Presenta esquemas para la identificación de funciones del brazo								
	4. Conformar grupos de trabajo								
	5. Supervisión del aprendizaje cooperativo								
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	1. Participación activa de los estudiantes								
	2. Respuestas a preguntas generadoras								
	3. Expresa inquietudes sobre el reto								
	4. Demuestra capacidad de trabajo en equipo en la realización del reto								
	5. Posibles soluciones y estructura de programación								
<b>VICERRECTOR (E)</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>DIRECTOR DE ÁREA</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>PROFESOR</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN:</b>						<b>RECIBIDO:</b>			

## ANEXO 04. Manual Técnico

### 1. Introducción

En este capítulo vamos a describir los elementos que necesitamos para comenzar. En primer lugar vamos a describir el brazo robótico y los accesorios necesarios para trabajar con él y luego, vamos a ver la forma de interactuar con Arduino. Para introducir a los estudiantes el pensamiento computacional que es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo tecnológico.

### 2. Brazo robótico

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, con una plataforma de programación que permite que se definan las acciones que deben ser realizadas, por lo que su único límite sería el impuesto por su propia estructura física. *Figura 1.*



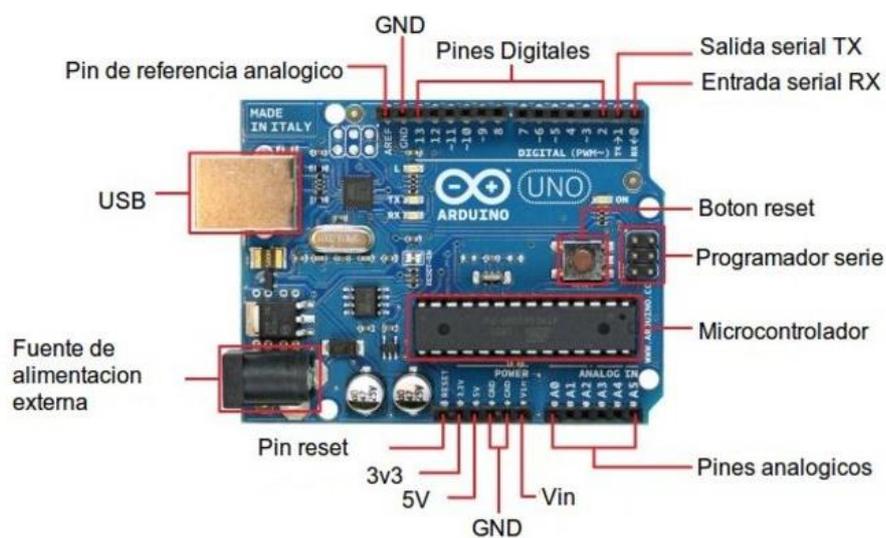
*Figura 109. Brazo robótico. .*

Fuente. [https://ciencia2012usac.files.wordpress.com/2013/03/4955483809\\_aa6ea6a7bc.jpg](https://ciencia2012usac.files.wordpress.com/2013/03/4955483809_aa6ea6a7bc.jpg)

El brazo robótico se mueve gracias a los servomotores, que permiten moverse en diversos ángulos cada miembro del brazo.

### 3. Introducción al entorno de Arduino.

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para estudiantes, profesores, aficionados y diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos. *Figura 2.* Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 6 pueden ser usados como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un oscilador de cuarzo a 16MHz, una conexión USB, un conector para alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reset. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; simplemente conéctalo a un ordenador con un cable USB o enchúfalo con un adaptador AC/DC o batería para comenzar. (Herrador, 2009)

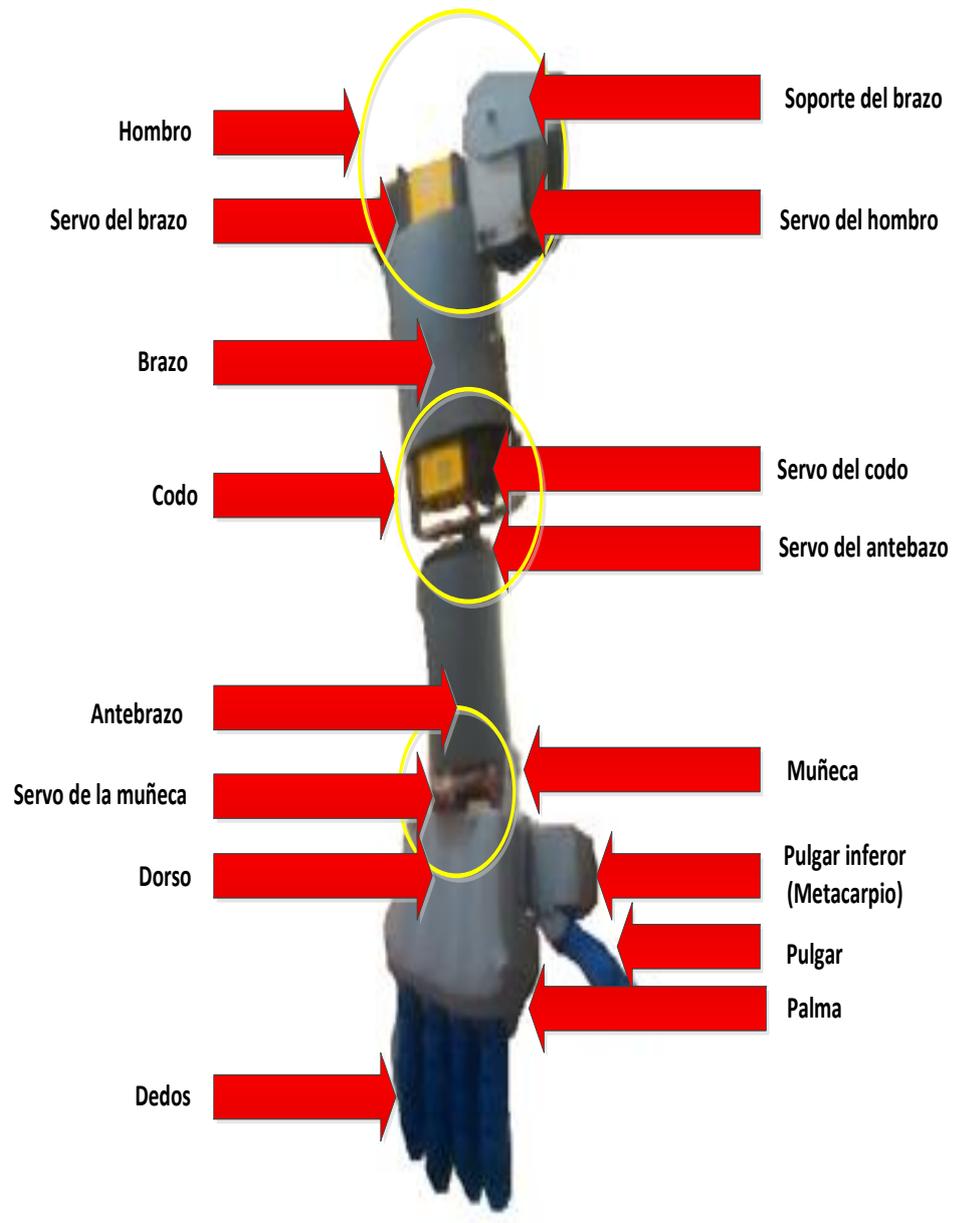


*Figura 110. Arduino. .*

Fuente. <http://hola-geek.com/wp-content/uploads/2016/01/arduino-partes11.jpg>

#### 4. Estructura del brazo robótico

A continuación se ilustrará las partes que conforman el brazo robótico empezando desde el hombro hasta la mano. En la *Figura 3* se describirá cada elemento del brazo.



*Figura 111. Brazo robótico y sus partes.*

Fuente. Autoría

En la siguiente *Tabla 1* se detalla los ángulos de giro correspondientes a cada miembro del brazo.

*Tabla 134.- Parámetros del Brazo.*

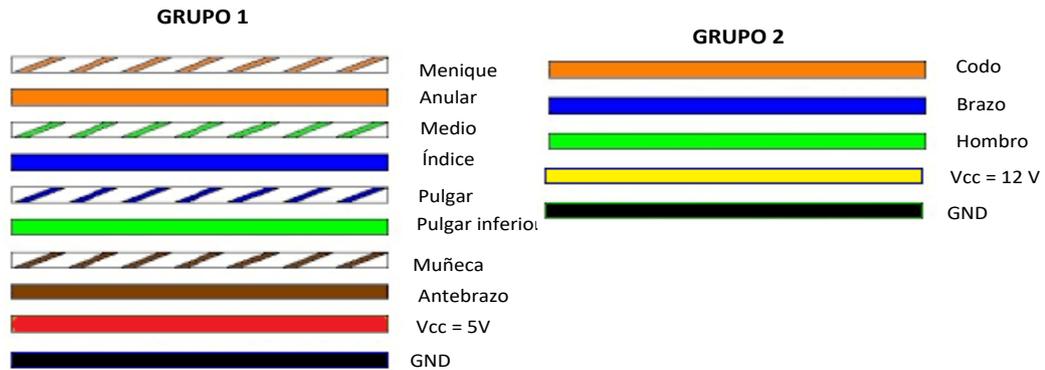
DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO
<b>Hombro</b>	< 170°
<b>Brazo</b>	< 170°
<b>Codo</b>	< 170°
<b>Antebrazo</b>	< 120°
<b>Muñeca</b>	< 180°
<b>Menique</b>	< 180°
<b>Anular</b>	< 180°
<b>Medio</b>	< 180°
<b>Índice</b>	< 180°
<b>Pulgar</b>	< 180°
<b>Pulgar Inferior</b>	<90°

*Fuente: Autoría.*

En la *Tabla 1* se detalla el movimiento en cada servo que puede hacer cada extremidad siendo estas las limitantes que se tiene en el movimiento.

#### **4.1. Conexión del brazo**

El brazo consta de 11 servos y está dividido en dos grupos, los servos que trabajan con 5V y los que trabajan con 12V para lo cual se ha creado el siguiente código de colores como se indica en la *Figura 4*. Para tener una mayor facilidad en la conexión en el Arduino evitando una conexión equivocada.



*Figura 112. Código de colores del Brazo*

*Fuente. Autoría*

El grupo 1 consta de la mano y del antebrazo mientras que el grupo 2 consta del brazo y el hombro, al momento de realizar la conexión se debe tener en cuenta las entradas de las fuentes de alimentación, se debe recordar que debe de existir un puente entre la conexión de las fuentes y el Arduino.

#### 4.2. Sistema de control

El Arduino Uno es una placa simple que contiene todo lo que necesitas para empezar a trabajar con electrónica y programación del microcontrolador. También necesitas un cable USB estándar del tipo que conectarías a una impresora USB. Ver *Figura 5*.



*Figura 113. Arduino Uno y Cable.*

Fuente. <https://rukminim1.flixcart.com/image/704/704/learning-toy/g/u/c>

### 4.3. Diagrama de conexión

Para la conexión de los servos en el Arduino se debe tener en cuenta que esto se puede cambiar especificando el pin ya que esto puede ser variable se ha decidido trabajar así para conectar de una manera más ordenada.

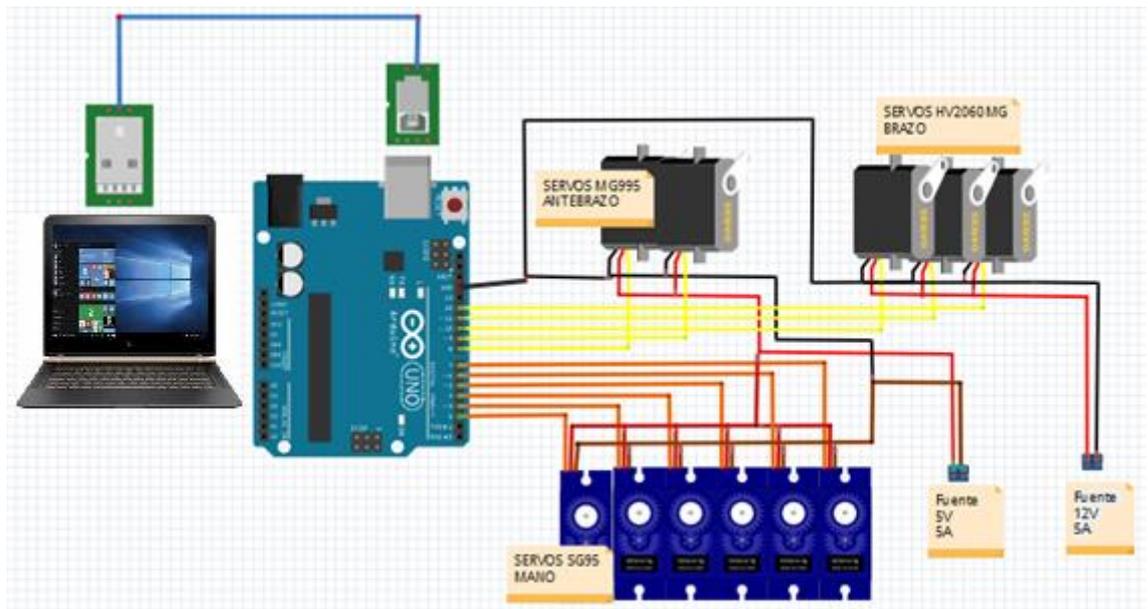


Figura 6. Diagrama de conexión.

Fuente: Autoría

En la *Tabla 2* se muestra el orden de conexión de los pines para evitar algún problema al momento de cargar el programa n el Arduino.

Tabla 2. Distribución de Pines del brazo– Arduino Uno

Pin	Tipo de Servo	Miembro
2	SG90	Meñique
3	SG90	Anular
4	SG90	Medio
5	SG90	Índice
6	SG90	Pulgar

7	SG90	Pulgar Inferior
8	MG995	Muñeca
9	MG995	Antebrazo
10	HV2060MG	Codo
11	HV2060MG	Brazo
12	HV2060MG	Hombro

Fuente: Autoría

## 5. Sistema de procesamiento

Esta parte se explicara como instalar el software Arduino en un ordenador que tiene el Sistemas Operativos Windows.

### 5.1. Conectar la tarjeta Arduino

Se procederá a conectar con un cable USB, la alimentación puede ser provista por el puerto USB o por una fuente externa. Para alimentar la placa por el puerto USB (adecuado para controlar dispositivos de bajo consumo, como un LED). Ver la *Figura 7*.



*Figura 7. Diagrama de conexión.*

Fuente: Autoría

## 5.2. Manual de instalación de arduino

### 1. Descargar el entorno Arduino

Para comenzar a programar la placa Arduino se necesita el entorno Arduino. Para lo cual se debe descargar la última versión desde <http://www.arduino.cc/en/Main/Software>. Ver la figura .Cuando se termine la descarga, descomprimir el archivo descargado. Ver *Figura 8*.

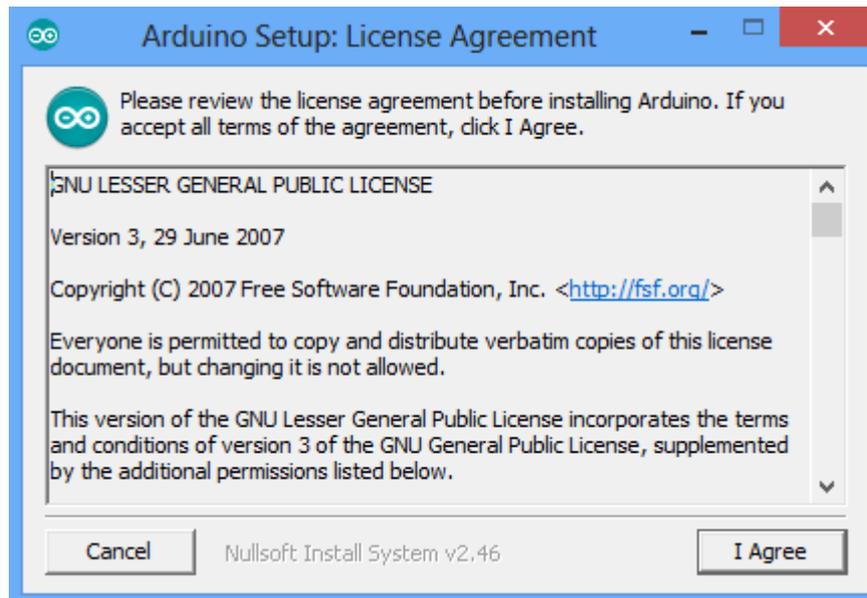


*Figura 8114. Página oficial de Arduino*

Fuente: Autoría

### 2. Ejecutar el instalador

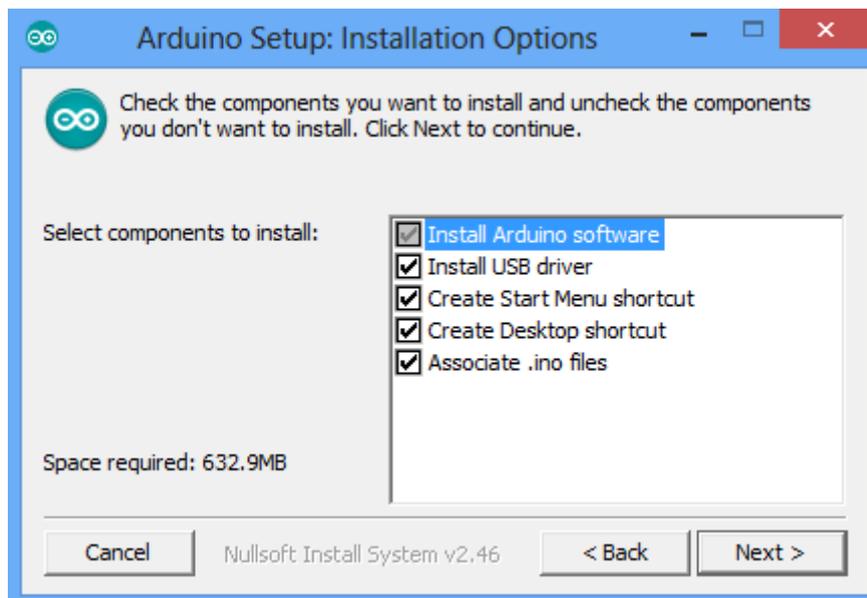
Descomprimir el archivo descargado y a continuación se procede a ejecutar el instalador de Arduino. Durante la instalación aceptamos el acuerdo de licencia. Ver *Figura 9*.



*Figura 9 . Acuerdo de licencia*

Fuente: Autoría

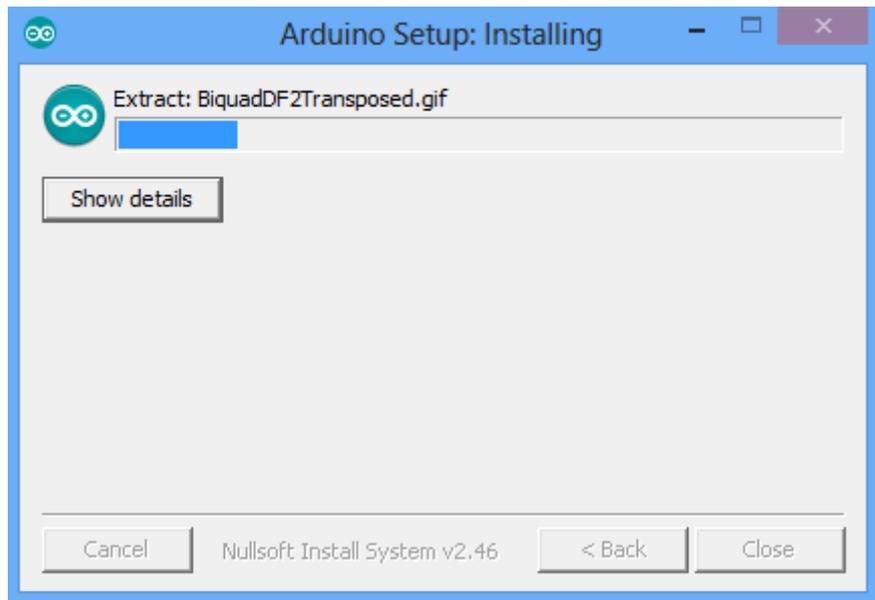
Marcar todas las opciones y elegir directorio de instalación, *Figura 10*, generalmente C:\Program Files (x86)\Arduino\:



*Figura 1150. Opciones de instalación*

Fuente: Autoría

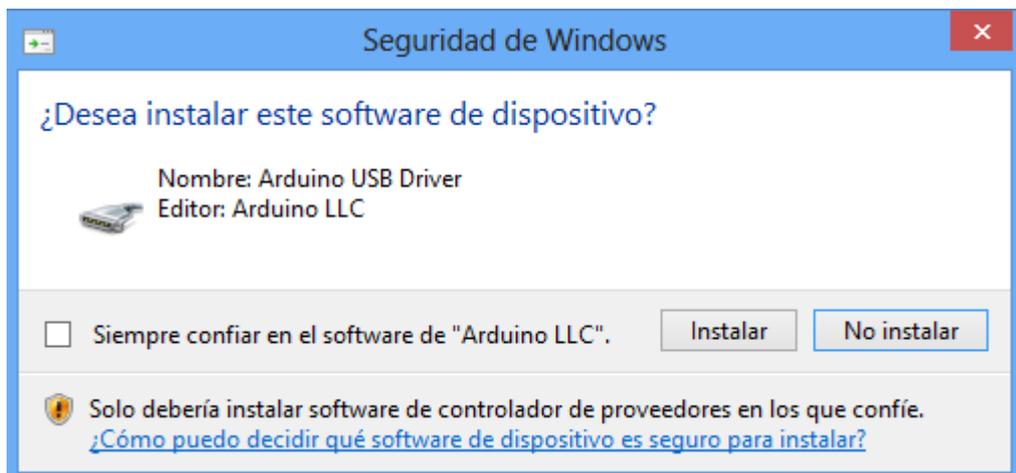
Y se procede con la instalación, como se muestra en la *Figura 11*.



*Figura 116. Opciones de instalación*

Fuente: Autoría

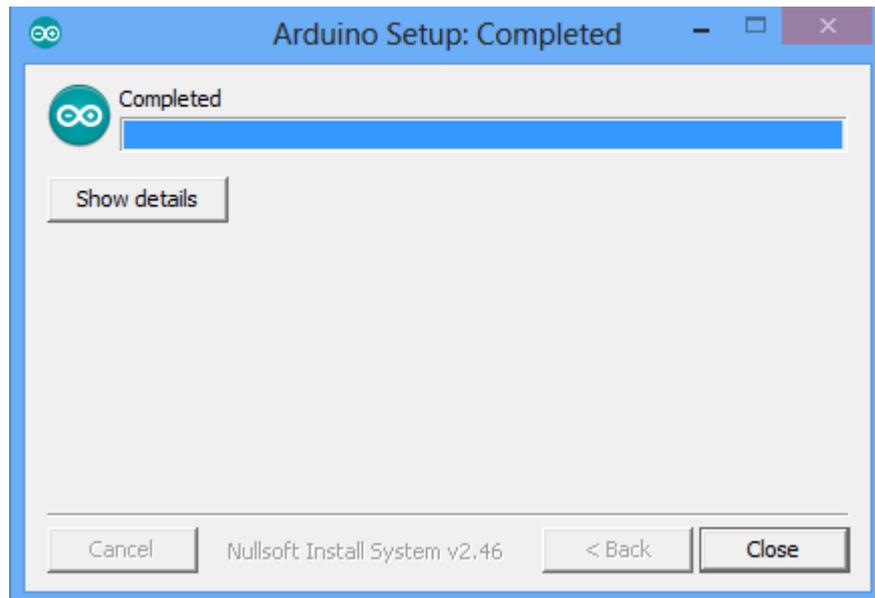
Permitir instalar los drivers (si lo solicita). Ver *Figura 12*.



*Figura 12.. Instalación de Drivers*

Fuente: Autoría

Y se terminara de instalar. *Figura 13*.

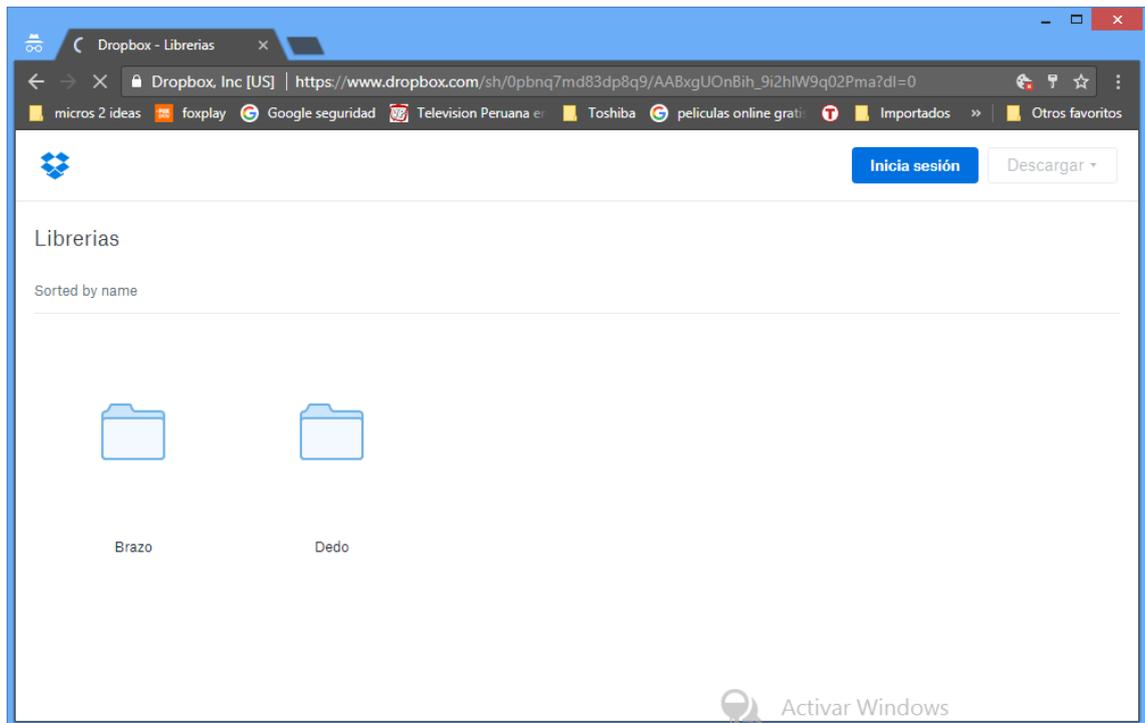


*Figura 13. Instalación Completa*

Fuente: Autoría

### 5.3. Guía de instalación de las librerías

Las librerías se deben descargar desde el siguiente enlace: [https://www.dropbox.com/sh/0pbnq7md83dp8q9/AABxgUOnBih\\_9i2hlW9q02Pma?dl=0](https://www.dropbox.com/sh/0pbnq7md83dp8q9/AABxgUOnBih_9i2hlW9q02Pma?dl=0) *Figura 14*, y se encontraran dos carpetas Dedo y Brazo las cuales deberemos descargar a nuestra computadora.



*Figura 1174. Código de colores del Brazo*

Fuente. Autoría

Una vez descargadas las librerías en el computador solo se deberá abrir el entorno de desarrollo en Programa > Incluir librería > Añadir librería... *Figura 15*, y buscar el archivo que se descargó y seleccionaremos la carpeta de Brazo y pondremos abrir y se añadirá la librería de Brazo a continuación se deberá hacer lo mismo para añadir la librería de Dedo.

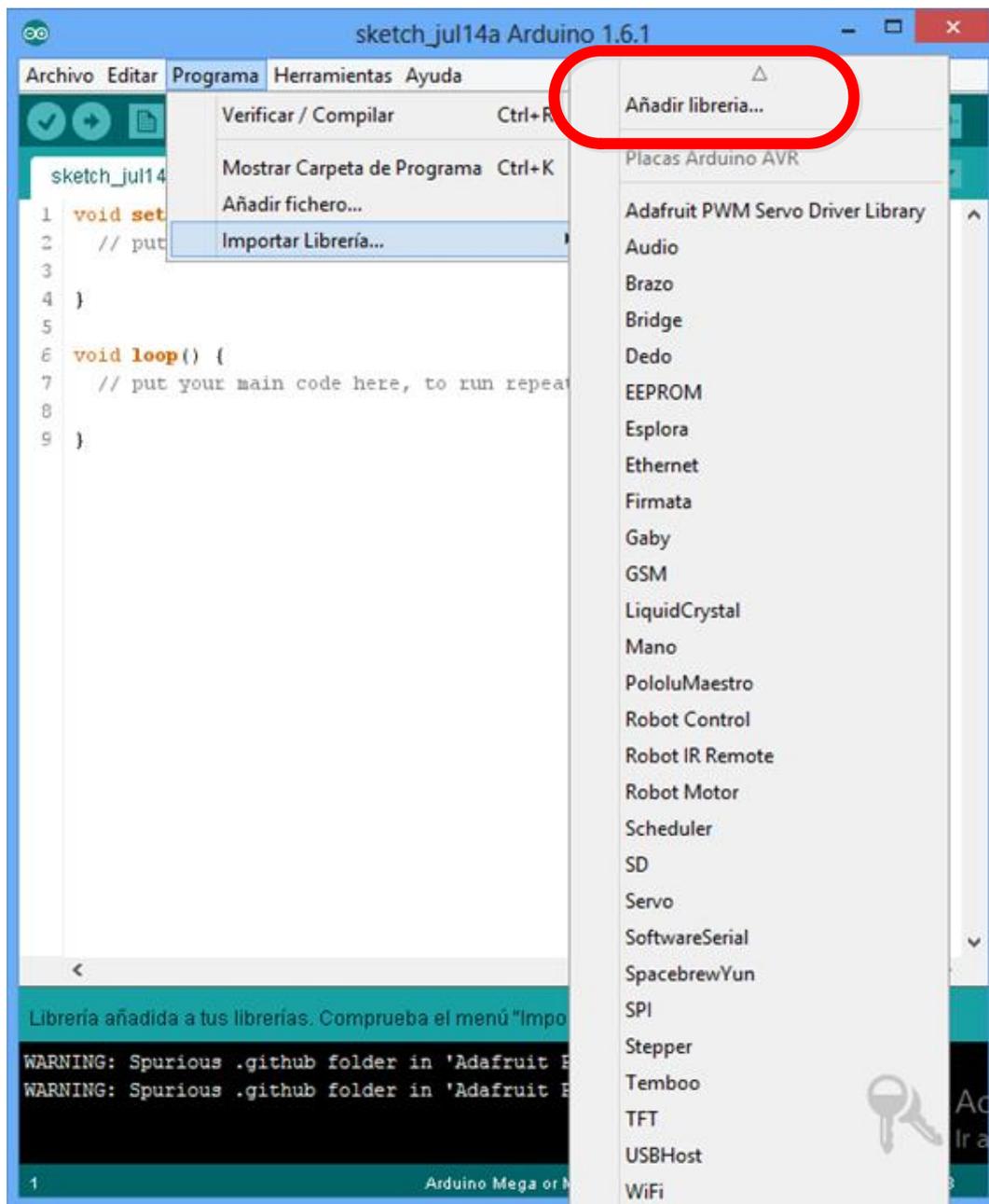


Figura 1185. IDE de Arduino

Fuente. Autoría

## 6. Utilización y mejor aprovechamiento del prototipo con las librerías.

Primeramente se define como usuario al estudiante de nivel medio para quien se ha propuesto este trabajo y se dirige este manual, esperando que sea de fácil comprensión y que le dé un manejo adecuado al prototipo electrónico.

### 6.2.1. Entorno Arduino

El intérprete de Arduino es un entorno sumamente sencillo pero que puede usarse sin problemas. La *Figura 16* muestra la interfaz de usuario. Como pueden ver, simplemente es una aplicación donde debemos introducir las sentencias y Arduino las ejecutará directamente.



*Figura 1196. Entorno Interactivo*

Fuente. Autoría

### 6.2.2. Estructura del programa

La estructura básica del lenguaje de programación de Arduino es bastante simple y se compone de al menos dos partes. En la *Figura 17* muestra las dos partes. Estas dos partes necesarias, o funciones, encierran bloques que contienen declaraciones, estamentos o instrucciones. (Herrador, 2009)

```

void setup()
{
  estamentos;
}
void loop()
{
  estamentos;
}

```

Figura 1207. Ciclos de la estructura.

Fuente. Autoría

En la parte de void setup() es la parte encargada de recoger la configuración y loop() es la que contienen el programa que se ejecutará cíclicamente. Ambas funciones son necesarias para que el programa trabaje.

### 6.2.3. Guía de uso de las librerías

Para una correcta utilización de las librerías se detallara a continuación la manera ideal de uso en la que se trabajara con una función sencilla de movilidad de la mano y del brazo en la que se llamaran a las dos librerías que se ha establecido ‘Dedo’ y ‘Brazo’ en la *Figura 18*.



The screenshot shows the Arduino IDE interface for a sketch named 'sketch\_jul14a'. The code editor contains the following code:

```

1 #include <Dedo.h>
2
3 #include <Brazo.h>
4
5 void setup()
6 {
7 }
8
9 void loop()
10 {
11 }

```

The two lines of code, `#include <Dedo.h>` and `#include <Brazo.h>`, are circled in red. The IDE status bar at the bottom indicates the board is 'Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM3'.

*Figura 1218. Librerías de Dedo y Brazo*

Fuente. Autoría

En las *Figura 19* se detalla la programación que se realiza para cada servo asignando un ángulo diferente para cada miembro del brazo tanto así como de la mano, lo que se está pretendiendo por medio de esta programación es una posición de ‘Me Gusta’ se debería cambiar el ángulo de los dedos y el brazo.



*Figura 1229 . Reto posición ‘Me gusta’*

Fuente. <http://desmotivaciones.es/4596168/Se-creen-que-estamos-lokas>

Para una mejor orientación para esta práctica se escribirán en la *Tabla 3* la posición de cada servo que deberá tener para obtener el brazo en la posición de ‘Me Gusta’

En la *Figura 20* se muestra la programación para poner al brazo en posición de ‘me Gusta’

*Tabla 3- Posición de los servos*

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Hombro</b>	0°
<b>Brazo</b>	10°
<b>Codo</b>	90°
<b>Antebrazo</b>	90°
<b>Muñeca</b>	90°
<b>Menique</b>	0°
<b>Anular</b>	0°
<b>Medio</b>	0°
<b>Índice</b>	0°
<b>Pulgar</b>	180°
<b>Pulgar Inferior</b>	90°

Fuente: Autoría.

The screenshot shows the Arduino IDE interface with a file named 'Me\_Gusta'. The code defines a robotic hand with five fingers and a three-segmented arm. It includes header files for each part and sets initial angles for all joints. The setup function is empty, and the loop function calls movement functions for each finger and arm segment.

```

1  #include <Dedo.h>
2  #include <Brazo.h>
3
4  Dedo menique (2);
5  Dedo anular (3);
6  Dedo medio (4);
7  Dedo indice (5);
8  Dedo pulgar (6);
9  Dedo metacarpio (7);
10
11 Brazo munieca(8);
12 Brazo antebrazo(9);
13 Brazo codo(10);
14 Brazo brazo(11);
15 Brazo hombro(12);
16
17 int ang2 = 0;
18 int ang3 = 0;
19 int ang4 = 0;
20 int ang5 = 0;
21 int ang6 = 180;
22 int ang7 = 90;
23
24 int ang8 = 90;
25 int ang9 = 90;
26 int angl0 = 90;
27 int angl1 = 10;
28 int angl2 = 0;
29
30 void setup()
31 {
32 }
33
34 void loop()
35 {
36     menique.myangulo(ang2);
37     anular.myangulo(ang3);
38     medio.myangulo(ang4);
39     indice.myangulo(ang5);
40     pulgar.myangulo(ang6);
41     metacarpio.myangulo(ang7);
42
43     munieca.funcionBrazo(ang8);
44     antebrazo.funcionBrazo(ang9);
45     codo.funcionBrazo(angl0);
46     brazo.funcionBrazo(angl1);
47     hombro.funcionBrazo(angl2);
48
49 }
50

```

Subido

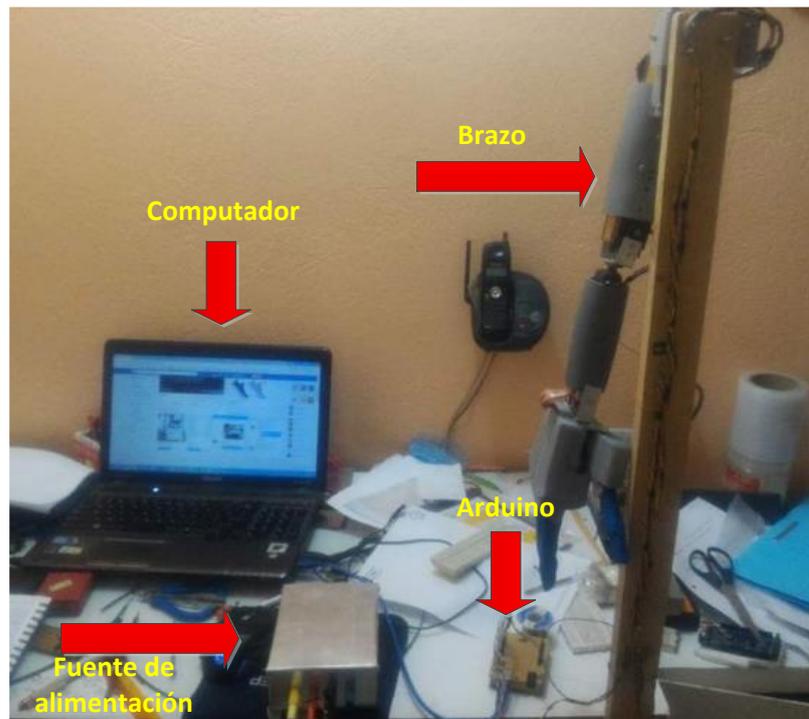
Global variables use 85 bytes (1%) of dynamic memory, leaving 8.10

48 Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM3

Figura 20123. Programación en Arduino

Fuente. Autoría

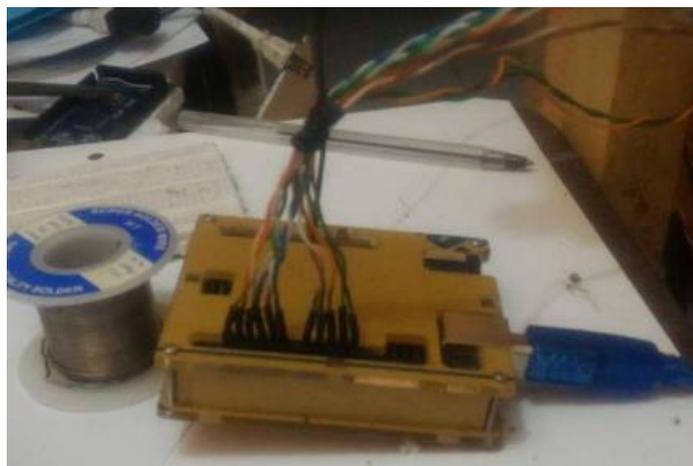
Conexión del brazo con el Arduino y el computador. Ver *Figura 21*



*Figura 21124. Conexión del prototipo*

Fuente. Autoría

Conexión de código de colores de los servos al Arduino. *Figura 22.*



*Figura 22125. Código de colores de los servos*

Fuente. Autoría

Secuencia fotografía del movimiento del brazo para colocarse los servos en posición de 'Me Gusta'. *Figura 23*



*Figura23.. Posición 'Me Gusta'*

Fuente: Autoría

## ANEXO 05. Programación para abrir la mano

```

Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Prueba_mano $
1 #include <Dedo.h> //Libreria mano
2
3 Dedo menique (8); //Creamos el objeto para el control
4 Dedo anular (9); // del servo, a cada variable se
5 Dedo medio (10); // asigno un nombre del dedo y le
6 Dedo indice (11); // especificamos un PIN.
7 Dedo pulgar (12);
8
9 void setup()
10 {
11 // put your setup code here, to run once:
12 }
13
14 void loop()
15 {
16 menique.myangulo(180); // Le decimos al servo qque vaya
17 anular.myangulo(180); // a la Posición 180 en cada
18 medio.myangulo(180); // dedo.
19 indice.myangulo(180);
20 pulgar.myangulo(180);
21
22 }
Compilado
Global variables use 29 bytes (1%) of dynamic memory, leaving 2.01
18 Arduino Uno on COM3

```

Figura. Programación para abrir la mano.

Fuente. Autoría

## ANEXO 06. Programación para cerrar la mano

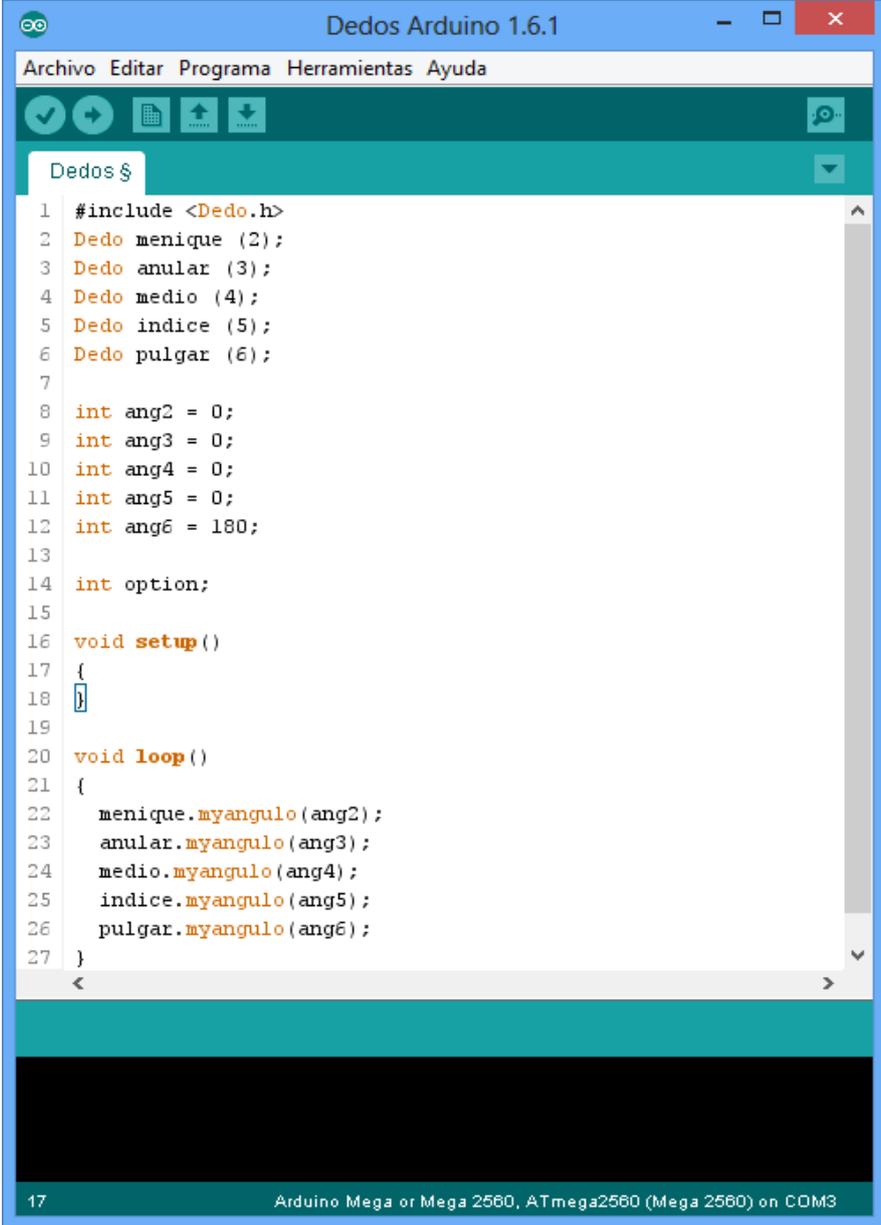


```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Prueba_mano $
1 #include <Dedo.h> //Libreria mano
2
3 Dedo menique (8); //Creamos el objeto para el control
4 Dedo anular (9); // del servo, a cada variable se
5 Dedo medio (10); // asigno un nombre del dedo y le
6 Dedo indice (11); // especificamos un PIN.
7 Dedo pulgar (12);
8
9 void setup()
10 {
11 // put your setup code here, to run once:
12 }
13
14 void loop()
15 {
16 menique.myangulo(0); // Le decimos al servo qque vaya
17 anular.myangulo(0); // a la Posición 0 en cada
18 medio.myangulo(0); // dedo.
19 indice.myangulo(0);
20 pulgar.myangulo(0);
21
22 }
Compilado
Global variables use 29 bytes (1%) of dynamic memory, leaving 2.01
17 Arduino Uno on COM3
```

Figura. Programación para cerrar la mano.

Fuente. Autoría

## ANEXO 07. Programación de la mano en el en la unidad educativa “17 de julio”



```
Dedos Arduino 1.6.1
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Dedos $
1 #include <Dedo.h>
2 Dedo menique (2);
3 Dedo anular (3);
4 Dedo medio (4);
5 Dedo indice (5);
6 Dedo pulgar (6);
7
8 int ang2 = 0;
9 int ang3 = 0;
10 int ang4 = 0;
11 int ang5 = 0;
12 int ang6 = 180;
13
14 int option;
15
16 void setup()
17 {
18 }
19
20 void loop()
21 {
22   menique.myangulo(ang2);
23   anular.myangulo(ang3);
24   medio.myangulo(ang4);
25   indice.myangulo(ang5);
26   pulgar.myangulo(ang6);
27 }
```

17 Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM3

Figura. Programación para posición Me Gusta.  
Fuente. Autoría

## ANEXO 08. Programación del brazo

```

Archivo  Editar  Programa  Herramientas  Ayuda
Brazo_Robotico $
1  #include <Dedo.h>
2  #include <Brazo.h>
3
4  Dedo menique (2);
5  Dedo anular (3);
6  Dedo medio (4);
7  Dedo indice (5);
8  Dedo pulgar (6);
9  Dedo metacarpio (7);
10
11 Brazo munieca(8);
12 Brazo antebrazo(9);
13 Brazo codo(10);
14 Brazo brazo(11);
15 Brazo hombro(12);
16
17 int ang2 = 180;
18 int ang3 = 180;
19 int ang4 = 180;
20 int ang5 = 180;
21 int ang6 = 180;
22 int ang7 = 60;
23
24 int ang8 = 90;
25 int ang9 = 90;
26 int ang10 = 90;
27 int ang11 = 0;
28 int ang12 = 0;
29
30 int option;
31 int cont;
32 void setup()
33 {
34 }
35
36 void loop()
37 {
38     menique.myangulo(ang2);
39     anular.myangulo(ang3);
40     medio.myangulo(ang4);
41     indice.myangulo(ang5);
42     pulgar.myangulo(ang6);
43     metacarpio.myangulo(ang7);
44
45     munieca.funcionBrazo(ang8);
46     antebrazo.funcionBrazo(ang9);
47     codo.funcionBrazo(ang10);
Subido
Global variables use 260 bytes (3%) of dynamic memory, leaving 7.9
28      Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM3

```

*Figura. Programación para flexionar el brazo. .  
Fuente. Autoría*

## ANEXO 09. Construcción del brazo en la unidad educativa

“17 de julio”







## **ANEXO 10. . Manual de usuario del profesor**

Para la realización de este manual se tomara en cuenta la estrategia de enseñanza cumpliendo cada uno de los siguientes pasos o tomando como referencia para lograr una mayor comprensión en el estudiante para lo cual se realizaran una serie de ejercicios en cada actividad, para lograr despertar el interés en los estudiantes.

### **1. Uso del entorno Arduino y del brazo robótico**

Antes de la resolución de esto se deberá revisar el manual técnico que es encuentra en el Anexo 4 en donde se trata de una ligera introducción a la plataforma Arduino y a los elementos y componentes del brazo así como los grados de movilidad de cada parte.

### **2. Estrategia de Enseñanza por parte del docente**

En este manual se presentan estrategias de enseñanza que los docentes de cualquier nivel educativo podrán llevar a cabo en su práctica educativa. El profesor debe de elegir la materia y métodos que imparte considerando las competencias y propósitos de aprendizaje del contenido a desarrollar:

#### **2.1. Introducción**

Se dará a conocer el tema a tratar: “BRAZO ROBÓTICO EDUCATIVO ORIENTADO EN CTIM (CIENCIAS, TECNOLOGÍAS, INGENIERÍAS Y MATEMÁTICAS)”. Ver la *Figura 1*.



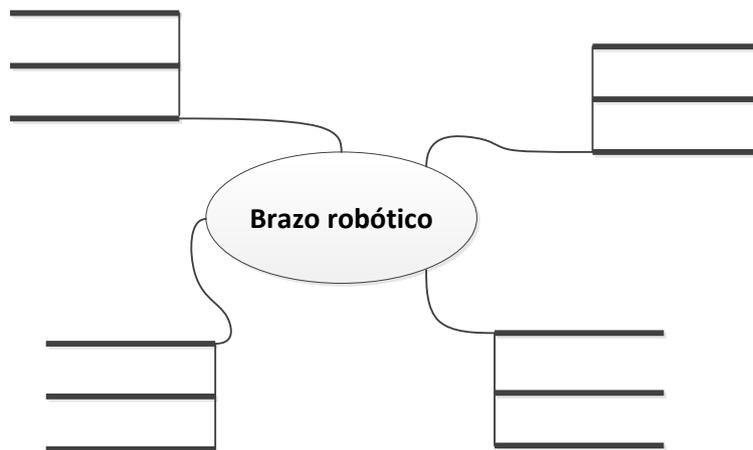
*Figura 1. Tema de introducción*

Fuente. Autoría

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.

## **2.2. Lluvia de ideas.**

El docente debe incentivar a los estudiantes a participar dando sus opiniones para completar el diagrama de lluvia de ideas, ver *Figura 2*, como una recomendación será enfocarse en puntos como el funcionamiento, construcción, utilidad, materiales y etc.



*Figura 2. Diagrama de lluvia de ideas.*

Fuente: Autoría

El docente debe explicar o dar una idea en general de acuerdo a como hayan desarrollado la lluvia de ideas los estudiantes. El diagrama de lluvia de ideas puede ser incrementado para poner muchas más opciones.

### **2.3. Ilustraciones**

Se debe de dar la participación a las estudiantes para que puedan expresar lo que observan en la siguiente imagen, ver *Figura 3*, y el docente deberá de complementar las ideas de acuerdo a su criterio.



*Figura3. Ilustración de brazos Robótico*

Fuente. Autoría

Además de eso el docente se puede ayudar con videos interactivos que estén relacionados con el tema, de os distintos tipos de brazos robóticos y las utilidades de estos.

## 2.4. Talleres

En el desarrollo del siguiente taller se dará una breve explicación teórica a manera de introducción del funcionamiento y de la correcta utilización de la placa Arduino junto con las librerías.

- Título:

Abrir y cerrar la mano

- Introducción.

Identificar los puertos de Arduino y conectar los pines de la mano y de igual manera de la fuente de poder, en la cual se deberá abrir y cerrar la mano para lo cual se deberá utilizar la librería mano para lo cual deberán realizar la programación por separado una vez realizada la programación de cerrar la mano se deberá realizar otra programación para abrir.

- Justificación.

Este taller trata de dar una ligera explicación y breve explicación a la utilización de la librería mano en la cual ya deberán conocer la manera de cómo es de conectar todo el sistema y empezar a manipular y entrar en contacto con sus elementos. Una vez tenga confianza ya deberá probar la programación y se deberá empezar a ir probando los ángulos para saber los estado o la movilidad de los dedos.

- Población objetivo.

Se recomienda ordenarlos en grupos pequeños para que cada uno maneje un elemento del sistema del brazo, en la cual se deberán rotar de elementos los cuales consiste en la fuente, la computadora, el Arduino y le brazo.

- Objetivos del taller.

Entrar en contacto con los elementos identificarlos y conocer sus partes.

Conocer el mecanismo de la programación de la placa Arduino.

- Plan de actividades.

Identificar los puertos de la placa Arduino.

Conectar correctamente cada pin del servo en el Arduino.

Abrir el software de Arduino.

Llamar a la librería de 'Dedo'.

Declarar los pines del Arduino a ocupar en la programación

Desarrollar la programación.

Guardar el código de la programación.

Compilar el código.

Subir el código a la plataforma Arduino.

Conectar los servos a la fuente de alimentación.

Probar la programación.

- Relación de actividades.

Previamente a la realización de del taller se debe de dar todo la información necesaria para poder resolver las inquietudes y las pautas necesarias para terminar con todos los requerimientos, para lo cual es recomendable demostrar la utilización de la librería ‘Dedo’ en un servo motor y poder demostrar cómo es su funcionamiento y la utilización de la plataforma Arduino.

- Desarrollo:

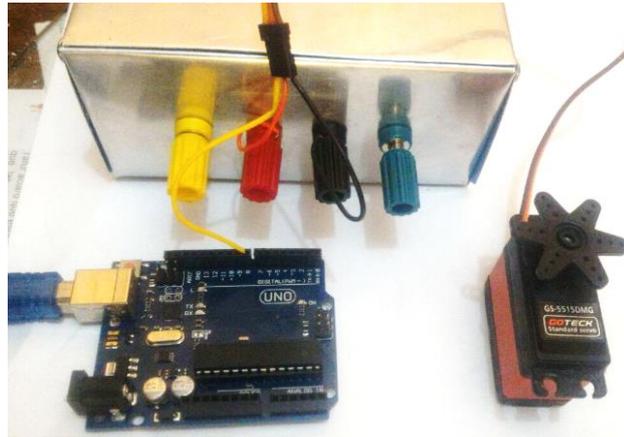
Se considera una variable ángulo con el valor de 90 grados, pero se puede remplazar con valores de 0 a 180. A continuación se muestra el código de la programación:

```
#include <Dedo.h> //Libreria Dedo
Dedo servo (8); //CONECTA LA VARIABLE SERVO EN EL PIN 2 AL
SERVO
int angulo = 90; //DECLARAMOS UNA VARIABLE ENTERA ANGULO
CON 90 GRADOS

void setup()
{
}

void loop()
{
  servo.myangulo(angulo); //DICE AL SERVO QUE VAYA A LA POSICION
DE LA VARIABLE
}
```

La conexión del servo con la fuente se puede apreciar en la *Figura 4*.



*Figura 4 Conexión de servo en el pin8*

Fuente. Autoría

- Metodología.

Previamente a la resolución se debe tener claro los procedimientos que se deben seguir y de esta forma poder desarrollar por partes, la parte de hardware constara de todas las partes físicas que es el Arduino, la fuente, la mano y la computadora, y la parte de software que será la las líneas de código en donde se debe tener claro los ángulos de movimiento y la librería.

- Cronograma de desarrollo.

Se debe de resolver en aproximadamente 45 minutos todo el taller que tendrá que constar la parte teórica y la parte práctica.

- Evaluación de resultados.

Se puede apreciar al terminar el taller en qué nivel de conocimiento están y los temas a los cuales se debe reforzar.

- Ángulos de giro

*Tabla 1- Posición de los servos para cerrar la mano*

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Menique</b>	0°
<b>Anular</b>	0°
<b>Medio</b>	0°
<b>Índice</b>	0°
<b>Pulgar</b>	0°
<b>Pulgar Inferior</b>	90°

Fuente: Autoría.

- Distribución de Pines del brazo– Arduino Uno

En la Tabla 2 se muestra el orden de conexión de los pines para evitar algún problema al momento de cargar el programa n el Arduino.

*Tabla 2. Distribución de Pines del brazo– Arduino Uno*

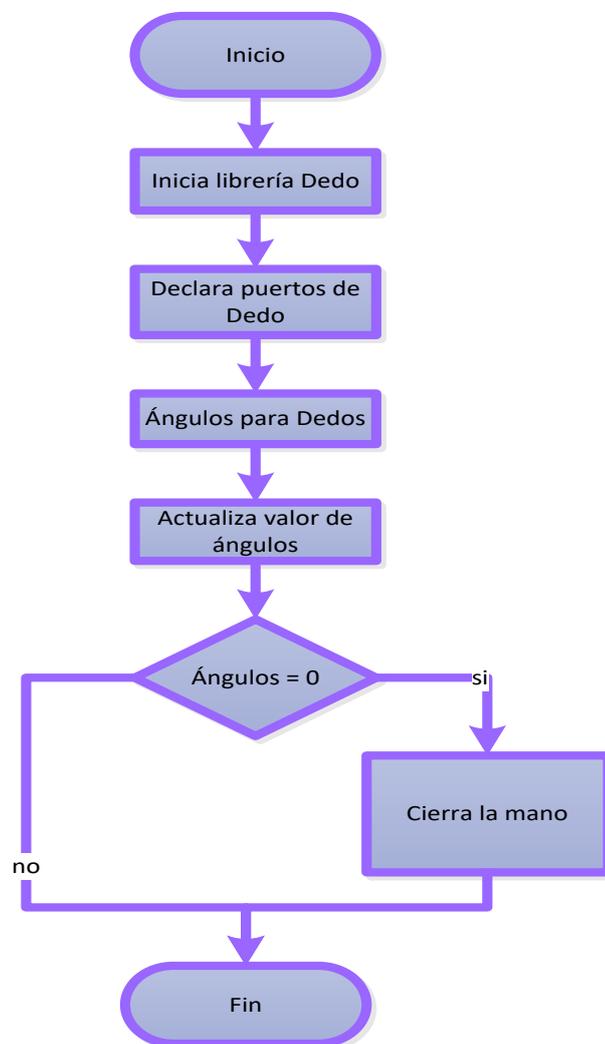
Pin	Tipo de Servo	Miembro	Color del cable
<b>2</b>	SG90	Meñique	Blanco – Tomate
<b>3</b>	SG90	Anular	Tomate
<b>4</b>	SG90	Medio	Blanco – Verde
<b>5</b>	SG90	Índice	Azul
<b>6</b>	SG90	Pulgar	Banco – Azul
<b>7</b>	SG90	Pulgar Inferior	Verde

Fuente: Autoría

- Diagrama de flujo

En el siguiente diagrama se explica el orden de cómo debe de ir la estructura de la programación para generar el movimiento de cerrar la mano:

- Se debe de mandar a llamar la librería Dedo `#include <Dedo.h>`, Esta librería es la encargada de habilitar para el movimiento de los servos.
- Se declarara los pines digitales del Arduino para cada dedo, se recomienda declararlos en orden para cada dedo para una mayor facilidad al momento de conectarlos.
- Como se desea que cierre la mano se deberá crear variables para cada dedo con ángulos de 0 grados.
- Se actualizarán los ángulos de los dedos con los ángulos anteriores.
- Compara si todos los ángulos de todos los dedos esta en 0
- Ejecutará el movimiento de cerrar la mano



- Programación:

```

//////////////////DECLARACION DE LIBRERIAS//////////////////
#include <Dedo.h> //SE MANDA A LAMAR A LA LIBRERIA DEDO
                //PARA LOS SERVOS MAS PEQUENOS
//////////////////DECLARACION DE PUERTOS//////////////////
//-----PUERTOS DE LA MANO-----//
Dedo menique (2); //CONECTA EL SERVO DEL MENIQUE EN EL PIN 2
AL OBJETO DEDO
Dedo anular (3); //CONECTA EL SERVO DEL ANULAR EN EL PIN 3 AL
OBJETO DEDO
Dedo medio (4); //CONECTA EL SERVO DEL MEDIO EN EL PIN 4 AL
OBJETO DEDO
Dedo indice (5); //CONECTA EL SERVO DEL INDICE EN EL PIN 5 AL
OBJETO DEDO
Dedo pulgar (6); //CONECTA EL SERVO DEL PULGAR EN EL PIN 6 AL
OBJETO DEDO
Dedo metacarpio (7); //CONECTA EL SERVO DEL METACARPIO EN EL
PIN 7 AL OBJETO DEDO

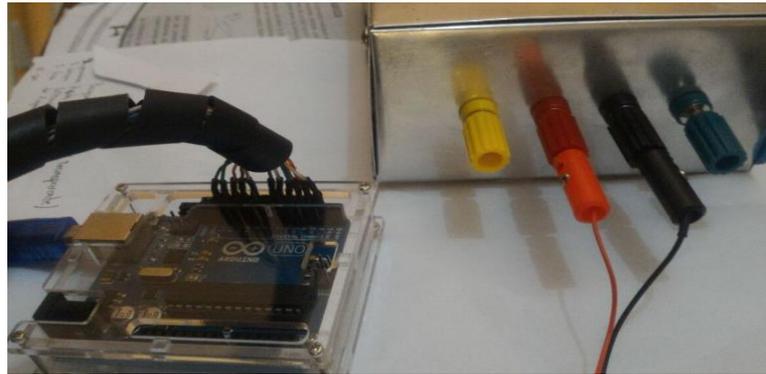
//////////////////DECLARACION DE VARIABLES//////////////////
//-----VARIABLES DE LA MANO-----//
int ang2 = 180; //VARIABLE ang2 EN EL ANGULO INICIAL DE 180
int ang3 = 180; //VARIABLE ang3 EN EL ANGULO INICIAL DE 180
int ang4 = 180; //VARIABLE ang4 EN EL ANGULO INICIAL DE 180
int ang5 = 180; //VARIABLE ang5 EN EL ANGULO INICIAL DE 180
int ang6 = 180; //VARIABLE ang6 EN EL ANGULO INICIAL DE 180
int ang7 = 90; //VARIABLE ang7 EN EL ANGULO INICIAL DE 90

void setup()
{
}

void loop()
{
    menique.myangulo(ang2); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE
VAYA A LA VARIABLE ang2
    anular.myangulo(ang3); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA
A LA VARIABLE ang3
    medio.myangulo(ang4); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A
LA VARIABLE ang4
    indice.myangulo(ang5); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A
LA VARIABLE ang5
    pulgar.myangulo(ang6); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A
LA VARIABLE ang6
    metacarpio.myangulo(ang7);//DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE
VAYA A LA VARIABLE ang7
}

```

La conexión del servo con la fuente se puede apreciar en la *Figura 5*



*Figura 5. Conexión de servos de la mano con la fuente*

Fuente. Autoría

En la *Figura 6* se muestra la mano en posición abierta y cerrada, para lo cual a los ángulos se les puede de 180 a 0 grados.



*Figura 6. Abrir y cerrar la mano*

Fuente. Autoría

## 2.5. Clase practica

En esta clase se realizara un practica que tenga que ver con todas las partes del brazo en las cuales se resolverán las dudas dela actividad anterior.

**Actividad:** en esta parte se deberá algo ver un poco más avanzado, donde aparte de solo la mano se deberá controlar el brazo y para lograr los movimientos del brazo se deberá realizar un procedimiento para poder controlar la velocidad del mismo. En la Cual se deberá realizara la posición de ‘Me Gusta’

- **Desarrollo:**

Para realizar esta actividad aparte de los ángulos que se acostumbran a poner se añadirá unas nuevas líneas de programación llamadas contadores para poder manipular la velocidad del brazo. Además se contara con un contador en general para controlar las actividades.

- Contadores:

En las líneas de programación que se escriben dentro de void loop() son secuencias infinitas que se encuentran ejecutándose indefinidamente para poder manipular estas secuencias que se ejecutan se utiliza contadores

Formas de expresar los contadores si cont inicia en 0 o en cualquier otro valor:

cont = cont + 1

cont ++

cont +1

- Condición if()

Se utiliza un ciclo if() con una condición para ejecutar un fragmento de código.

Estructura

if ( condición )

{

código de programa en caso de que se cumpla la condición

}

- Ejemplo:

Realizar un contador que cada 255ms el contador aumente en 1 y cuando sea igual a 10 ejecute alguna instrucción.

```
int cont = 0; //variable a utilizarse del contador
void setup()
{
}
void loop()
{
  cont ++; //cada vez que empieza el codigo aumenta en 1
  if (cont == 10) //si el contador es iguala 10 se ejecutan las instrucciones
  {
    // lineas de programacion a ejecutarce
  }
  delay (255); //retardo de 255 milisegundos
}
```

- Resolución de la práctica:

En el desarrollo de las siguientes líneas de código se puede apreciar el uso de varios contadores dentro del mismo programa eso es para poder controlar la velocidad de cada uno de los servos HV2060MG debido a que tiene una gran velocidad y puede estropear al brazo. En donde al inicio tiene una posición inicial y cuando el contador supere los 300 los dedos se contraen haciendo puño y el pulgar se extiende y el codo empieza a flexionarse hasta que el contador esté en 600 y a continuación empieza a extenderse.

○ Ángulos para posición de inicio y fin

En la tabla 3 se puede apreciar los ángulos a los que debe moverse los servos para ejecutar el movimiento de Me gusta.

*Tabla 3- Posición de los servos para el inicio y fin*

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

Fuente: Autoría.

○ Ángulos de giro para Me Gusta

En la tabla 4 se puede apreciar los ángulos a los que debe moverse los servos para ejecutar el movimiento de Me gusta.

*Tabla 4- Posición de los servos para cerrar la mano*

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Hombro</b>	0°
<b>Brazo</b>	0°
<b>Codo</b>	90°
<b>Antebrazo</b>	90°
<b>Muñeca</b>	90°
<b>Menique</b>	0°
<b>Anular</b>	0°

<b>Medio</b>	0°
<b>Índice</b>	0°
<b>Pulgar</b>	180°
<b>Pulgar Inferior</b>	90°

Fuente: Autoría.

- Resolución de la práctica:

En la *Tabla 5* se muestra el orden de conexión de los pines para evitar algún problema al momento de cargar el programa en el Arduino.

*Tabla 5. Distribución de Pines del brazo– Arduino Uno*

<b>Pin</b>	<b>Tipo de Servo</b>	<b>Miembro</b>	<b>Código de colores</b>
<b>2</b>	SG90	Meñique	Blanco – Tomate
<b>3</b>	SG90	Anular	Tomate
<b>4</b>	SG90	Medio	Blanco – Verde
<b>5</b>	SG90	Índice	Azul
<b>6</b>	SG90	Pulgar	Blanco – Azul
<b>7</b>	SG90	Pulgar Inferior	Verde
<b>8</b>	MG995	Muñeca	Banco – Café
<b>9</b>	MG995	Antebrazo	Café
<b>10</b>	HV2060MG	Codo	Tomate
<b>11</b>	HV2060MG	Brazo	Verde
<b>12</b>	HV2060MG	Hombro	Café

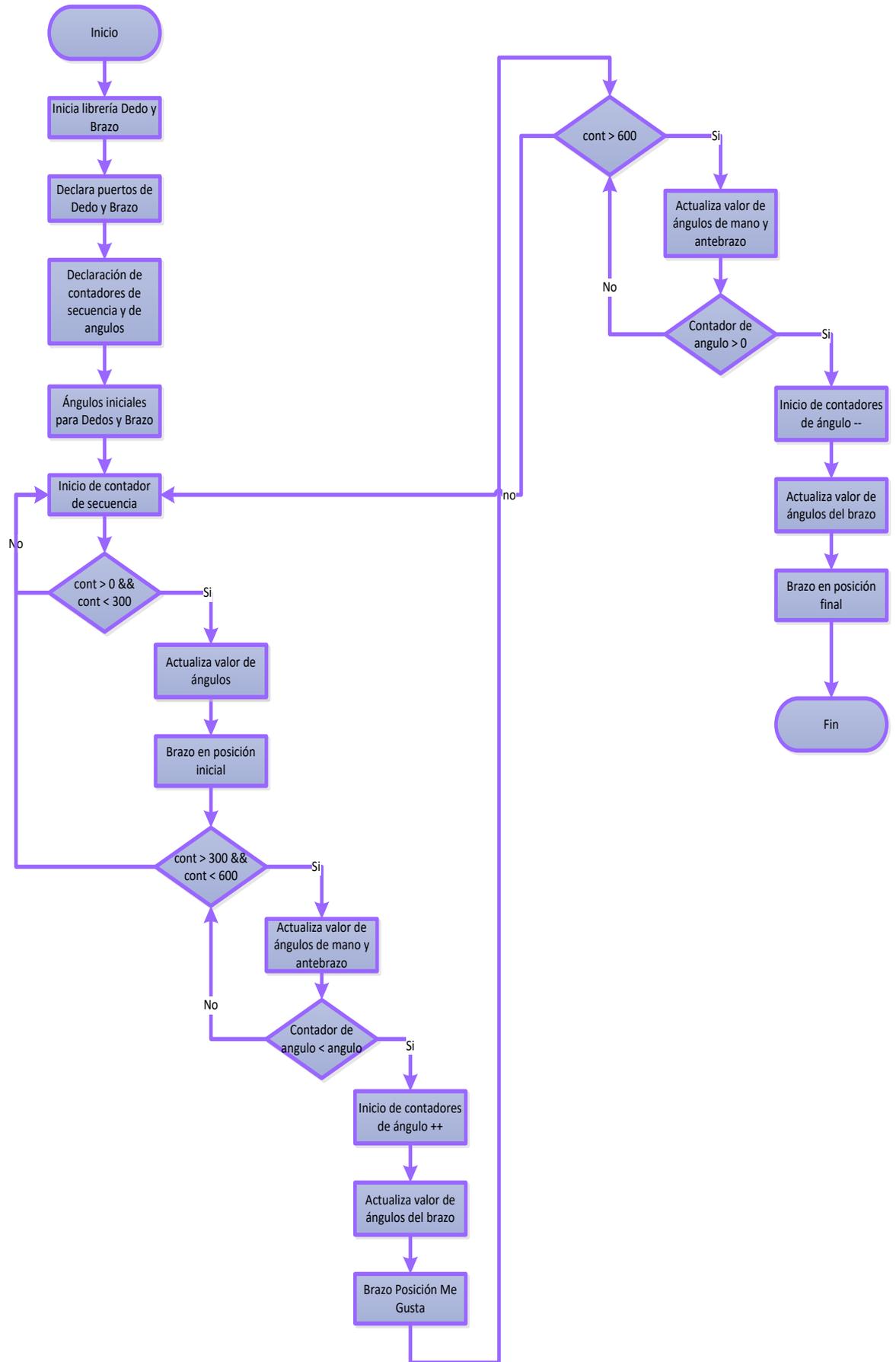
Fuente: Autoría

- Diagrama de flujo

En el siguiente diagrama se explica el orden de cómo debe de ir la estructura de la programación para generar el movimiento de cerrar la mano:

- Se debe de mandar a llamar la librería Dedo `#include <Dedo.h>` y `#include <Brazo.h>`, Esta librería es la encargada de habilitar para el movimiento de los servos.
- Se declarara los pines digitales del Arduino para cada parte del brazo, se recomienda declararlos en orden para una mayor facilidad al momento de conectarlos.
- Como se desea que genere el movimiento de Me Gusta se deberá crear variables para cada parte del brazo, para lo cual la mano deberá estar abierta y al resto del brazo en posición horizontal flexionando el brazo (Posición inicial) y otras variables para del brazo con los ángulos a los que se desea mover.
- Declaración de contadores de secuencia y de contadores de ángulo estos será para controlar la velocidad del movimiento del brazo.
- Se iniciara el contador de secuencia para el control de movimientos de las partes del brazo.
- Si el contador de secuencia es `cont > 0 && cont < 300`, se actualizarán los datos en el brazo y el brazo se pondrá en posición inicial.
- Si el contador de secuencia es `cont > 300 && cont < 600`, se actualizarán los datos de los dedos y del antebrazo e iniciara los contadores de ángulo en los cuales aumentara si el contador de ángulo `< ángulo` generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo deseado y finalmente se pondrá en posición me gusta.

- Si el contador de secuencia es de  $\text{cont} > 600$ , se actualizarán los datos en la mano y el antebrazo, e iniciara los contadores de ángulo en los cuales disminuirá el contador de ángulo  $>$  ángulo generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo inicial y finalmente se pondrá todo el brazo en posición final.



/////////////////////////////////DECLARACION DE LIBRERIAS/////////////////////////////////

#include <Dedo.h> //SE MANDA A LLAMAR A LA LIBRERIA DEDO

//PARA LOS SERVOS MAS PEQUENOS

#include <Brazo.h> //SE MANDA A LLAMAR A LA LIBRERIA BRAZO

//PARA LOS SERVOMOTORES GRANDES HV2060MG

/////////////////////////////////DECLARACION DE PUERTOS/////////////////////////////////

//-----PUERTOS DE LA MANO-----//

Dedo menique (2); //CONECTA EL SERVO DEL MENIQUE EN EL PIN 2  
AL OBJETO DEDO

Dedo anular (3); //CONECTA EL SERVO DEL ANULAR EN EL PIN 3 AL  
OBJETO DEDO

Dedo medio (4); //CONECTA EL SERVO DEL MEDIO EN EL PIN 4 AL  
OBJETO DEDO

Dedo indice (5); //CONECTA EL SERVO DEL INDICE EN EL PIN 5 AL  
OBJETO DEDO

Dedo pulgar (6); //CONECTA EL SERVO DEL PULGAR EN EL PIN 6 AL  
OBJETO DEDO

Dedo metacarpio (7); //CONECTA EL SERVO DEL METACARPIO EN EL  
PIN 7 AL OBJETO DEDO

Brazo munieca(8); //CONECTA EL SERVO DE LA MUNIECA EN EL PIN  
8 AL OBJETO BRAZO

Brazo antebrazo(9); //CONECTA EL SERVO DEL ANEBRAZO EN EL PIN 9  
AL OBJETO BRAZO

Brazo codo(10); //CONECTA EL SERVO DEL CODO EN EL PIN 10 AL  
OBJETO BRAZO

Brazo brazo(11); //CONECTA EL SERVO DEL BRAZO EN EL PIN 11 AL  
OBJETO BRAZO

Brazo hombro(12); //CONECTA EL SERVO DEL HOMBRO EN EL PIN 12  
AL OBJETO BRAZO

//////////////////DECLARACION DE VARIABLES//////////////////

//-----VARIABLES DE LA MANO-----//

int ang2 = 180; //VARIABLE ang2 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang3 = 180; //VARIABLE ang3 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang4 = 180; //VARIABLE ang4 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang5 = 180; //VARIABLE ang5 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang6 = 180; //VARIABLE ang6 EN EL ANGULO INICIAL DE 180

int ang7 = 90; //VARIABLE ang7 EN EL ANGULO INICIAL DE 90

```
//-----VARIABLES DEL ANTEBRAZO-----//
```

```
int ang8 = 90; //VARIABLE ang8 EN EL ANGULO INICIAL DE 90
```

```
int ang9 = 90; //VARIABLE ang9 EN EL ANGULO INICIAL DE 100
```

```
//-----VARIABLES DEL BRAZO-----//
```

```
int ang10 = 90; //VARIABLE ang10 EN EL ANGULO INICIAL DE 0
```

```
int ang11 = 10; //VARIABLE ang11 EN EL ANGULO INICIAL DE 0
```

```
int ang12 = 0; //VARIABLE ang12 EN EL ANGULO INICIAL DE 0
```

```
//-----VARIABLES DEL BRAZO-----//
```

```
int ang10Codo = 0; //VARIABLE ang10Codo EN LA POSICION INICIAL DE
0
```

```
int ang11Brazo = 0; //VARIABLE ang11Brazo EN LA POSICION INICIAL DE
0
```

```
int ang12Hombro = 0; //VARIABLE ang12Hombro EN LA POSICION INICIAL
DE 0
```

```
//-----VARIABLE DE RETARDO-----//
```

```
int cont; //VARIABLE DE ALMACENAMIENTO PARA EL RETARDO
```

```
//DEL MOVIMIENTO
```

```
void setup()

{

}

void loop()

{

    cont ++;    //INICIAMOS EL CONTADOR INCREMENTANDO EN CADA
VEZ EN 1

    if ((cont > 0)&(cont <300))    //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL
cont ES MAYOR A 1

    {

        menique.myangulo(ang2);    //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE
VAYA A LA VARIABLE ang2

        anular.myangulo(ang3);    //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA
A LA VARIABLE ang3

        medio.myangulo(ang4);    //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A
LA VARIABLE ang4

        indice.myangulo(ang5);    //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A
LA VARIABLE ang5

        pulgar.myangulo(ang6);    //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A
LA VARIABLE ang6

        metacarpio.myangulo(ang7);//DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE
VAYA A LA VARIABLE ang7
```

```
munieca.funcionBrazo(ang8); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang8
```

```
antebrazo.funcionBrazo(ang9); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO  
QUE VAYA A LA VARIABLE ang9
```

```
codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang10
```

```
brazo.funcionBrazo(ang11Brazo); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang11
```

```
hombro.funcionBrazo(ang12Hombro); //DICE AL SERVO DEL HOMBRO  
QUE VAYA A LA VARIABLE ang12
```

```
}
```

```
if ((cont > 300)&(cont <600)) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL  
cont ES MAYOR A 1
```

```
{
```

```
menique.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE  
VAYA A LA POSICION 0
```

```
anular.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA  
A LA POSICION 0
```

```
medio.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA  
A LA POSICION 0
```

```
indice.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A  
LA POSICION 0
```

```
pulgar.myangulo(180); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA  
A LA POSICION 180
```

```
metacarpio.myangulo(90); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE  
VAYA A LA POSICION 90
```

```
munieca.funcionBrazo(90); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE  
VAYA A LA POSICION 90
```

```
antebrazo.funcionBrazo(90); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO QUE  
VAYA A LA POSICION 90
```

```
if (ang10Codo <= ang10) //HACE UNA COMPARACION  
  
{ //SI EL ang10Codo(0) SI ES MENOR A ang10(90)  
  
ang10Codo ++; //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo  
AUMENTA EN 1  
  
delay(5); //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms  
  
}  
  
codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE  
VAYA A LA POSICION ang10Codo
```

```

if (ang11Brazo <= ang11) //HACE UNA COMPARACION

{
    //SI EL ang11Brazo(0) SI ES MENOR A ang11(10)

    ang11Brazo ++; //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo
AUMENTA EN 1

    delay(5); //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms

}

brazo.funcionBrazo(ang11Brazo);//DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE
VAYA A LA POSICION ang11Brazo

```

```

if (ang12Hombro <= ang12) //HACE UNA COMPARACION

{
    //SI EL ang11Hombro(0) SI ES MENOR A ang12(0)

    ang12Hombro ++; //LA VARIABLE DEL CONTADOR
ang12Hombro AUMENTA EN 1

    delay(5); //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms

}

hombro.funcionBrazo(ang12Hombro);//DICE AL SERVO DEL BRAZO
QUE VAYA A LA POSICION ang12Hombro

}

```

```

if (cont > 600) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont
ES MAYOR A 1

```

```
{  
  
    menique.myangulo(ang2); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang2  
  
    anular.myangulo(ang3); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA  
A LA VARIABLE ang3  
  
    medio.myangulo(ang4); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang4  
  
    indice.myangulo(ang5); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang5  
  
    pulgar.myangulo(ang6); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang6  
  
    metacarpio.myangulo(ang7);//DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang7  
  
    munieca.funcionBrazo(ang8); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang8  
  
    antebrazo.funcionBrazo(ang9); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO  
QUE VAYA A LA VARIABLE ang9  
  
    if (ang10Codo >= 0) //HACE UNA COMPARACION  
  
        {  
            //SI EL ang10Codo(0) SI ES MAYOR A ang10(90)
```

```
    ang10Codo --;          //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo  
DISMINUYE EN 1
```

```
    delay(5);             //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
```

```
  }
```

```
    codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE  
VAYA A LA POSICION ang10Codo
```

```
if (ang11Brazo >= 0)     //HACE UNA COMPARACION
```

```
{                          //SI EL ang11Brazo(0) SI ES MAYOR A ang11(0)
```

```
    ang11Brazo --;        //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo  
DISMINUYE EN 1
```

```
    delay(5);             //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
```

```
  }
```

```
    brazo.funcionBrazo(ang11Brazo); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE  
VAYA A LA POSICION ang11Brazo
```

```
if (ang12Hombro >= 0)    //HACE UNA COMPARACION
```

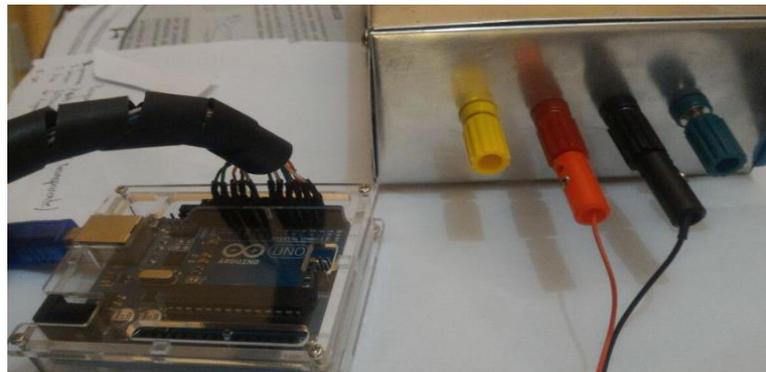
```
{                          //SI EL ang11Hombro(0) SI ES MENOR A ang12(0)
```

```
    ang12Hombro --;    //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang12Hombro
DISMINUYE EN 1

    delay(5);        //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}

    hombro.funcionBrazo(ang12Hombro);//DICE AL SERVO DEL BRAZO
QUE VAYA A LA POSICION ang12Hombro
}
}
```

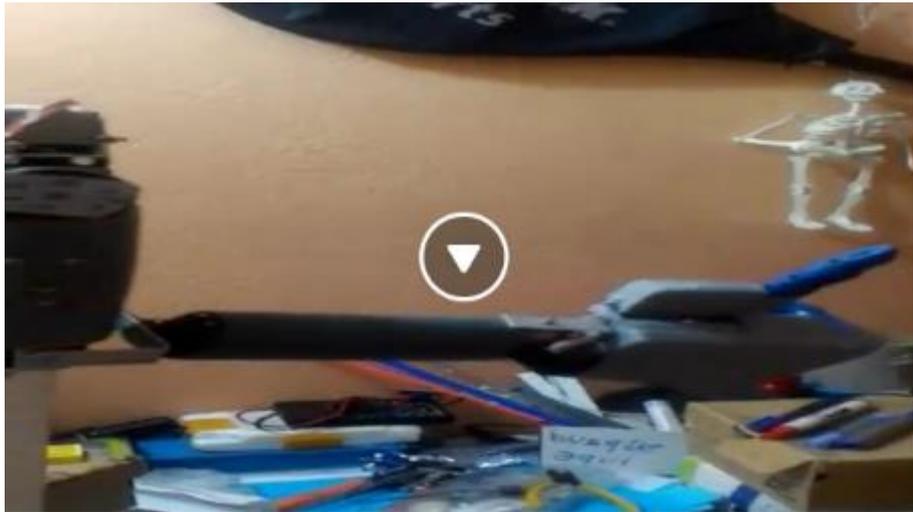
La conexión del servo con la fuente se puede apreciar en la *Figura 7*



*Figura 7. Conexión de servos de la mano con la fuente*

Fuente. Autoría

En la *Figura 8* se observa el brazo en la posición *Me Gusta*



*Figura 8. Brazo en Posición Me Gusta*

Fuente. Autoría

## 2.6. Resolución de ejercicios y problemas

En esta parte con lo antes vista y ya las dudas solucionadas es en donde se deberán se planteara algún ejercicio o problema en los que realizara algún movimiento que tenga que ver con todo el brazo integrando todo lo visto anteriormente.

**Actividad:** realizar los movimientos de cada parte del brazo para que pueda sujetar algún objeto y pueda entregárselo a alguien.

### **Desarrollo:**

Como en la práctica anterior aquí se ejecutaran algunos contadores para poder controlar las secuencias y la velocidad de los movimientos del brazo, el contador cuando inicie en 0 estará en posición inicial hasta los 300 que se empieza a mover y el antebrazo flexionando a 100 grados y girando el mismo a los 180 grados, a partir de los 600 los dedos de la mano se contraerán sujetando algún objeto, a partir de los 900 el antebrazo se

extenderá y el brazo subirá hasta los 90 grados para poder entregar el objeto y cuando el contador este por los 1200 el brazo regresara a su posición inicial.

- Conexión de pines en el Arduino

*Tabla 6. Distribución de Pines del brazo– Arduino Uno*

<b>Pin</b>	<b>Tipo de Servo</b>	<b>Miembro</b>	<b>Código de colores</b>
<b>2</b>	SG90	Meñique	Blanco – Tomate
<b>3</b>	SG90	Anular	Tomate
<b>4</b>	SG90	Medio	Blanco – Verde
<b>5</b>	SG90	Índice	Azul
<b>6</b>	SG90	Pulgar	Blanco – Azul
<b>7</b>	SG90	Pulgar Inferior	Verde
<b>8</b>	MG995	Muñeca	Banco – Café
<b>9</b>	MG995	Antebrazo	Café
<b>10</b>	HV2060MG	Codo	Tomate
<b>11</b>	HV2060MG	Brazo	Verde
<b>12</b>	HV2060MG	Hombro	Café

Fuente: Autoría

- Ángulos para posición de inicio y fin

En la tabla 7 se puede apreciar los ángulos a los que debe moverse los servos para ejecutar el movimiento de Me gusta.

*Tabla 7- Posición de los servos para el inicio y fin*

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Hombro</b>	0°
<b>Brazo</b>	0°
<b>Codo</b>	0°
<b>Antebrazo</b>	90°
<b>Muñeca</b>	90°
<b>Menique</b>	180°
<b>Anular</b>	180°

<b>Medio</b>	180°
<b>Índice</b>	180°
<b>Pulgar</b>	180°
<b>Pulgar Inferior</b>	90°

Fuente: Autoría.

○ Ángulos de giro

*Tabla 8. Posición de los servos tomar el objeto*

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

Fuente: Autoría.

Tabla 9- Posición de los servos sujetar el objeto y entregar a alguien

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

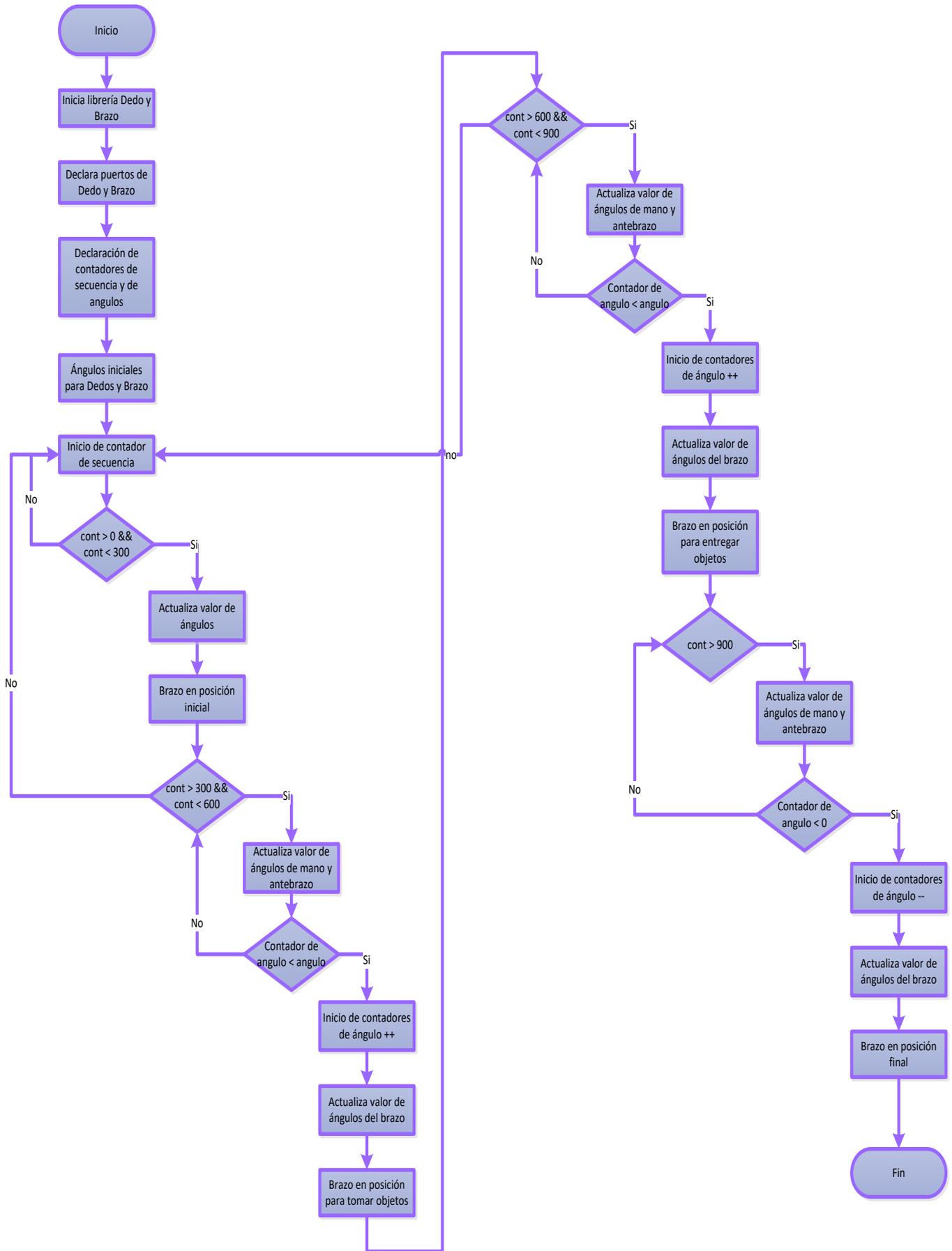
Fuente: Autoría.

○ Diagrama de flujo

En el siguiente diagrama se explica el orden de cómo debe de ir la estructura de la programación para generar el movimiento de cerrar la mano:

- Se debe de mandar a llamar la librería Dedo `#include <Dedo.h>` y `#include <Brazo.h>`, Esta librería es la encargada de habilitar para el movimiento de los servos.
- Se declarara los pines digitales del Arduino para cada parte del brazo, se recomienda declararlos en orden para una mayor facilidad al momento de conectarlos.
- Como se desea que genere el movimiento de Me Gusta se deberá crear variables para cada parte del brazo, para lo cual la mano deberá estar abierta y al resto del brazo en posición horizontal flexionando el brazo (Posición inicial) y otras variables para del brazo con los ángulos a los que se desea mover.

- Declaración de contadores de secuencia y de contadores de ángulo estos será para controlar la velocidad del movimiento del brazo.
- Se iniciara el contador de secuencia para el control de movimientos de las partes del brazo.
- Si el contador de secuencia es  $\text{cont} > 0 \ \&\& \ \text{cont} < 300$ , se actualizarán los datos en el brazo y el brazo se pondrá en posición inicial.
- Si el contador de secuencia es  $\text{cont} > 300 \ \&\& \ \text{cont} < 600$ , se actualizarán los datos de los dedos y del antebrazo e iniciara los contadores de ángulo en los cuales aumentara si el contador de ángulo  $< \text{ángulo}$  generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo deseado y finalmente se pondrá en posición para tomar objetos.
- Si el contador de secuencia es  $\text{cont} > 600 \ \&\& \ \text{cont} < 900$ , se actualizarán los datos de los dedos y del antebrazo e iniciara los contadores de ángulo en los cuales aumentara si el contador de ángulo  $< \text{ángulo}$  generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo deseado y finalmente se pondrá en posición para sujetar y para entregar objetos.
- Si el contador de secuencia es de  $\text{cont} > 900$ , se actualizarán los datos en la mano y el antebrazo, e iniciara los contadores de ángulo en los cuales disminuirá el contador de ángulo  $> \text{ángulo}$  generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo inicial y finalmente se pondrá todo el brazo en posición final.



//////////////////DECLARACION DE LIBRERIAS//////////////////

#include <Dedo.h> //SE MANDA A LLAMAR A LA LIBRERIA DEDO

//PARA LOS SERVOS MAS PEQUENOS

#include <Brazo.h> //SE MANDA A LLAMAR A LA LIBRERIA BRAZO

//PARA LOS SERVOMOTORES GRANDES HV2060MG

//////////////////DECLARACION DE PUERTOS//////////////////

//-----PUERTOS DE LA MANO-----//

Dedo menique (2); //CONECTA EL SERVO DEL MENIQUE EN EL PIN 2 AL OBJETO DEDO

Dedo anular (3); //CONECTA EL SERVO DEL ANULAR EN EL PIN 3 AL OBJETO DEDO

Dedo medio (4); //CONECTA EL SERVO DEL MEDIO EN EL PIN 4 AL OBJETO DEDO

Dedo indice (5); //CONECTA EL SERVO DEL INDICE EN EL PIN 5 AL OBJETO DEDO

Dedo pulgar (6); //CONECTA EL SERVO DEL PULGAR EN EL PIN 6 AL OBJETO DEDO

Dedo metacarpio (7); //CONECTA EL SERVO DEL METACARPIO EN EL PIN 7 AL OBJETO DEDO

Brazo muñeca(8); //CONECTA EL SERVO DE LA MUÑECA EN EL PIN 8 AL OBJETO BRAZO

Brazo antebrazo(9); //CONECTA EL SERVO DEL ANEBRAZO EN EL PIN 9 AL OBJETO BRAZO

Brazo codo(10); //CONECTA EL SERVO DEL CODO EN EL PIN 10 AL OBJETO BRAZO

Brazo brazo(11); //CONECTA EL SERVO DEL BRAZO EN EL PIN 11 AL OBJETO BRAZO

Brazo hombro(12); //CONECTA EL SERVO DEL HOMBRO EN EL PIN 12 AL OBJETO BRAZO

//////////////////DECLARACION DE VARIABLES//////////////////

//-----VARIABLES DE LA MANO-----//

int ang2 = 180; //VARIABLE ang2 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang3 = 180; //VARIABLE ang3 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang4 = 180; //VARIABLE ang4 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang5 = 180; //VARIABLE ang5 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang6 = 180; //VARIABLE ang6 EN EL ANGULO INICIAL DE 180

int ang7 = 60; //VARIABLE ang7 EN EL ANGULO INICIAL DE 60

```

//-----VARIABLES DEL ANTEBTAZO-----//
int ang8 = 90;  //VARIABLE ang8 EN EL ANGULO INICIAL DE 90
int ang9 = 90;  //VARIABLE ang9 EN EL ANGULO INICIAL DE 100

//-----VARIABLES DEL BRAZO-----//
int ang10Codo = 0; //VARIABLE ang10Codo EN LA POSICION INICIAL DE 0
int ang11Brazo = 0; //VARIABLE ang11Brazo EN LA POSICION INICIAL DE 0
int ang12Hombro = 0; //VARIABLE ang12Hombro EN LA POSICION INICIAL DE 0

//-----VARIABLE DE RETARDO-----//
int cont;      //VARIABLE DE ALMACENAMIENTO PARA EL RETARDO
               //DEL MOVIMIENTO

void setup()
{
}

void loop()
{
  cont ++;    //INICIAMOS EL CONTADOR INCREMENTANDO EN CADA VEZ EN 1

  //-----SECUENCIA INICIAL DE LA MANO-----//
  if (cont > 0) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont ES MAYOR A 100
  {
    menique.myangulo(ang2); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE VAYA A LA VARIABLE ang2
    anular.myangulo(ang3); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA A LA VARIABLE ang3
    medio.myangulo(ang4); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A LA VARIABLE ang4
    indice.myangulo(ang5); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A LA VARIABLE ang5
    pulgar.myangulo(ang6); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A LA VARIABLE ang6
    metacarpio.myangulo(ang7); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE VAYA A LA VARIABLE
    ang7
  }
}

```

```

    munieca.funcionBrazo(ang8); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE VAYA A LA VARIABLE
ang8

    antebrazo.funcionBrazo(ang9); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO QUE VAYA A LA
VARIABLE ang9

    codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE VAYA A LA VARIABLE
ang10

    brazo.funcionBrazo(ang11Brazo); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE VAYA A LA VARIABLE
ang11

    hombro.funcionBrazo(ang12Hombro); //DICE AL SERVO DEL HOMBRO QUE VAYA A LA
VARIABLE ang12
}

//-----FLEXION Y GIRO DEL ANTEBRAZO-----//
if ((cont > 300)&(cont <600)) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont ES MAYOR A 300
{
    menique.myangulo(180); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE VAYA A LA POSICION 0
    anular.myangulo(180); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA A LA POSICION 0
    medio.myangulo(180); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A LA POSICION 0
    indice.myangulo(180); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A LA POSICION 0
    pulgar.myangulo(180); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A LA POSICION 0
    metacarpio.myangulo(90); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE VAYA A LA POSICION
60

    munieca.funcionBrazo(90); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE VAYA A LA POSICION
90

    antebrazo.funcionBrazo(180); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO QUE VAYA A LA POSICION
100

    if (ang10Codo <= 100) //HACE UNA COMPARACION SI EL ang10Codo(0) SI ES MENOR
A 90
    {
        ang10Codo ++; //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo AUMENTA EN 1
        delay(5); //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }
}

```

```

}

codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE VAYA A LA POSICION
ang10Codo

if (ang11Brazo <= 0)    //HACE UNA COMPARACION SI EL ang11Brazo(0) SI ES MENOR A
20
{
    ang11Brazo ++;      //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo AUMENTA EN 1
    delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}

brazo.funcionBrazo(ang11Brazo); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE VAYA A LA POSICION
ang11Brazo

if (ang12Hombro <= 0)    //HACE UNA COMPARACION SI EL ang11Hombro(0) SI ES
MENOR A 0
{
    ang12Hombro ++;      //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang12Hombro AUMENTA EN 1
    delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}

hombro.funcionBrazo(ang12Hombro); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE VAYA A LA
POSICION ang12Hombro
}

//-----CIERRA LA MANO-----//

if ((cont > 600)&(cont <900)) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont ES MAYOR A 300
{
    menique.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE VAYA A LA POSICION 0
    anular.myangulo(0);     //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA A LA POSICION 0
    medio.myangulo(0);     //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A LA POSICION 0
    indice.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A LA POSICION 0
    pulgar.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A LA POSICION 0
    metacarpio.myangulo(20); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE VAYA A LA POSICION
60

```

```

    muñeca.funcionBrazo(90); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE VAYA A LA POSICION
90
    antebrazo.funcionBrazo(100);//DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO QUE VAYA A LA POSICION
100

    if (ang10Codo <= 100)    //HACE UNA COMPARACION SI EL ang10Codo(0) SI ES MENOR
A 90
    {
        ang10Codo ++;        //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo AUMENTA EN 1
        delay(5);           //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }

    codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE VAYA A LA POSICION
ang10Codo

    if (ang11Brazo <= 0)    //HACE UNA COMPARACION SI EL ang11Brazo(0) SI ES MENOR A
20
    {
        ang11Brazo ++;      //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo AUMENTA EN 1
        delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }

    brazo.funcionBrazo(ang11Brazo);//DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE VAYA A LA POSICION
ang11Brazo

    if (ang12Hombro <= 0)    //HACE UNA COMPARACION SI EL ang11Hombro(0) SI ES
MENOR A 0
    {
        ang12Hombro ++;    //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang12Hombro AUMENTA EN 1
        delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }

    hombro.funcionBrazo(ang12Hombro);//DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE VAYA A LA
POSICION ang12Hombro
}

```

```
//-----EXTENCION DEL BRAZO-----//
if ((cont > 900)&(cont <1200)) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont ES MAYOR A
400
{
  menique.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE VAYA A LA POSICION 0
  anular.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA A LA POSICION 0
  medio.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A LA POSICION 0
  indice.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A LA POSICION 0
  pulgar.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A LA POSICION 0
  metacarpio.myangulo(20); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE VAYA A LA POSICION
60

  munieca.funcionBrazo(90); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE VAYA A LA POSICION
90
  antebrazo.funcionBrazo(100);//DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO QUE VAYA A LA POSICION
100

if (ang10Codo >= 0) //HACE UNA COMPARACION SI EL ang10Codo(0) SI ES MAYOR A 70
{
  ang10Codo --; //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo DISMINUYE EN 1
  delay(5); //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}

  codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE VAYA A LA POSICION
ang10Codo

if (ang11Brazo <= 90) //HACE UNA COMPARACION SI EL ang11Brazo(0) SI ES MENOR A
90
{
  ang11Brazo ++; //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo AUMENTA EN 1
  delay(5); //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}

  brazo.funcionBrazo(ang11Brazo);//DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE VAYA A LA POSICION
ang11Brazo
```

```

    if (ang12Hombro <= 0)    //HACE UNA COMPARACION SI EL ang11Hombro(0) SI ES MENOR
A 0
    {
        ang12Hombro ++;    //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang12Hombro AUMENTA EN 1
        delay(5);        //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }

    hombro.funcionBrazo(ang12Hombro); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE VAYA A LA
POSICION ang12Hombro
}

//-----SECUENCIA FINAL DEI BRAZO-----//

if (cont > 1200)        //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont ES MAYOR A 1
{
    menique.myangulo(ang2); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE VAYA A LA VARIABLE ang2
    anular.myangulo(ang3); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA A LA VARIABLE ang3
    medio.myangulo(ang4); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A LA VARIABLE ang4
    indice.myangulo(ang5); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A LA VARIABLE ang5
    pulgar.myangulo(ang6); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A LA VARIABLE ang6
    metacarpio.myangulo(ang7); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE VAYA A LA VARIABLE
ang7

    munieca.funcionBrazo(ang8); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE VAYA A LA VARIABLE
ang8

    antebrazo.funcionBrazo(ang9); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO QUE VAYA A LA
VARIABLE ang9

if (ang10Codo >= 0)    //HACE UNA COMPARACION
{
    //SI EL ang10Codo(0) SI ES MAYOR A ang10(90)
    ang10Codo --;    //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo DISMINUYE EN 1
    delay(5);        //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}
}

```

```

    codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE VAYA A LA POSICION
ang10Codo

if (ang11Brazo >= 0)    //HACE UNA COMPARACION
{
    //SI EL ang11Brazo(0) SI ES MAYOR A ang11(0)
    ang11Brazo --;    //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo DISMINUYE EN 1
    delay(5);    //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}

brazo.funcionBrazo(ang11Brazo); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE VAYA A LA POSICION
ang11Brazo

if (ang12Hombro >= 0)    //HACE UNA COMPARACION
{
    //SI EL ang11Hombro(0) SI ES MENOR A ang12(0)
    ang12Hombro --;    //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang12Hombro DISMINUYE EN 1
    delay(5);    //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}

hombro.funcionBrazo(ang12Hombro); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE VAYA A LA
POSICION ang12Hombro
}
}
}

```

La conexión del servo con la fuente se puede apreciar en la Figura 9

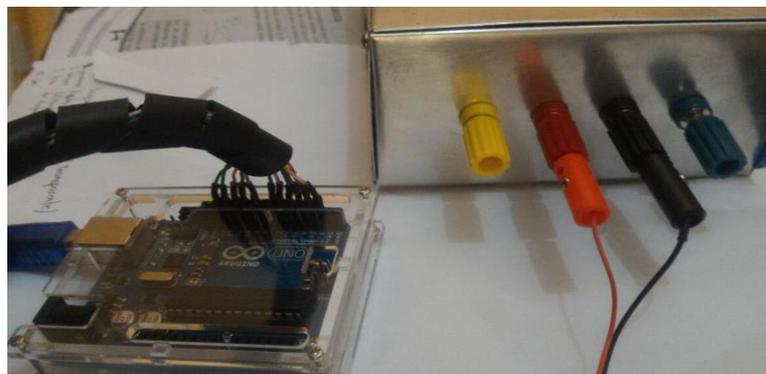


Figura 9. Conexión de servos de la mano con la fuente

Fuente. Autoría

La mano deberá recibir un objeto y estirar el brazo para entrégaselo a alguien como en la Figura 10.



*Figura 10. La mano sosteniendo un objeto.*

Fuente. Autoría

## **2.7. Aprendizaje cooperativo**

Consta en dividir en grupos con el motivo de que intercambien conocimientos y puedan nivelarse entre ellos mediante la realización de alguna actividad donde podrán compartir los conocimientos y deberán superar retos.

**Actividad:** Hacer algún juego interactivo con el cual se pueda interactuar con el brazo robótico.

Desarrollo: en este reto se ha propuesto un juego y se desarrollara el juego de piedra, papel o tijera para lo q se ejecutaran una serie de contadores para poder realizar este juego. Cuando el contador este en 0 empezara en su posición inicial, cuando este en los 300 antebrazo se flexionara hasta los 120 grados y la mano se poda en posición cerrada a partir que el contador este en los 400 el antebrazo se pondrá en la posición de los 90 grados y cuando el contador este en los 450 tomara la posición de tijera que deberá estirar

el dedo índice y medio y el antebrazo subirá balanceándose hasta la posición de los 120 grados hasta que el contador este en los 550 que será cuando regrese a su posición inicial.

- Conexión de pines en el Arduino

*Tabla 10. Distribución de Pines del brazo– Arduino Uno*

<b>Pin</b>	<b>Tipo de Servo</b>	<b>Miembro</b>	<b>Código de colores</b>
<b>2</b>	SG90	Meñique	Blanco – Tomate
<b>3</b>	SG90	Anular	Tomate
<b>4</b>	SG90	Medio	Blanco – Verde
<b>5</b>	SG90	Índice	Azul
<b>6</b>	SG90	Pulgar	Blanco – Azul
<b>7</b>	SG90	Pulgar Inferior	Verde
<b>8</b>	MG995	Muñeca	Banco – Café
<b>9</b>	MG995	Antebrazo	Café
<b>10</b>	HV2060MG	Codo	Tomate
<b>11</b>	HV2060MG	Brazo	Verde
<b>12</b>	HV2060MG	Hombro	Café

Fuente: Autoría

- Ángulos para posición de inicio y fin

En la tabla 11 se puede apreciar los ángulos a los que debe moverse los servos para ejecutar el movimiento de Me gusta.

*Tabla 11- Posición de los servos para el inicio y fin*

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Hombro</b>	0°
<b>Brazo</b>	0°
<b>Codo</b>	0°
<b>Antebrazo</b>	90°
<b>Muñeca</b>	90°
<b>Menique</b>	180°
<b>Anular</b>	180°

<b>Medio</b>	180°
<b>Índice</b>	180°
<b>Pulgar</b>	180°
<b>Pulgar Inferior</b>	90°

Fuente: Autoría.

○ Ángulos de giro

*Tabla 12- Posición de los servos para balancear alto*

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Hombro</b>	0°
<b>Brazo</b>	0°
<b>Codo</b>	120°
<b>Antebrazo</b>	90°
<b>Muñeca</b>	90°
<b>Menique</b>	0°
<b>Anular</b>	0°
<b>Medio</b>	0°
<b>Índice</b>	0°
<b>Pulgar</b>	0°
<b>Pulgar Inferior</b>	90°

Fuente: Autoría.

*Tabla 13- Posición de los servos para balancear bajo*

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Hombro</b>	0°
<b>Brazo</b>	0°
<b>Codo</b>	90°
<b>Antebrazo</b>	90°
<b>Muñeca</b>	90°
<b>Menique</b>	0°
<b>Anular</b>	0°
<b>Medio</b>	0°

<b>Índice</b>	0°
<b>Pulgar</b>	0°
<b>Pulgar Inferior</b>	90°

Fuente: Autoría.

Tabla 14- Posición de los servos para hacer tijera

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Hombro</b>	0°
<b>Brazo</b>	0°
<b>Codo</b>	120°
<b>Antebrazo</b>	90°
<b>Muñeca</b>	90°
<b>Menique</b>	0°
<b>Anular</b>	0°
<b>Medio</b>	180°
<b>Índice</b>	180°
<b>Pulgar</b>	0°
<b>Pulgar Inferior</b>	90°

Fuente: Autoría.

Tabla 15- Posición de los servos para hacer papel

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Hombro</b>	0°
<b>Brazo</b>	0°
<b>Codo</b>	120°
<b>Antebrazo</b>	90°
<b>Muñeca</b>	90°
<b>Menique</b>	180°
<b>Anular</b>	180°
<b>Medio</b>	180°
<b>Índice</b>	180°
<b>Pulgar</b>	180°
<b>Pulgar Inferior</b>	90°

Fuente: Autoría.

Tabla 16- Posición de los servos para hacer piedra

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Hombro</b>	0°
<b>Brazo</b>	0°
<b>Codo</b>	120°
<b>Antebrazo</b>	90°
<b>Muñeca</b>	90°
<b>Menique</b>	0°
<b>Anular</b>	0°
<b>Medio</b>	0°
<b>Índice</b>	0°
<b>Pulgar</b>	0°
<b>Pulgar Inferior</b>	90°

Fuente: Autoría.

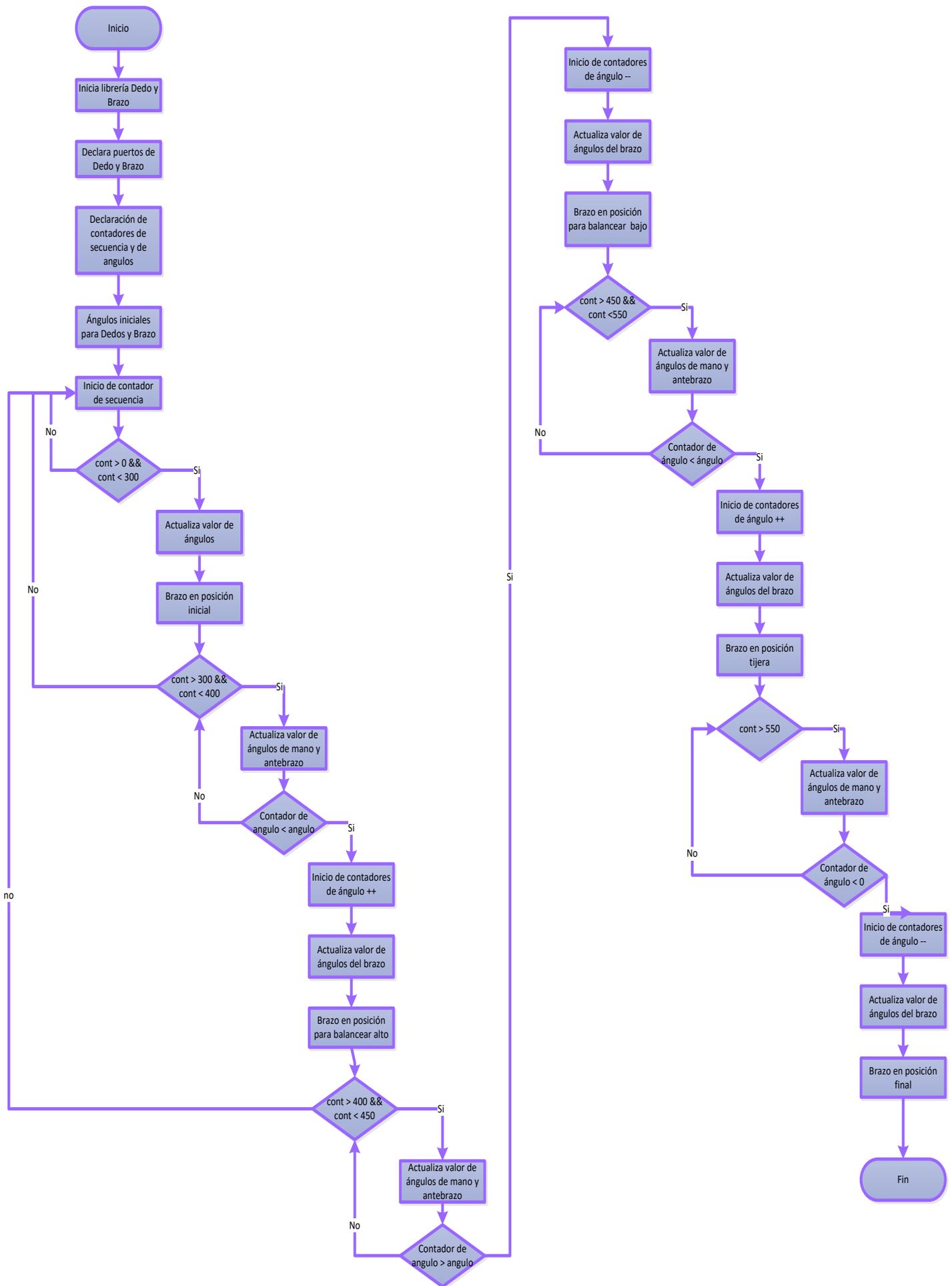
○ Diagrama de flujo

En el siguiente diagrama se explica el orden de cómo debe de ir la estructura de la programación para generar el movimiento de cerrar la mano:

- Se debe de mandar a llamar la librería Dedo `#include <Dedo.h>` y `#include <Brazo.h>`, Esta librería es la encargada de habilitar para el movimiento de los servos.
- Se declarara los pines digitales del Arduino para cada parte del brazo, se recomienda declararlos en orden para una mayor facilidad al momento de conectarlos.
- Como se desea que genere el movimiento de Me Gusta se deberá crear variables para cada parte del brazo, para lo cual la mano deberá estar abierta y al resto del brazo en posición horizontal flexionando el brazo (Posición inicial) y otras variables para del brazo con los ángulos a los que se desea mover.

- Declaración de contadores de secuencia y de contadores de ángulo estos será para controlar la velocidad del movimiento del brazo.
- Se iniciara el contador de secuencia para el control de movimientos de las partes del brazo.
- Si el contador de secuencia es  $\text{cont} > 0 \ \&\& \ \text{cont} < 300$ , se actualizarán los datos en el brazo y el brazo se pondrá en posición inicial.
- Si el contador de secuencia es  $\text{cont} > 300 \ \&\& \ \text{cont} < 400$ , se actualizarán los datos de los dedos y del antebrazo e iniciara los contadores de ángulo en los cuales aumentara si el contador de ángulo  $< \text{ángulo}$  generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo deseado y finalmente se pondrá en posición balanceo alto.
- Si el contador de secuencia es  $\text{cont} > 400 \ \&\& \ \text{cont} < 450$ , se actualizarán los datos de los dedos y del antebrazo e iniciara los contadores de ángulo en los cuales aumentara si el contador de ángulo  $> \text{ángulo}$  generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo deseado y finalmente se pondrá en posición balanceo bajo.
- Si el contador de secuencia es  $\text{cont} > 450 \ \&\& \ \text{cont} < 550$ , se actualizarán los datos de los dedos y del antebrazo e iniciara los contadores de ángulo en los cuales aumentara si el contador de ángulo  $< \text{ángulo}$  generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo deseado y finalmente se pondrá en posición balanceo alto y se deberá alterar los ángulos debido a la posición que se desee esta vez se optó por tijera.

- Si el contador de secuencia es de  $\text{cont} > 550$ , se actualizarán los datos en la mano y el antebrazo, e iniciara los contadores de ángulo en los cuales disminuirá el contador de ángulo  $>$  ángulo generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo inicial y finalmente se pondrá todo el brazo en posición final.



/////////////////DECLARACION DE LIBRERIAS/////////////////

#include <Dedo.h> //SE MANDA A LLAMAR A LA LIBRERIA DEDO

//PARA LOS SERVOS MAS PEQUENOS

#include <Brazo.h> //SE MANDA A LLAMAR A LA LIBRERIA BRAZO

//PARA LOS SERVOMOTORES GRANDES HV2060MG

/////////////////DECLARACION DE PUERTOS/////////////////

//-----PUERTOS DE LA MANO-----//

Dedo menique (2); //CONECTA EL SERVO DEL MENIQUE EN EL PIN 2  
AL OBJETO DEDO

Dedo anular (3); //CONECTA EL SERVO DEL ANULAR EN EL PIN 3 AL  
OBJETO DEDO

Dedo medio (4); //CONECTA EL SERVO DEL MEDIO EN EL PIN 4 AL  
OBJETO DEDO

Dedo indice (5); //CONECTA EL SERVO DEL INDICE EN EL PIN 5 AL  
OBJETO DEDO

Dedo pulgar (6); //CONECTA EL SERVO DEL PULGAR EN EL PIN 6 AL  
OBJETO DEDO

Dedo metacarpio (7); //CONECTA EL SERVO DEL METACARPIO EN EL  
PIN 7 AL OBJETO DEDO

Brazo munieca(8); //CONECTA EL SERVO DE LA MUNIECA EN EL PIN  
8 AL OBJETO BRAZO

Brazo antebrazo(9); //CONECTA EL SERVO DEL ANEBRAZO EN EL PIN 9  
AL OBJETO BRAZO

Brazo codo(10); //CONECTA EL SERVO DEL CODO EN EL PIN 10 AL  
OBJETO BRAZO

Brazo brazo(11); //CONECTA EL SERVO DEL BRAZO EN EL PIN 11 AL  
OBJETO BRAZO

Brazo hombro(12); //CONECTA EL SERVO DEL HOMBRO EN EL PIN 12  
AL OBJETO BRAZO

//////////////////DECLARACION DE VARIABLES//////////////////

//-----VARIABLES DE LA MANO-----//

int ang2 = 180; //VARIABLE ang2 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang3 = 180; //VARIABLE ang3 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang4 = 180; //VARIABLE ang4 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang5 = 180; //VARIABLE ang5 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang6 = 180; //VARIABLE ang6 EN EL ANGULO INICIAL DE 180

int ang7 = 60; //VARIABLE ang7 EN EL ANGULO INICIAL DE 60

//-----VARIABLES DEL ANTEBTAZO-----//

int ang8 = 90; //VARIABLE ang8 EN EL ANGULO INICIAL DE 90

int ang9 = 90; //VARIABLE ang9 EN EL ANGULO INICIAL DE 100

//-----VARIABLES DEL BRAZO-----//

int ang10Codo = 0; //VARIABLE ang10Codo EN LA POSICION INICIAL DE

0

```
int ang11Brazo = 0; //VARIABLE ang11Brazo EN LA POSICION INICIAL DE
0
```

```
int ang12Hombro = 0; //VARIABLE ang12Hombro EN LA POSICION INICIAL
DE 0
```

```
//-----VARIABLE DE RETARDO-----//
```

```
int cont; //VAIABLE DE ALMACENAMIENTO PARA EL RETARDO
//DEL MOVIMIENTO
```

```
void setup()
```

```
{
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
cont ++; //INICIAMOS EL CONTADOR INCREMENTANDO EN CADA
```

```
VEZ EN 1
```

```
//-----SECUENCIA INICIAL DE LA MANO-----//
```

```
if (cont > 0) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont ES MAYOR
```

```
A 1
```

```
{
```

```
menique.myangulo(ang2); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE
```

```
VAYA A LA VARIABLE ang2
```

anular.myangulo(ang3); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA  
A LA VARIABLE ang3

medio.myangulo(ang4); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang4

indice.myangulo(ang5); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang5

pulgar.myangulo(ang6); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang6

metacarpio.myangulo(ang7);//DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang7

munieca.funcionBrazo(ang8); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang8

antebrazo.funcionBrazo(ang9); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO  
QUE VAYA A LA VARIABLE ang9

codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang10

brazo.funcionBrazo(ang11Brazo);//DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang11

hombro.funcionBrazo(ang12Hombro);//DICE AL SERVO DEL HOMBRO  
QUE VAYA A LA VARIABLE ang12

}

//-----SE MODIFICAN LA POSICION DE LOS SERVOS DE LA  
MANO PARA POCICION-----//

```

//-----DE PIEDRA PAPEL O TIJERA-----
-----//

if ((cont > 300)&(cont <400)) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL
cont ES MAYOR A 300

{

    menique.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE
VAYA A LA POSICION 0

    anular.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA
A LA POSICION 0

    medio.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA
A LA POSICION 0

    indice.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A
LA POSICION 0

    pulgar.myangulo(0); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA
A LA POSICION 0

    metacarpio.myangulo(60); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE
VAYA A LA POSICION 60

    muñeca.funcionBrazo(90); //DICE AL SERVO DE LA MUÑECA QUE
VAYA A LA POSICION 90

    antebrazo.funcionBrazo(100);//DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO
QUE VAYA A LA POSICION 100

    if (ang10Codo <= 90) //HACE UNA COMPARACION SI EL
ang10Codo(0) SI ES MENOR A 90

```

```

    {
        ang10Codo ++;          //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo
AUMENTA EN 1
        delay(5);            //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }

    codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE
VAYA A LA POSICION ang10Codo

    if (ang11Brazo <= 20)    //HACE UNA COMPARACION SI EL
ang11Brazo(0) SI ES MENOR A 20
    {
        ang11Brazo ++;      //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo
AUMENTA EN 1
        delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }

    brazo.funcionBrazo(ang11Brazo); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE
VAYA A LA POSICION ang11Brazo

    if (ang12Hombro <= 0)    //HACE UNA COMPARACION SI EL
ang11Hombro(0) SI ES MENOR A 0
    {
        ang12Hombro ++;     //LA VARIABLE DEL CONTADOR
ang12Hombro AUMENTA EN 1
        delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }

```

```

    hombro.funcionBrazo(ang12Hombro);//DICE AL SERVO DEL BRAZO
QUE VAYA A LA POSICION ang12Hombro

    }

//-----BALANCEA EL BRAZO-----
-----//

    if ((cont > 400)&(cont <450)) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL
cont ES MAYOR A 400

    {

        menique.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE
VAYA A LA POSICION 0

        anular.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA
A LA POSICION 0

        medio.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA
A LA POSICION 0

        indice.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A
LA POSICION 0

        pulgar.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA
A LA POSICION 0

        metacarpio.myangulo(60); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE
VAYA A LA POSICION 60

        munieca.funcionBrazo(90); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE
VAYA A LA POSICION 90

```

antebrazo.funcionBrazo(100); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO  
QUE VAYA A LA POSICION 100

if (ang10Codo >= 70) //HACE UNA COMPARACION SI EL  
ang10Codo(0) SI ES MAYOR A 70

{

ang10Codo --; //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo  
DISMINUYE EN 1

delay(5); //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms

}

codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE  
VAYA A LA POSICION ang10Codo

if (ang11Brazo >= 0) //HACE UNA COMPARACION SI EL  
ang11Brazo(0) SI ES MAYOR A 0

{

ang11Brazo --; //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo  
DISMINUYE EN 1

delay(5); //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms

}

brazo.funcionBrazo(ang11Brazo); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE  
VAYA A LA POSICION ang11Brazo

if (ang12Hombro <= 0) //HACE UNA COMPARACION SI EL  
ang11Hombro(0) SI ES MENOR A 0

```

    {
        ang12Hombro --;           //LA VARIABLE DEL CONTADOR
ang12Hombro DISMINUYE EN 1

        delay(5);           //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }

    hombro.funcionBrazo(ang12Hombro); //DICE AL SERVO DEL BRAZO
QUE VAYA A LA POSICION ang12Hombro

}

//-----SE MODIFICAN LA POSICION DE LOS SERVOS DE LA
MANO PARA POSICION-----//

//-----ESCOJER LA POSICION DE PIEDRA PAPEL O TIJERA -----
-----//

if ((cont > 450)&(cont <550)) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL
cont ES MAYOR A 450

{
    menique.myangulo(0);       //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE
VAYA A LA POSICION 0

    anular.myangulo(0);       //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA
A LA POSICION 0

    medio.myangulo(180);      //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA
A LA POSICION 180

    indice.myangulo(180);     //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA
A LA POSICION 180
}

```

```

    pulgar.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA
A LA POSICION 0

```

```

    metacarpio.myangulo(90); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE
VAYA A LA POSICION 90

```

```

    muñeca.funcionBrazo(90); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE
VAYA A LA POSICION 90

```

```

    antebrazo.funcionBrazo(100); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO
QUE VAYA A LA POSICION 100

```

```

    if (ang10Codo <= 90)        //HACE UNA COMPARACION SI EL
ang10Codo(0) SI ES MENOR A 90

```

```

    {

```

```

        ang10Codo ++;        //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo
AUMENTA EN 1

```

```

        delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms

```

```

    }

```

```

        codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE
VAYA A LA POSICION ang10Codo

```

```

    if (ang11Brazo <= 20)      //HACE UNA COMPARACION SI EL
ang11Brazo(0) SI ES MENOR A 20

```

```

    {

```

```

        ang11Brazo ++;        //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo
AUMENTA EN 1

```

```

    delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
  }

  brazo.funcionBrazo(ang11Brazo);//DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE
VAYA A LA POSICION ang11Brazo

  if (ang12Hombro <= 0)      //HACE UNA COMPARACION SI EL
ang11Hombro(0) SI ES MENOR A 0
  {
    ang12Hombro ++;          //LA VARIABLE DEL CONTADOR
ang12Hombro AUMENTA EN 1

    delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
  }

  hombro.funcionBrazo(ang12Hombro);//DICE AL SERVO DEL BRAZO
QUE VAYA A LA POSICION ang12Hombro
}

//-----SECUENCIA FINAL DE LA MANO-----//

if (cont > 550)          //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont
ES MAYOR A 550
{
  menique.myangulo(ang2); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE
VAYA A LA VARIABLE ang2

  anular.myangulo(ang3); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA
A LA VARIABLE ang3
}

```

medio.myangulo(ang4); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang4

indice.myangulo(ang5); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang5

pulgar.myangulo(ang6); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang6

metacarpio.myangulo(ang7); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang7

munieca.funcionBrazo(ang8); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang8

antebrazo.funcionBrazo(ang9); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO  
QUE VAYA A LA VARIABLE ang9

```

if (ang10Codo >= 0) //HACE UNA COMPARACION
{
    //SI EL ang10Codo(0) SI ES MAYOR A ang10(90)
    ang10Codo --; //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo
DISMINUYE EN 1
    delay(5); //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}
codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL COD0 QUE
VAYA A LA POSICION ang10Codo

```

```

if (ang11Brazo >= 0) //HACE UNA COMPARACION
{
    //SI EL ang11Brazo(0) SI ES MAYOR A ang11(0)

```

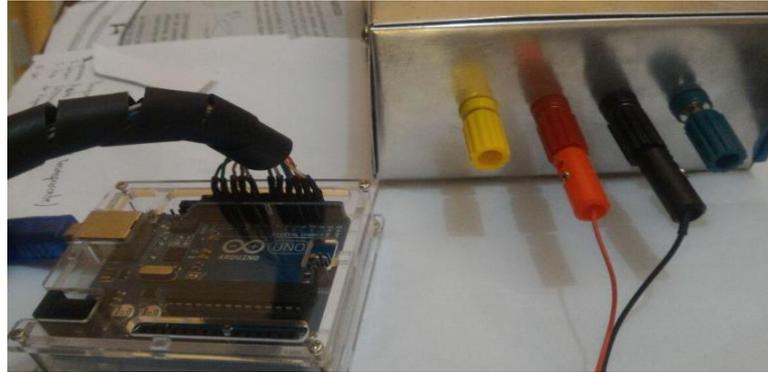
```

    ang11Brazo --;          //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo
DISMINUYE EN 1
    delay(5);              //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}
    brazo.funcionBrazo(ang11Brazo); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE
VAYA A LA POSICION ang11Brazo

    if (ang12Hombro >= 0)  //HACE UNA COMPARACION
    {
        //SI EL ang11Hombro(0) SI ES MENOR A ang12(0)
        ang12Hombro --;    //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang12Hombro
DISMINUYE EN 1
        delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }
    hombro.funcionBrazo(ang12Hombro); //DICE AL SERVO DEL BRAZO
QUE VAYA A LA POSICION ang12Hombro
}
}

```

La conexión del servo con la fuente se puede apreciar en la *Figura 11*



*Figura 11. Conexión de servos de la mano con la fuente*

Fuente. Autoría

La mano se encuentra haciendo la posición de piedra. *Figura 12*



*Figura 12. Brazo en posición de piedra.*

Fuente. Autoría

## ANEXO 11. Manual de usuario del estudiante

El manual de usuario del estudiante está más dirigido a la parte práctica para fortalecer la parte de lógica de programación median ejemplos. El estudiante deberá revisar el manual técnico que se encuentra en el Anexo 4 en donde se trata de una ligera introducción a la plataforma Arduino y a los elementos y componentes del brazo así como los grados de movilidad de cada parte.

A continuación se darán algunos tips que se utilizaran durante todo el desarrollo de la estrategia de aprendizaje enseñanza pero de manera más general para que sirva de apoyo a los estudiantes de los métodos de generación de secuencias.

### 1. Catadores

Son variables acumuladoras que se usan para ir almacenando datos. La función loop en Arduino es la que se ejecuta un número infinito de veces. Al encenderse el Arduino se ejecuta el código del setup y luego se entra al loop, el cual se repite de forma indefinida hasta que se apague o se reinicie el microcontrolador. Y es en esta parte donde la variable acumulador cada vez que se ejecuta un ciclo sigue acumulando valores de acuerdo a se programe para que se incremente o decremente la variable.

Formas de expresar los contadores si cont inicia en 0 o en cualquier otro valor:

```
cont = cont + 1
```

```
cont ++
```

```
cont +1
```

### 2. Condición if()

Es una condicional que se usa en caso de que alguna instrucción se quiera ejecutar alguna o varias veces dentro del código de programación.

Estructura

```
if ( condición )
{
  código de programa en caso de que se cumpla la condición
}
```

### 3. Ejemplo de la utilización de librería ‘Dedo’.

Se debe de tener en cuenta la librería además del pin que se le asignara en el puerto del Arduino y el ángulo de giro que se desea que tenga.

```
#include <Dedo.h> //Librería Dedo
Dedo servo (2); //CONECTA LA VARIABLE SERVO EN EL PIN 2 AL
OBJETO DEDO
int angulo = 180; //DECLARAMOS UNA VARIABLE ENTERA ANGULO
CON 90 GRADOS
void setup()
{
}
void loop()
{
  servo.myangulo(angulo); //DICE AL SERVO QUE VAYA A LA POSICION
DE LA VARIABLE
}
```

### 4. Ejemplo de la utilización de librería ‘Brazo’.

Para la utilización de esta librería se debe llamar previamente a la librería ‘Brazo’ y cabe recalcar que esta librería es para los servos HV2060MG los cuales tienen una gran aceleración para lo cual se usaran contadores para reducir la velocidad.

Donde se pretende mover el servo del codo a 90 grados, el cual deberá empezar en su posición inicial y terminar en la misma posición. El cual tendrá dos contadores el cont que es para realizar el control de las secuencias y el ang10Codo que es un contador para el control de la velocidad del servo del codo.

- Ángulos para posición de inicio y fin

En la tabla 1 se puede apreciar los ángulos a los que debe moverse los servos para ejecutar el movimiento de flexión del brazo

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

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Codo</b>	0°

Fuente: Autoría.

- Ángulos de giro para Me Gusta

En la tabla 2 se puede apreciar los ángulos a los que debe moverse los servos para ejecutar el movimiento de flexión del brazo

*Tabla 2- Posición de los servos para cerrar la mano*

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Codo</b>	90°

Fuente: Autoría.

- Resolución de la práctica:

En la *Tabla 3* se muestra el orden de conexión de los pines para evitar algún problema al momento de cargar el programa n el Arduino.

*Tabla 3. Distribución de Pines del brazo– Arduino Uno*

Pin	Tipo de Servo	Miembro	Código de colores
<b>10</b>	HV2060MG	Codo	Tomate

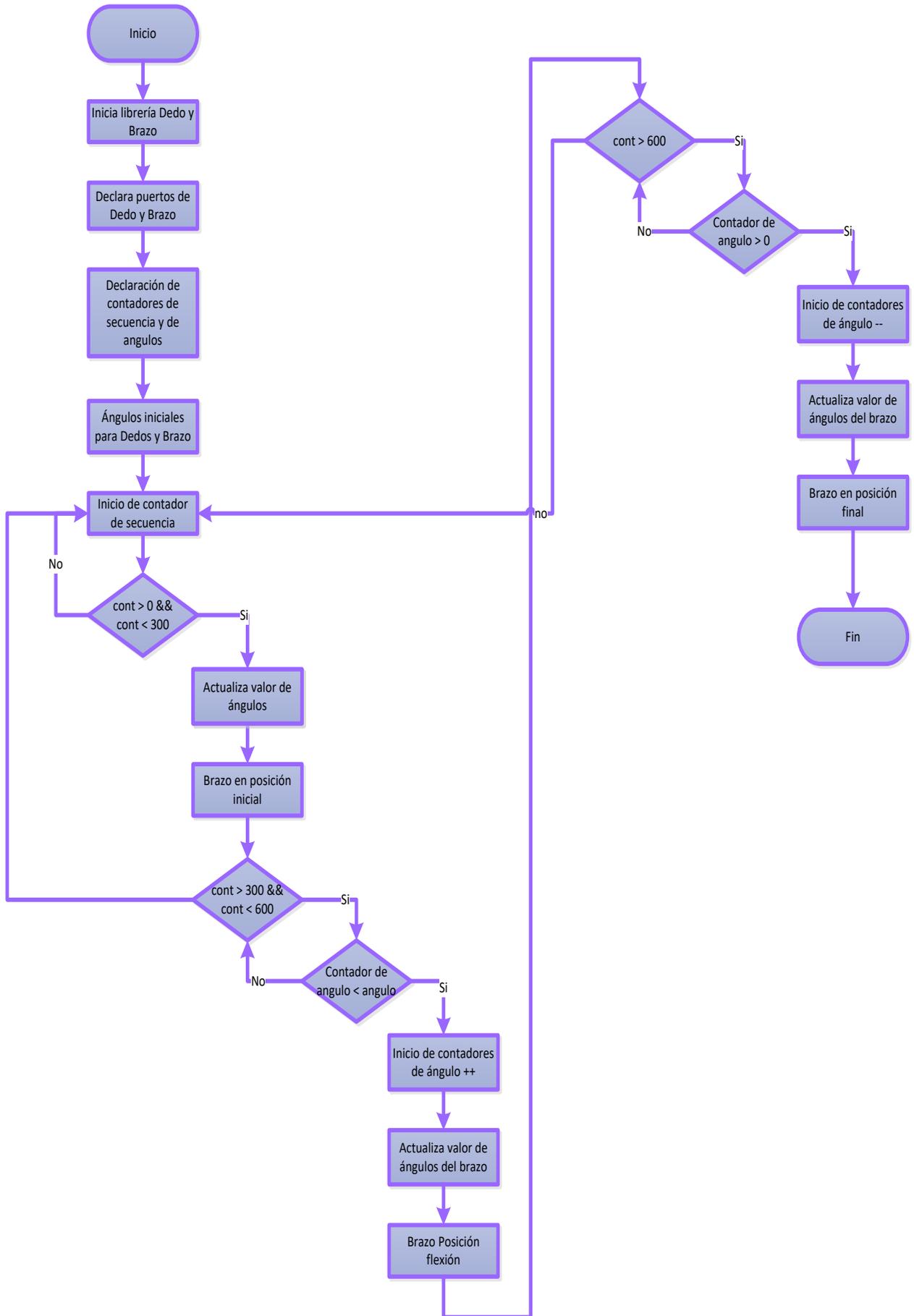
Fuente: Autoría

- Diagrama de flujo

En el siguiente diagrama se explica el orden de cómo debe de ir la estructura de la programación para generar el movimiento de cerrar la mano:

- Se debe de mandar a llamar la librería Dedo `#include <Dedo.h>` y `#include <Brazo.h>`, Esta librería es la encargada de habilitar para el movimiento de los servos.
- Se declarara los pines digitales del Arduino para cada parte del brazo, se recomienda declararlos en orden para una mayor facilidad al momento de conectarlos.
- Como se desea que genere el movimiento de flexión se deberá crear variables para cada parte del brazo, para lo cual la mano deberá estar abierta y al resto del brazo en posición horizontal flexionando el brazo (Posición inicial) y otras variables para del brazo con los ángulos a los que se desea mover.
- Declaración de contadores de secuencia y de contadores de ángulo estos será para controlar la velocidad del movimiento del brazo.
- Se iniciara el contador de secuencia para el control de movimientos de las partes del brazo.
- Si el contador de secuencia es `cont > 0 && cont < 300`, se actualizarán los datos en el brazo y el brazo se pondrá en posición inicial.
- Si el contador de secuencia es `cont > 300 && cont < 600`, se actualizarán los datos de los dedos y del antebrazo e iniciara los contadores de ángulo en los cuales aumentara si el contador de ángulo `< ángulo` generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo deseado y finalmente se pondrá en posición flexión

- Si el contador de secuencia es de  $\text{cont} > 600$ , se actualizarán los datos en la mano y el antebrazo, e iniciara los contadores de ángulo en los cuales disminuirá el contador de ángulo  $> \text{ángulo}$  generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo inicial y finalmente se pondrá todo el brazo en posición final.



```

/////////////////////////////////DECLARACION DE LIBRERIAS/////////////////////////////////

#include <Brazo.h> //SE MANDA A LLAMAR A LA LIBRERIA BRAZO

//PARA LOS SERVOMOTORES GRANDES HV2060MG

/////////////////////////////////DECLARACION DE PUERTOS/////////////////////////////////

//-----PUERTOS DE LA BRAZO-----//

Brazo codo(10); //CONECTA EL SERVO DEL CODO EN EL PIN 10 AL
OBJETO BRAZO

/////////////////////////////////DECLARACION DE VARIABLES/////////////////////////////////

//-----VARIABLES DEL BRAZO-----//

int ang10Codo = 0; //VARIABLE ang10Codo EN LA POSICION INICIAL DE
0

//-----VARIABLE DE RETARDO-----//

int cont; //VAIABLE DE ALMACENAMIENTO PARA EL RETARDO

//DEL MOVIMIENTO

void setup()

{

}

void loop()

{

cont ++; //INICIAMOS EL CONTADOR INCREMENTANDO EN CADA
VEZ EN 1

//-----SECUENCIA INICIAL DE LA MANO-----//

if (cont > 0) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont ES MAYOR
A 1

{

```

```

        codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE
VAYA A LA VARIABLE ang10
    }

    //-----SE MODIFICAN LA POSICION DE LOS SERVOS DE LA
MANO PARA POCISION-----//

    //-----PAZ Y AMOR-----
----//

    if ((cont > 300)&(cont <600)) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL
cont ES MAYOR A 1

    {

        if (ang10Codo <= 90)          //HACE UNA COMPARACION SI EL
ang10Codo(0) SI ES MENOR A 90

        {

            ang10Codo ++;          //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo
AUMENTA EN 1

            delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms

        }

        codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE
VAYA A LA POSICION ang10Codo

    }

    //-----SECUENCIA FINAL DE LA MANO-----//

    if (cont > 600)          //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont
ES MAYOR A 1

    {

        if (ang10Codo >= 0)          //HACE UNA COMPARACION

```

```

    { //SI EL ang10Codo(0) SI ES MAYOR A ang10(90)
      ang10Codo --; //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo
DISMINUYE EN 1
      delay(5); //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }
    codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE
VAYA A LA POSICION ang10Codo
  }
}

```

## 5. Ejercicio integrador de saludo de Paz y Amor

En esta parte se deberá algo ver un poco más avanzado, donde aparte de solo la mano se deberá controlar el brazo y para lograr los movimientos del brazo se deberá realizar un procedimiento para poder controlar la velocidad del mismo. En la cual se deberá realizara la posición de ‘Paz y Amor’

Para lo cual se deberá trabajar con 3 secuencias en las cuales la primera será la posición e inicial luego se deberá cambiar al movimiento y finalmente regresara a la posición final.

- Desarrollo:
  - Ángulos para posición de inicio y fin

En la tabla 3 se puede apreciar los ángulos a los que debe moverse los servos para ejecutar el movimiento de Me gusta.

*Tabla 3- Posición de los servos para el inicio y fin*

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

Fuente: Autoría.

○ Ángulos de giro para Me Gusta

En la tabla 4 se puede apreciar los ángulos a los que debe moverse los servos para ejecutar el movimiento de Me gusta.

*Tabla 4- Posición de los servos para 'Paz y Amor'*

DESCRIPCIÓN	Ángulo
<b>Hombro</b>	60°
<b>Brazo</b>	60°
<b>Codo</b>	100°
<b>Antebrazo</b>	50°
<b>Muñeca</b>	180°
<b>Menique</b>	0°
<b>Anular</b>	180°
<b>Medio</b>	180°
<b>Índice</b>	0°

<b>Pulgar</b>	0°
<b>Pulgar Inferior</b>	90°

Fuente: Autoría.

- Resolución de la práctica:

En la *Tabla 5* se muestra el orden de conexión de los pines para evitar algún problema al momento de cargar el programa en el Arduino.

*Tabla 5. Distribución de Pines del brazo– Arduino Uno*

<b>Pin</b>	<b>Tipo de Servo</b>	<b>Miembro</b>	<b>Código de colores</b>
<b>2</b>	SG90	Meñique	Blanco – Tomate
<b>3</b>	SG90	Anular	Tomate
<b>4</b>	SG90	Medio	Blanco – Verde
<b>5</b>	SG90	Índice	Azul
<b>6</b>	SG90	Pulgar	Blanco – Azul
<b>7</b>	SG90	Pulgar Inferior	Verde
<b>8</b>	MG995	Muñeca	Banco – Café
<b>9</b>	MG995	Antebrazo	Café
<b>10</b>	HV2060MG	Codo	Tomate
<b>11</b>	HV2060MG	Brazo	Verde
<b>12</b>	HV2060MG	Hombro	Café

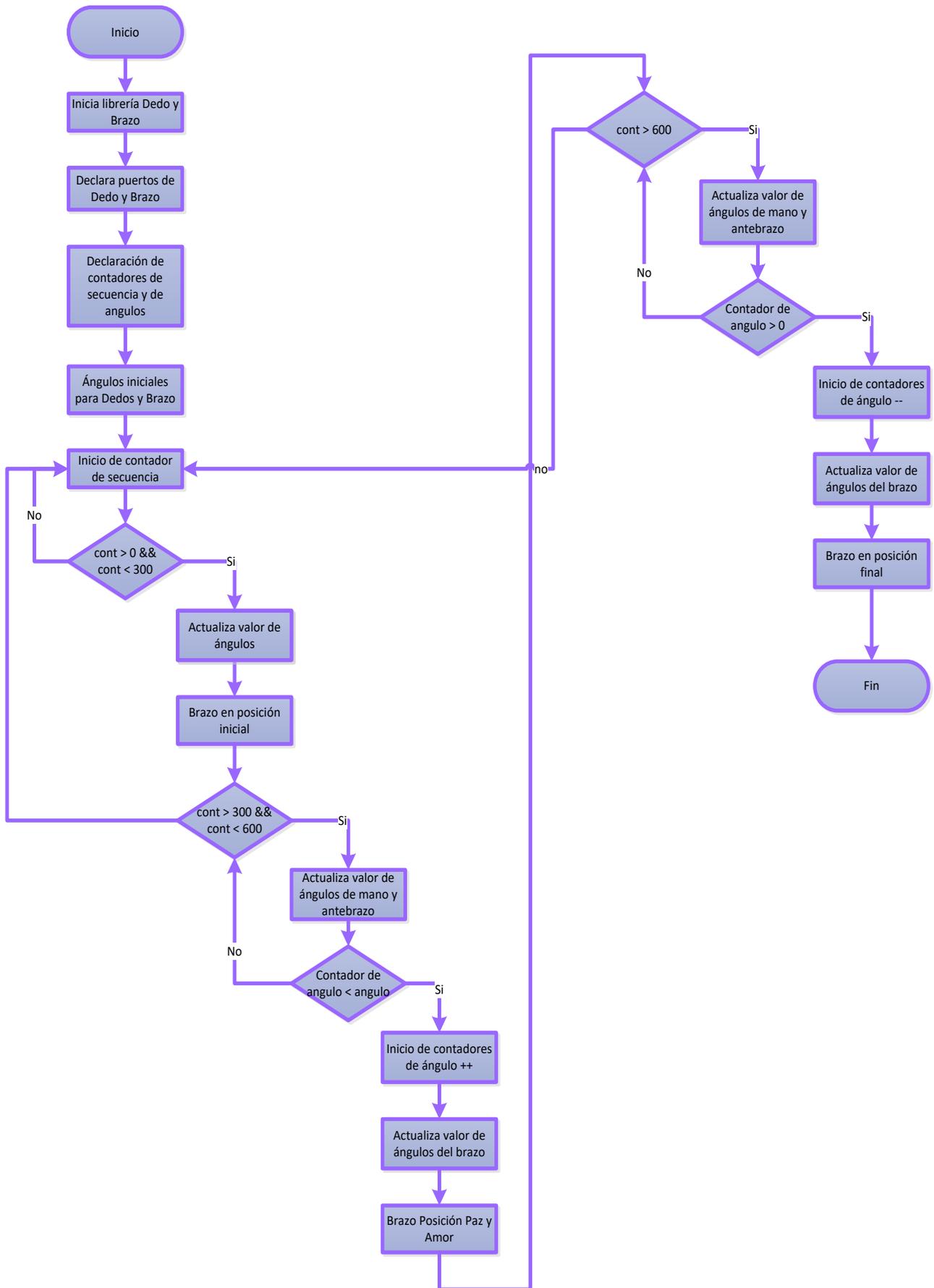
Fuente: Autoría

- Diagrama de flujo

En el siguiente diagrama se explica el orden de cómo debe de ir la estructura de la programación para generar el movimiento de cerrar la mano:

- Se debe de mandar a llamar la librería Dedo `#include <Dedo.h>` y `#include <Brazo.h>`, Esta librería es la encargada de habilitar para el movimiento de los servos.

- Se declarara los pines digitales del Arduino para cada parte del brazo, se recomienda declararlos en orden para una mayor facilidad al momento de conectarlos.
- Como se desea que genere el movimiento de Paz y Amor se deberá crear variables para cada parte del brazo, para lo cual la mano deberá estar abierta y al resto del brazo en posición horizontal flexionando el brazo (Posición inicial) y otras variables para del brazo con los ángulos a los que se desea mover.
- Declaración de contadores de secuencia y de contadores de ángulo estos será para controlar la velocidad del movimiento del brazo.
- Se iniciara el contador de secuencia para el control de movimientos de las partes del brazo.
- Si el contador de secuencia es  $\text{cont} > 0 \ \&\& \ \text{cont} < 300$ , se actualizarán los datos en el brazo y el brazo se pondrá en posición inicial.
- Si el contador de secuencia es  $\text{cont} > 300 \ \&\& \ \text{cont} < 600$ , se actualizarán los datos de los dedos y del antebrazo e iniciara los contadores de ángulo en los cuales aumentara si el contador de ángulo  $< \text{ángulo}$  generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo deseado y finalmente se pondrá en posición Paz y amor.
- Si el contador de secuencia es  $\text{cont} > 600$ , se actualizarán los datos en la mano y el antebrazo, e iniciara los contadores de ángulo en los cuales disminuirá el contador de ángulo  $> \text{ángulo}$  generando así movimientos para la parte del codo y hombro de grado en grado hasta el ángulo inicial y finalmente se pondrá todo el brazo en posición final.



/////////////////DECLARACION DE LIBRERIAS/////////////////

#include <Dedo.h> //SE MANDA A LAMAR A LA LIBRERIA DEDO

//PARA LOS SERVOS MAS PEQUENOS

#include <Brazo.h> //SE MANDA A LLAMAR A LA LIBRERIA BRAZO

//PARA LOS SERVOMOTORES GRANDES HV2060MG

/////////////////DECLARACION DE PUERTOS/////////////////

//-----PUERTOS DE LA MANO-----//

Dedo menique (2); //CONECTA EL SERVO DEL MENIQUE EN EL PIN 2

AL OBJETO DEDO

Dedo anular (3); //CONECTA EL SERVO DEL ANULAR EN EL PIN 3 AL

OBJETO DEDO

Dedo medio (4); //CONECTA EL SERVO DEL MEDIO EN EL PIN 4 AL

OBJETO DEDO

Dedo indice (5); //CONECTA EL SERVO DEL INDICE EN EL PIN 5 AL

OBJETO DEDO

Dedo pulgar (6); //CONECTA EL SERVO DEL PULGAR EN EL PIN 6 AL

OBJETO DEDO

Dedo metacarpio (7); //CONECTA EL SERVO DEL METACARPIO EN EL

PIN 7 AL OBJETO DEDO

Brazo munieca(8); //CONECTA EL SERVO DE LA MUNIECA EN EL PIN

8 AL OBJETO BRAZO

Brazo antebrazo(9); //CONECTA EL SERVO DEL ANEBRAZO EN EL PIN 9

AL OBJETO BRAZO

Brazo codo(10); //CONECTA EL SERVO DEL CODO EN EL PIN 10 AL  
OBJETO BRAZO

Brazo brazo(11); //CONECTA EL SERVO DEL BRAZO EN EL PIN 11 AL  
OBJETO BRAZO

Brazo hombro(12); //CONECTA EL SERVO DEL HOMBRO EN EL PIN 12  
AL OBJETO BRAZO

//////////////////DECLARACION DE VARIABLES//////////////////

//-----VARIABLES DE LA MANO-----//

int ang2 = 180; //VARIABLE ang2 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang3 = 180; //VARIABLE ang3 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang4 = 180; //VARIABLE ang4 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang5 = 180; //VARIABLE ang5 EN EL ANGULO INICIAL DE 0

int ang6 = 180; //VARIABLE ang6 EN EL ANGULO INICIAL DE 180

int ang7 = 90; //VARIABLE ang7 EN EL ANGULO INICIAL DE 90

//-----VARIABLES DEL ANTEBRAZO-----//

int ang8 = 90; //VARIABLE ang8 EN EL ANGULO INICIAL DE 90

int ang9 = 90; //VARIABLE ang9 EN EL ANGULO INICIAL DE 100

//-----VARIABLES DEL BRAZO-----//

int ang10Codo = 0; //VARIABLE ang10Codo EN LA POSICION INICIAL DE

```
int ang11Brazo = 0; //VARIABLE ang11Brazo EN LA POSICION INICIAL DE
0
```

```
int ang12Hombro = 0; //VARIABLE ang12Hombro EN LA POSICION INICIAL
DE 0
```

```
//-----VARIABLE DE RETARDO-----//
```

```
int cont; //VAIABLE DE ALMACENAMIENTO PARA EL RETARDO
//DEL MOVIMIENTO
```

```
void setup()
```

```
{
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
cont ++; //INICIAMOS EL CONTADOR INCREMENTANDO EN CADA
```

```
VEZ EN 1
```

```
//-----SECUENCIA INICIAL DE LA MANO-----//
```

```
if (cont > 0) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont ES MAYOR
```

```
A 1
```

```
{
```

```
menique.myangulo(ang2); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE
```

```
VAYA A LA VARIABLE ang2
```

anular.myangulo(ang3); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA  
A LA VARIABLE ang3

medio.myangulo(ang4); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang4

indice.myangulo(ang5); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang5

pulgar.myangulo(ang6); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A  
LA VARIABLE ang6

metacarpio.myangulo(ang7);//DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang7

munieca.funcionBrazo(ang8); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang8

antebrazo.funcionBrazo(ang9); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO  
QUE VAYA A LA VARIABLE ang9

codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang10

brazo.funcionBrazo(ang11Brazo);//DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE  
VAYA A LA VARIABLE ang11

hombro.funcionBrazo(ang12Hombro);//DICE AL SERVO DEL HOMBRO  
QUE VAYA A LA VARIABLE ang12

}

```
//-----SE MODIFICAN LA POSICION DE LOS SERVOS DE LA
MANO PARA POSICION-----//
```

```
//-----PAZ Y AMOR-----
----//
```

```
if ((cont > 300)&(cont <600)) //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL
cont ES MAYOR A 1
```

```
{
```

```
    menique.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE
VAYA A LA POSICION 0
```

```
    anular.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA
A LA POSICION 0
```

```
    medio.myangulo(180);    //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA
A LA POSICION 180
```

```
    indice.myangulo(180);    //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA
A LA POSICION 180
```

```
    pulgar.myangulo(0);    //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA
A LA POSICION 0
```

```
    metacarpio.myangulo(40); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE
VAYA A LA POSICION 40
```

```
    muñeca.funcionBrazo(180); //DICE AL SERVO DE LA MUÑECA QUE
VAYA A LA POSICION 180
```

```
    antebrazo.funcionBrazo(50); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO QUE
VAYA A LA POSICION 50
```

```

        if (ang10Codo <= 90)           //HACE UNA COMPARACION SI EL
ang10Codo(0) SI ES MENOR A 90
    {
        ang10Codo ++;           //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo
AUMENTA EN 1
        delay(5);           //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }
    codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE
VAYA A LA POSICION ang10Codo

```

```

        if (ang11Brazo <= 50)       //HACE UNA COMPARACION SI EL
ang11Brazo(0) SI ES MENOR A 50
    {
        ang11Brazo ++;           //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo
AUMENTA EN 1
        delay(5);           //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }
    brazo.funcionBrazo(ang11Brazo); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE
VAYA A LA POSICION ang11Brazo

```

```

        if (ang12Hombro <= 50)     //HACE UNA COMPARACION SI EL
ang11Hombro(0) SI ES MENOR A 50
    {
        ang12Hombro ++;           //LA VARIABLE DEL CONTADOR
ang12Hombro AUMENTA EN 1

```

```

        delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
    }

    hombro.funcionBrazo(ang12Hombro); //DICE AL SERVO DEL BRAZO
    QUE VAYA A LA POSICION ang12Hombro
}

//-----SECUENCIA FINAL DE LA MANO-----//

if (cont > 600)          //SE REALIZA UNA COMPARACION SI EL cont
    ES MAYOR A 1
{
    menique.myangulo(ang2); //DICE AL SERVO DEL MENIQUE QUE
    VAYA A LA VARIABLE ang2

    anular.myangulo(ang3); //DICE AL SERVO DEL ANULAR QUE VAYA
    A LA VARIABLE ang3

    medio.myangulo(ang4); //DICE AL SERVO DEL MEDIO QUE VAYA A
    LA VARIABLE ang4

    indice.myangulo(ang5); //DICE AL SERVO DEL INDICE QUE VAYA A
    LA VARIABLE ang5

    pulgar.myangulo(ang6); //DICE AL SERVO DEL PULGAR QUE VAYA A
    LA VARIABLE ang6

    metacarpio.myangulo(ang7); //DICE AL SERVO DEL METACARPIO QUE
    VAYA A LA VARIABLE ang7

    munieca.funcionBrazo(ang8); //DICE AL SERVO DE LA MUNIECA QUE
    VAYA A LA VARIABLE ang8
}

```

antebrazo.funcionBrazo(ang9); //DICE AL SERVO DEL ANTEBRAZO  
QUE VAYA A LA VARIABLE ang9

```

if (ang10Codo >= 0)      //HACE UNA COMPARACION
{
    //SI EL ang10Codo(0) SI ES MAYOR A ang10(90)
    ang10Codo --;      //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang10Codo
DISMINUYE EN 1

    delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}

codo.funcionBrazo(ang10Codo); //DICE AL SERVO DEL CODO QUE
VAYA A LA POSICION ang10Codo

```

```

if (ang11Brazo >= 0)    //HACE UNA COMPARACION
{
    //SI EL ang11Brazo(0) SI ES MAYOR A ang11(0)
    ang11Brazo --;      //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang11Brazo
DISMINUYE EN 1

    delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
}

brazo.funcionBrazo(ang11Brazo); //DICE AL SERVO DEL BRAZO QUE
VAYA A LA POSICION ang11Brazo

```

```

if (ang12Hombro >= 0)   //HACE UNA COMPARACION
{
    //SI EL ang11Hombro(0) SI ES MENOR A ang12(0)
    ang12Hombro --;     //LA VARIABLE DEL CONTADOR ang12Hombro
DISMINUYE EN 1

```

```
    delay(5);          //ES UN COMANDO PARA RETARDE DE 5ms
  }

  hombro.funcionBrazo(ang12Hombro);//DICE AL SERVO DEL BRAZO
  QUE VAYA A LA POSICION ang12Hombro
}

}
```

## ANEXO 12. Respaldo Fotográfico De Resultados



## ANEXO 13. Tabulación De Cuestionario Al Final Del

### Proyecto

#### ENCUESTA

Esta encuesta está dirigida a estudiantes de instituciones educativas de nivel medio con el propósito de recopilar información para la implementación de un prototipo electrónico que permita la enseñanza de fundamentos de lógica de programación en los estudiantes del UNIDAD EDUCATIVA 17 DE JULIO.

RESPONDE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS CON UN “X “

1. ¿Qué tipo de destreza o habilidad desarrollaste?

- |                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| <input type="radio"/> Autoconocimiento      | 10 |
| <input type="radio"/> Toma de decisiones    | 6  |
| <input type="radio"/> Solución de problemas | 3  |
| <input type="radio"/> Pensamiento creativo  | 13 |



Gráfico 2. Destreza o habilidad desarrollada

FUENTE: Autoría

#### Análisis:

La mayoría de los estudiantes encuestados desarrollaron un Pensamiento creativo es decir el 41%, además de un autoconocimiento con el 31% y se puede apreciar un 19% de estudiantes afirmaron en la Toma de decisiones y el 9% de Solución de problemas en todo el transcurso del proyecto.

2. ¿Con cuál de estas materias se relacionó más el desarrollo del proyecto?

- Ciencias 4
- Tecnologías 13
- Ingeniería 11
- Matemática 8

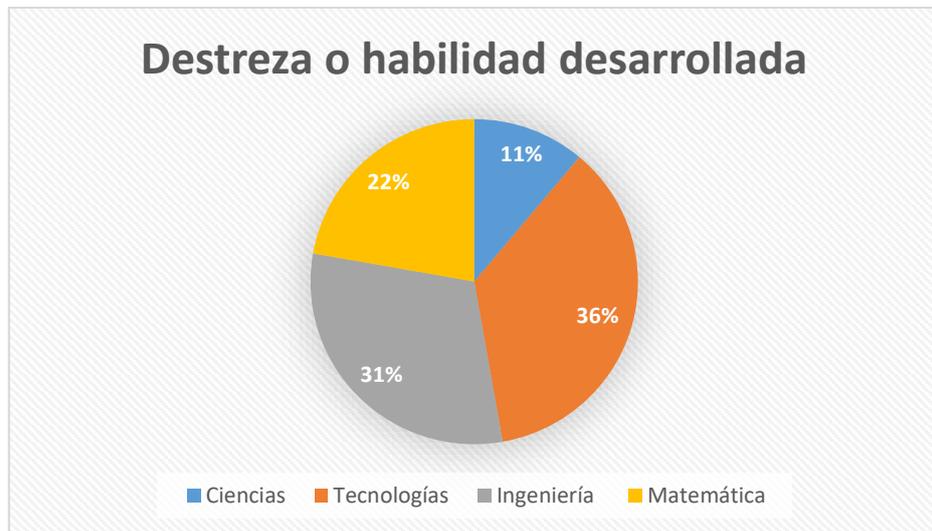


Gráfico 2. Destreza o habilidad desarrollada  
FUENTE: Autoría

### Análisis:

La mayoría de los estudiantes encuestados relacionan al proyecto con las tecnologías con un porcentaje de un 36% y un 11% con la Ingeniería siendo estos los porcentajes más altos de la encuesta, un 22% los relacionó con las matemáticas y un 11% que es las Ciencias que fueron los que relacionaron con las 4 materias que son las CTIM.

3. ¿Incentivo a la innovación y desarrollo tecnológico el siguiente proyecto?

- SI \_\_\_\_\_ 15
- NO \_\_\_\_\_ 0

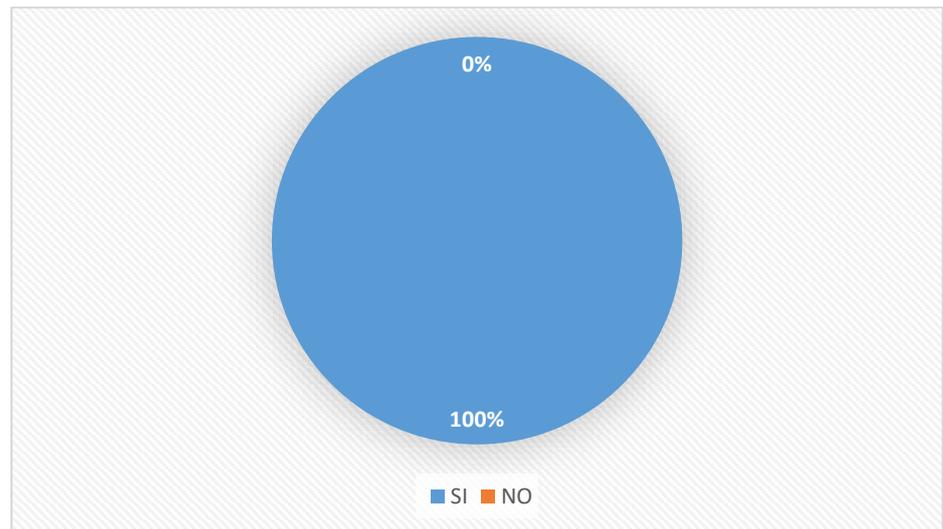


Gráfico 3. *Incentivo a la innovación y desarrollo tecnológico el siguiente proyecto*  
 FUENTE: Autoría

### Análisis:

El total de encuestados, es decir el 100% de los estudiantes consideran que les incentivo a la innovación y desarrollo tecnológico el siguiente proyecto.

4. ¿Fue una forma de aprovechar el tiempo frente a un computador?

SI \_\_\_\_\_ 15

NO \_\_\_\_\_ 0

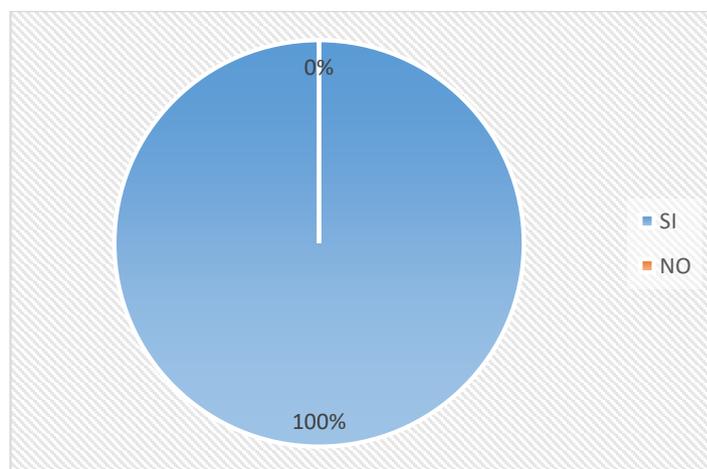


Gráfico 4. *Forma de aprovechar el tiempo frente a un computador*  
 FUENTE: Autoría

**Análisis:**

El total de encuestados, es decir el 100% considera que es una buena forma de aprovechar el tiempo frente a un computador.

## 5. ¿Ayudo a estimular ideas de forma creativa y organizacional?

SI \_\_\_\_\_ 15

NO \_\_\_\_\_ 0

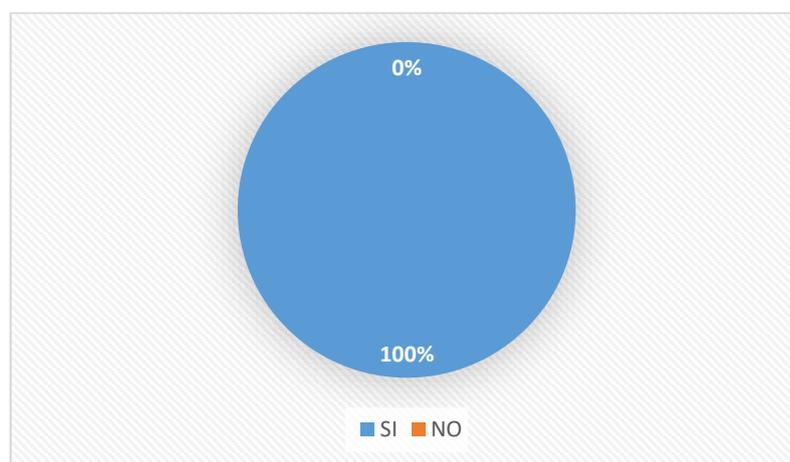


Gráfico 5. Ayudo a estimular ideas de forma creativa y organizacional  
FUENTE: Autoría

**Análisis:**

El total de encuestados, es decir el 100% creen que es una buena manera de estimular ideas de forma creativa y organizacional.

6. ¿Desarrollaste alguna habilidad de pensamiento lógico con la programación?

SI \_\_\_\_\_ 11

NO \_\_\_\_\_ 4

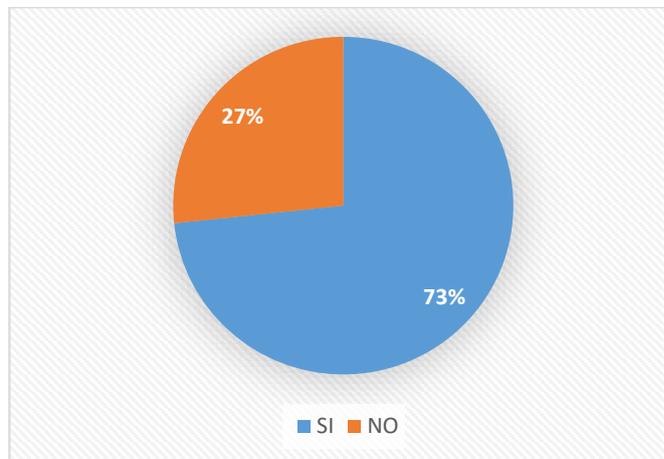


Gráfico 6. *Habilidad de pensamiento lógico con la programación*  
FUENTE: Autoría

#### **Análisis:**

La mayoría de los encuestados, es decir el 73% afirmo que desarrollo una habilidad de pensamiento lógico con la programación y un 27% piensa que no desarrollo cierta habilidad con la programación.

7. ¿Cómo piensas que fue lograr movilidad en el brazo?

Fácil 7

Medio 5

Difícil 2

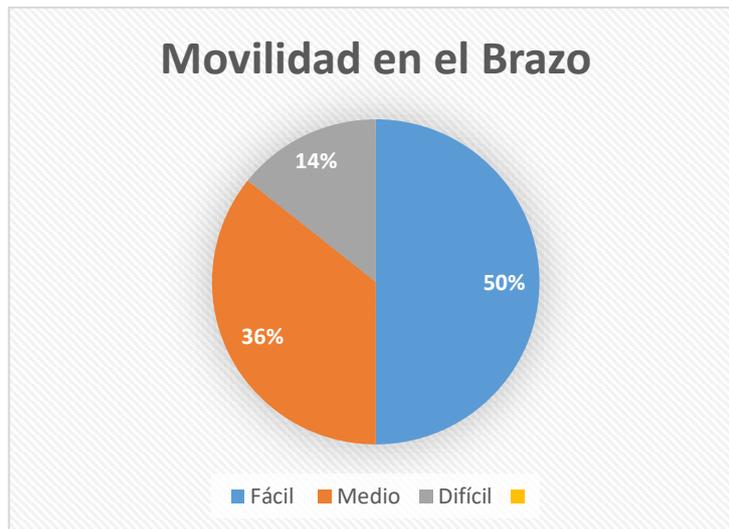


Gráfico 7. Movilidad en el Brazo  
FUENTE: Autoría

#### Análisis:

La mayoría de los encuestados, es decir el 50% afirma que es fácil lograr la movilidad del brazo mediante la programación, el 36% considera que es intermedio y el 14% considero que era difícil.

8. ¿Crees que se deben seguir aplicando este tipo de proyectos en las instituciones educativas

SI \_\_\_\_\_ 15

NO \_\_\_\_\_ 0

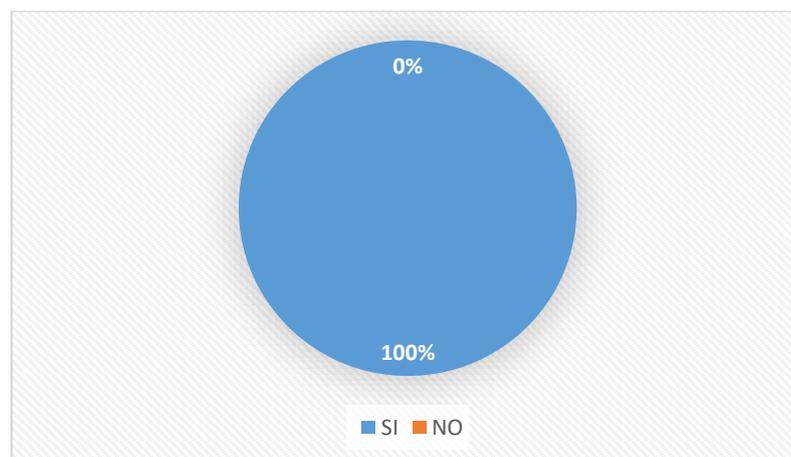


Gráfico 8. Se deberían seguir aplicando este tipo de proyectos.  
FUENTE: Autoría

**Análisis:**

El total de los encuestados, es decir el 100% consideran que se deberán seguir aplicando este tipo de proyectos e las instituciones educativas.

9. ¿El docente respondió positivamente a esta actividad?

SI \_\_\_\_\_ 12

NO \_\_\_\_\_ 3

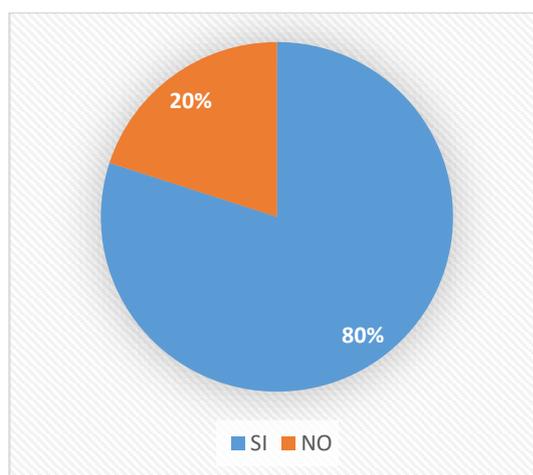


Gráfico 9. Respuesta positiva del docente.

*FUENTE: Autoría*

**Análisis:**

La mayoría de los encuestados, es decir el 80% han afirmado que el docente tubo una actitud positiva con la realización del proyecto.

10. ¿Se cumplió con el objetivo planteado al inicio del proyecto?

SI \_\_\_\_\_ 14

NO \_\_\_\_\_ 1

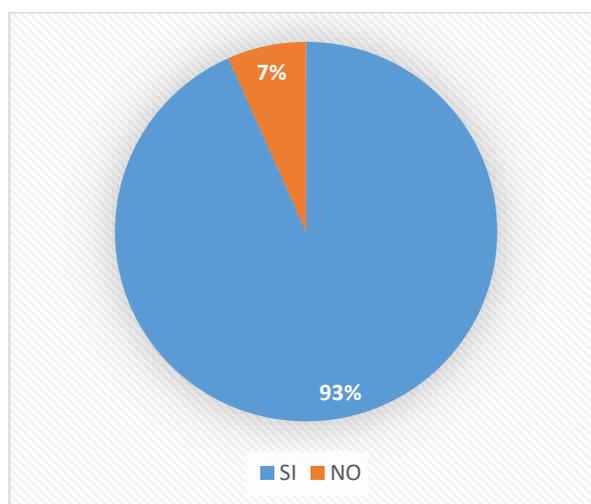


Gráfico 10. *Se cumplió con el objetivo planteado al inicio del proyecto*  
FUENTE: Autoría

**Análisis:**

La mayoría de los encuestados, es decir el 93% están de acuerdo que se cumplió con los objetivos que se planteó el proyecto y el 7% considera que no se cumplió.

## ANEXO 14. Cuestionario realizado los estudiantes al final de proceso.

### UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

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

#### Cuestionario

Este cuestionario está dirigida a estudiantes de instituciones educativas de nivel medio con el propósito de recopilar información de la implementación de un prototipo electrónico que permite una nueva estrategia de enseñanza a los estudiantes del UNIDAD EDUCATIVA 17 DE JULIO.

#### INSTRUCCIONES

Para contestar las preguntas lea cuidadosamente el enunciado y escoja solo una respuesta marcando con una "X" sobre la opción con la cual este de acuerdo o pertenezca. Agradecemos su colaboración y honestidad en el desarrollo de la prueba. Conteste por favor todas las preguntas evitando hacerlo al azar. La escala de respuestas es la siguiente:

1. Totalmente en desacuerdo
  2. En desacuerdo
  3. Algunas veces
  4. De acuerdo
  5. Totalmente de acuerdo
- N/A. No aplica

<b>Trabajo en quipo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>N/A</b>
¿Mejoro la comunicación y comprensión entre compañeros?						
¿Con el trabajo en grupo se forjan habilidad de liderazgo para próximos retos?						
¿Se puede lograr el enriquecimiento de cada uno de los actores de un grupo de trabajo?						
<b>Creatividad</b>						
¿Se logra el fortalecimiento de destrezas y habilidades?						
¿Se fomenta la iniciativa de aplicativos similares basados con esta tecnología?						
¿Con este tipo de práctica ayuda a manifestar sus ideas de forma creativa y de organización?						

<b>Innovación en la educación</b>						
¿Es un cambio de prácticas pedagógicas?						
¿Es un proceso de tecnificación en la educación?						
¿Es una relación directa con un buen uso de la tecnología?						
<b>Desarrollo de habilidades en programación</b>						
¿Se desarrolla habilidades de pensamiento y razonamiento lógico?						
¿Se incentivó a una programación interactiva?						
¿Hubo más interés que la programación se ejecute en tiempo real?						
<b>Motivación</b>						
¿Con este tipo de prácticas crece la confianza y seguridad?						
¿Es una forma de aprender, jugar y al mismo tiempo de generar conocimientos?						
¿Se generan ambientes más activos donde se imagina, simula, crea, recrea e innova?						
<b>Unificación de materias</b>						
¿Logra generar interés que no todas las áreas poseen?						
¿Mediante estas prácticas incentiva a la integración de materias?						
¿Es una forma de integración a proyectos multidisciplinarios?						
<b>Nueva estrategia de enseñanza</b>						
¿Es una nueva herramienta didáctica?						
¿Es una forma de evitar el aburrimiento dentro de las aulas?						
¿Se crea nuevos ambientes de aprendizaje?						
<b>Nueva metodología de aprendizaje</b>						
¿Se tiene un rol más activo en el proceso de enseñanza – aprendizaje?						
¿Incentiva a la construcción de sus propios conocimientos?						
¿Fomenta el aprendizaje intuitivo y descubrimiento guiado?						
<b>Pensamiento crítico</b>						
¿Se generan ambientes en donde la crítica pueda dar soluciones?						
¿Se incentiva a que despierten inquietudes?						
¿Se generan nuevas soluciones para la resolución de problemas?						
<b>Tecnología</b>						
¿Se fomenta al uso de herramientas tecnológicas?						
¿Estas prácticas se consideran recursos en las instituciones educativas?						
¿Se despierta el ingenio e identifica aptitudes en áreas tecnológicas?						

Esta Para obtener el resultado se suma el puntaje máximo a obtener en cada grupo de preguntas que representa el 100%. Luego se sumara el puntaje obtenido de los participantes y se procede a hacer una regla de 3 simple:

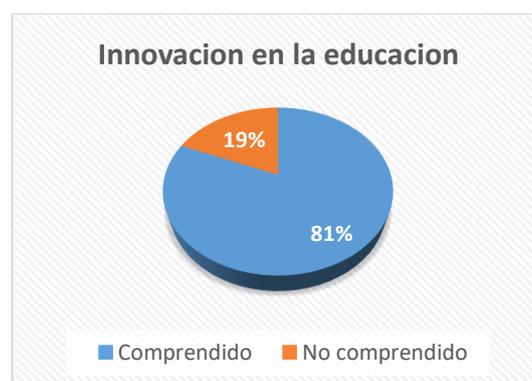
El 78% está de acuerdo que se ha mejorado la comunicación habilidades de liderazgo y el enriquecimiento de cada uno de los actores de trabajo en grupo.



El 90% de los encuestados está de acuerdo que se fortalecen las destrezas, la iniciativa para aplicativos similares y la organización.



El 81.33% opina que el proyecto cambia las practicas pedagógicas ayudando a la tecnificación en la educación y tiene una relación directa con el buen uso de la tecnología.



El 77.33% de los encuestados opina que se desarrolla el pensamiento lógico, se incentiva a la programación.



El 87% está de acuerdo que crece la confianza y seguridad y piensa que se puede jugar y aprender al mismo tiempo de esta manera estimulando la creatividad y la innovación.



El 86.67% cree que mediante estas prácticas se incentiva a la unificación de materias y a la unificación de proyectos interdisciplinarios.



El 83% considera el proyecto como una nueva herramienta didáctica que ayuda a evita el aburrimiento creando así nuevos ambientes de aprendizaje.



El 84% está de acuerdo en que la nueva metodología de aprendizaje cumple un rol activo en el proceso de enseñanza y aprendizaje e incentiva la construcción del autoaprendizaje intuitivo.



El 71% considera que se genera pensamiento crítico para la resolución de problemas base de propias inquietudes que son solventadas con la práctica.



El 91.33% está de acuerdo que 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.

