

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y**  
**MECÁNICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS**



**TESIS**

---

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN**  
**ROBÓTICA PARA LA AUTO REGULACIÓN DE LA CONDUCTA EN NIÑOS**  
**CON TDAH DE 5 A 10 AÑOS DE EDAD**

---

**PRESENTADO POR:**

BR. ALEX MANSILLA ZUÑIGA  
BR. SAUL HANS LUNA KANCHA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO INFORMÁTICO Y DE SISTEMAS**

**ASESOR:**

DR. EDWIN CARRASCO POBLETE

CUSCO - PERÚ  
2024

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN ROBÓTICA PARA LA AUTO REGULACIÓN DE LA CONDUCTA EN NIÑOS CON TDAH DE 5 A 10 AÑOS DE EDAD.**

presentado por: **ALEX MANSILLA ZUÑIGA** con DNI Nro.: **46605917** y por: **SAUL HANS LUNA KANCHA** con DNI Nro.: **46029477** para optar el título profesional/grado académico de **INGENIERO INFORMÁTICO Y DE SISTEMAS.**

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por .....<sup>01</sup> veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de .....<sup>08</sup> %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 30 de octubre de 2024



Firma  
Post firma.....EDWIN CARRASCO POBLETE.....

Nro. de DNI.....24001157.....

ORCID del Asesor.....0000-0003-4437-3960.....

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259-399599917

NOMBRE DEL TRABAJO

**TDAH\_20241027.pdf**

AUTOR

**Luna Saul Mansilla Alex**

RECUENTO DE PALABRAS

**29918 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**177014 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**166 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.0MB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 28, 2024 11:45 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 28, 2024 11:47 PM GMT-5****● 8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 30 palabras)

## DEDICATORIA

*A mis queridos padres Alejandro y Sofia, que me han brindado su apoyo y amor incondicional en todo momento. A mi esposa Fátima, que ha sido mi compañera y fuente de inspiración en este camino. Y a mi hijo Gustavo, que es la razón por la que lucho cada día por ser mejor.*

*Alex*

*Este proyecto está dedicado al Señor de Qoyllurit'i por toda su bendición, a mis queridos padres por su motivación, consejos y su permanente apoyo. A mi esposa Lingmey y a mi hija Nailah, mi principal motivo para mi desarrollo profesional y personal. Finalmente, a mis hermanos y familiares.*

*Saul Hans*

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros familiares por su apoyo, a nuestro asesor Dr. Edwin Carrasco Poblete, por su permanente soporte, consejo y orientación en la implementación de nuestra tesis.

A los docentes de la Escuela profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas que tuvimos el privilegio de tenerlos como maestros, quienes nos dieron la oportunidad de compartir sus conocimientos que nos acompañarán a lo largo de nuestra vida académica y profesional.

## RESUMEN

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es un trastorno a nivel cerebral, que afecta la capacidad del niño de regular su nivel de actividad, presentando hiperactividad motora e inatención, por lo que se le dificulta concentrarse en las acciones que realiza y en algunos casos resulta ser impulsivo, el problema se centra en la falta de unidades didácticas atractivas que ayuden a mejorar la autorregulación de la conducta en niños con esta patología, entendida como la capacidad de controlar de emociones, decisiones y apego a normas, este último definido como el desinterés a cumplir normas o como el déficit de atención e hiperactividad, siendo el objetivo del presente proyecto implementar una unidad didáctica basada en robótica para la auto regulación de la conducta en niños con TDAH de 5 a 10 años de edad, para tal fin se diseñó y construyó una unidad didáctica basada en una mano robótica el cual replica los movimientos de los dedos del niño mediante un guante construido con sensores flexos y un acelerómetro modelo ADLX345, la idea de esta unidad es realizar actividades psicomotoras para mejorar la atención en temas matemáticos, regular la hiperactividad y concientizar mediante juegos didácticos el apego a reglas. Complementando a la unidad didáctica se establece la concepción de una plataforma informática, el cual es un aplicativo basado en reconocimiento de patrones, diseñado para interactuar con la unidad didáctica, la metodología utilizada consistió en un diseño cuasi experimental, tomando 10 niñas del colegio Clorinda Matto de Turner entre las edades de 8 y 9 años con diagnóstico de TDAH. Se concluye que la aplicación de la unidad didáctica basada en robótica mejora el aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal en matemáticas, lo cual se evidencio con el tratamiento estadístico con T-Student<sup>1</sup> para un nivel de significación “ $\alpha = 5\%$ ”, donde la región de aceptación es del 95%, con 4 grados de libertad, además, la aplicación de dicha unidad didáctica permite mejorar el control de la impulsividad no planificada, cognitiva y motora, esto evidenciado con la aplicación de la Escala de Impulsividad de Barratt (BIS-11C) entre un grupo de control y experimental, con un nivel de significación “ $\alpha = 5\%$ ”, una región de aceptación del 95% y con 4 grados de libertad para T-Student. La importancia de la unidad didáctica basado en robótica planteada en el presente proyecto radica en establecer una herramienta opcional tecnológica y sobre todo atractiva y atrayente en el tratamiento para niños con diagnosticados de TDAH.

**Palabras clave:** unidad didáctica, robótica, plataforma informática, TDAH, T-Student.

---

<sup>1</sup> La distribución “t de Student” o distribución t es un modelo teórico matemático el cual será utilizado.

## ABSTRACT

Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is a brain disorder that affects the child's ability to regulate their level of activity, presenting motor hyperactivity and inattention, making it difficult for them to concentrate on the actions they perform and in some cases it turns out to be impulsive, the problem focuses on the lack of attractive teaching units that help improve self-regulation of behavior in children with this pathology, understood as the ability to control emotions, decisions and adherence to norms, the latter defined as the lack of interest in complying with norms or as attention deficit and hyperactivity, the objective of this project being to implement a teaching unit based on robotics for the self-regulation of behavior in children with ADHD from 5 to 10 years old, for this purpose a didactic unit based on a robotic hand was designed and built, which replicates the movements cough of the child's fingers through a glove built with flex sensors and an ADLX345 model accelerometer, the idea of this unit is to carry out psychomotor activities to improve attention in mathematical subjects, regulate hyperactivity and raise awareness through didactic games of adherence to rules. Complementing the didactic unit, the conception of a computer platform is established, which is an application based on pattern recognition, designed to interact with the didactic unit, the methodology used consisted of a quasi-experimental design, taking 10 girls from the Clorinda Matto school. Turner between the ages of 8 and 9 years with a diagnosis of ADHD. I know. It is concluded that the application of the didactic unit based on robotics improves conceptual, procedural and attitudinal learning in mathematics, which was evidenced with the statistical treatment with T-Student<sup>2</sup> for a level of significance " $\alpha = 5\%$ ", where the region of acceptance is 95%, with 4 degrees of freedom, in addition, the application of said didactic unit allows to improve the control of unplanned, cognitive and motor impulsivity, this evidenced with the application of the Barratt Impulsivity Scale (BIS- 11C) between a control and experimental group, with a significance level of " $\alpha = 5\%$ ", an acceptance region of 95% and with 4 degrees of freedom for T-Student. The importance of the teaching unit based on robotics proposed in this project lies in establishing an optional technological tool and, above all, attractive and attractive in the treatment of children diagnosed with ADHD.

**Key words:** didactic unit, robotics, computer platform, TDAH, T Student.

---

<sup>2</sup>The "Student's t" distribution or t-distribution is a mathematical theoretical model to be used.

## LISTA DE CONTENIDO.

<b>DEDICATORIA</b> .....	1
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	2
<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>ABSTRACT</b> .....	4
<b>LISTA DE CONTENIDO.</b> .....	5
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.</b> .....	9
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	14
<b>CAPÍTULO I</b> .....	16
<b>ASPECTOS GENERALES</b> .....	16
<b>1.1. PROBLEMA.</b> .....	<b>17</b>
<b>1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.</b> .....	17
<b>1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.</b> .....	18
<b>1.2. OBJETIVOS.</b> .....	<b>19</b>
<b>1.2.1. OBJETIVO GENERAL.</b> .....	19
<b>1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</b> .....	19
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN.</b> .....	<b>20</b>
<b>1.4. DELIMITACIÓN</b> .....	<b>21</b>
<b>1.5. ESTADO DEL ARTE.</b> .....	<b>21</b>
<b>1.5.1. RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIONES</b> .....	21
<b>1.5.2. ANÁLISIS DE RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN.</b> .....	24
<b>1.6. METODOLOGÍA.</b> .....	<b>25</b>
<b>1.6.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	25
<b>1.6.2. CONSTRUCCIÓN DEL BRAZO Y GUANTE ROBÓTICO</b> .....	30
<b>1.6.3. CRONOGRAMA.</b> .....	31
<b>1.6.4. PRESUPUESTO.</b> .....	32
<b>CAPÍTULO II</b> .....	33
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	33
<b>2.1. ANTECEDENTES.</b> .....	<b>34</b>
<b>2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.</b> .....	34
<b>2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.</b> .....	37
<b>2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.</b> .....	38

<b>2.2. CONCEPTOS DE TDAH.</b>	<b>39</b>
2.2.1. <i>TDAH EN UN CONTEXTO ESCOLAR.</i>	39
2.2.2. <i>TDAH.</i>	39
2.2.3. <i>IMPULSIVIDAD.</i>	41
2.2.4. <i>ESCALA DE BARRATT.</i>	42
2.2.5. <i>ESCALA DE IMPULSIVIDAD PARA NIÑOS BIS-11C.</i>	43
2.1.1. <i>HIPERACTIVIDAD.</i>	46
2.1.2. <i>ATENCIÓN.</i>	46
2.1.3. <i>DÉFICIT DE ATENCIÓN.</i>	48
2.1.4. <i>ATENCIÓN Y RENDIMIENTO ACADÉMICO.</i>	49
2.1.5. <i>APRENDIZAJE Y RENDIMIENTO ACADÉMICO.</i>	51
<b>2.2. CONCEPTOS EDUCATIVOS.</b>	<b>52</b>
2.2.1. <i>UNIDAD DIDÁCTICA.</i>	52
2.2.2. <i>ROBÓTICA EDUCATIVA, ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN AULA.</i>	53
2.2.3. <i>ROBÓTICA EDUCATIVA.</i>	54
<b>2.3. CONCEPTOS TECNOLÓGICOS.</b>	<b>55</b>
2.3.1. <i>SENSOR FLEXO - RESISTIVO.</i>	55
2.3.2. <i>ARDUINO.</i>	56
2.3.3. <i>GRADOS DE LIBERTAD.</i>	57
2.3.4. <i>SERVO MOTORES.</i>	58
2.3.5. <i>SENSORES DEL GUANTE.</i>	60
2.3.6. <i>RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES.</i>	61
2.3.7. <i>ENGUCV Y OPENCV</i>	62
2.3.8. <i>METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL SOFTWARE.</i>	63
2.3.9. <i>SIMULADOR PROTEUS</i>	64
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>65</b>
<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN ROBÓTICA</b>	<b>65</b>
<b>3.1. PRIMERA ETAPA</b>	<b>69</b>
3.1.1. <i>ACTIVIDAD 1: PROPUESTA DE DISEÑO.</i>	69
3.1.2. <i>ACTIVIDAD 2: DISEÑO FINAL DEL BRAZO ROBÓTICO.</i>	69

<b>3.2. SEGUNDA ETAPA:</b> .....	<b>71</b>
3.2.1. <i>ACTIVIDAD 1: IMPRESIÓN 3D.</i> .....	71
3.2.2. <i>ACTIVIDAD 2: ENSAMBLE DE LAS PIEZAS.</i> .....	73
3.2.3. <i>ACTIVIDAD 3: ENSAMBLE ELECTRÓNICO.</i> .....	76
<b>3.3. TERCERA ETAPA:</b> .....	<b>81</b>
3.3.1. <i>ACTIVIDAD 1: PRIMERAS PRUEBAS</i> .....	81
3.3.2. <i>ACTIVIDAD 2: PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS FINALES.</i> .....	82
CAPÍTULO IV .....	98
PLATAFORMA INFORMÁTICA CON RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES.....	98
<b>4.1. FASE DE INICIO.</b> .....	<b>99</b>
4.1.1. <i>COMPONENTES A IMPLEMENTAR.</i> .....	99
4.1.2. <i>HISTORIAS DE USUARIO.</i> .....	102
4.1.3. <i>DESCRIPCIÓN DE ROLES.</i> .....	103
4.1.4. <i>CRONOGRAMA DEL PROYECTO.</i> .....	104
4.1.5. <i>PILA DE OBJETIVOS (PRODUCT BACKLOG).</i> .....	105
<b>4.2. SPRINT 1</b> .....	<b>106</b>
4.2.1. <i>PILA DE SPRINT 1</i> .....	106
4.2.2. <i>FASE DE PLANEACIÓN</i> .....	107
4.2.3. <i>FASE DE IMPLEMENTACIÓN</i> .....	108
<b>4.3. SPRINT 2.</b> .....	<b>112</b>
4.3.1. <i>PILA DE SPRINT 2.</i> .....	112
4.3.2. <i>FASE DE PLANEACIÓN.</i> .....	113
4.3.3. <i>FASE DE IMPLEMENTACIÓN.</i> .....	114
<b>4.4. SPRINT 3.</b> .....	<b>116</b>
4.4.1. <i>PILA DE SPRINT 3.</i> .....	116
4.4.2. <i>FASE DE PLANEACIÓN.</i> .....	116
4.4.3. <i>FASE DE IMPLEMENTACIÓN.</i> .....	118
CAPÍTULO V .....	120
VALIDACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN ROBÓTICA. ....	120
<b>5.1. VALIDACIÓN DE APRENDIZAJE.</b> .....	<b>121</b>
5.1.1. <i>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.</i> .....	121

5.1.2.	<i>VARIABLES.</i>	121
5.1.3.	<i>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.</i>	122
5.1.4.	<i>APRENDIZAJE Y UNIDAD DIDÁCTICA.</i>	123
5.1.5.	<i>PRUEBA DE HIPÓTESIS CONCEPTUAL.</i>	125
5.1.6.	<i>PRUEBA DE HIPÓTESIS PROCEDIMENTAL.</i>	126
5.1.7.	<i>PRUEBA ACTITUDINALES.</i>	128
<b>5.2.</b>	<b>VALIDACIÓN DE IMPULSIVIDAD.</b>	<b>130</b>
5.2.1.	<i>PARTICIPANTES.</i>	130
5.2.2.	<i>MEDICIÓN.</i>	131
5.2.3.	<i>PROCEDIMIENTO.</i>	133
5.2.4.	<i>PRUEBA DE IMPULSIVIDAD MOTORA.</i>	134
5.2.5.	<i>PRUEBA IMPULSIVIDAD NO PLANIFICADA.</i>	137
5.2.6.	<i>PRUEBA DE IMPULSIVIDAD COGNITIVA.</i>	139
5.2.7.	<i>IMPULSIVIDAD SEGÚN BARRATT.</i>	141
	<b>CONCLUSIONES.</b>	143
	<b>RECOMENDACIONES.</b>	145
	<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	147
	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	154
	<b>ANEXOS</b>	155

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1:</b> Parámetros GDL en el plano	58
<b>Figura 2:</b> Parámetros GDL en el espacio	58
<b>Figura 3:</b> Servo con sus cables de conexión y tipos de hélices	59
<b>Figura 4:</b> Servo motor SG90 (Data Sheet del servo motor SG90)	60
<b>Figura 5:</b> Sensor flexo utilizado (GoldFire Electrónica, 2010)	61
<b>Figura 6:</b> Diagrama general de la unidad didáctica	67
<b>Figura 7:</b> Diseño inicial de brazo robótico	69
<b>Figura 8:</b> Ubicación de los servomotores de los dedos	70
<b>Figura 9:</b> Ubicación del servomotor en el codo	70
<b>Figura 10:</b> Diseño inicial de brazo robótico	71
<b>Figura 11:</b> Diseño en 3D del brazo InMoov	72
<b>Figura 12:</b> Impresión 3D de elementos de brazo InMoov	72
<b>Figura 13:</b> Ensamblado de dedos con el brazo InMoov	73
<b>Figura 14:</b> Ensamblado de mano con brazo InMoov	73
<b>Figura 15:</b> Ensamblado de servos para control de dedos	74
<b>Figura 16:</b> Conexión de servo motores de los dedos	74
<b>Figura 17:</b> Conexión del codo	75
<b>Figura 18:</b> Conexión de Bíceps	75
<b>Figura 19:</b> Conexión de hombro	76
<b>Figura 20:</b> Ensamble completo del brazo InMoov	76
<b>Figura 21:</b> Circuito inicial	77
<b>Figura 22:</b> Conexión Arduino, controlador y servos	77
<b>Figura 23:</b> Conexión Arduino y Bluetooth	78
<b>Figura 24:</b> Conexión Arduino con MPU-6050	78
<b>Figura 25:</b> Conexión Arduino con sensores flexos	79
<b>Figura 26:</b> Placa PCB esclavo	79
<b>Figura 27:</b> Diseño de la PCB esclavo	80
<b>Figura 28:</b> Placa PCB maestro	80
<b>Figura 29:</b> Diseño de la PCB maestro	81
<b>Figura 30:</b> Primeras pruebas	81
<b>Figura 31:</b> Primeras pruebas	82
<b>Figura 32:</b> Plataforma informática	99
<b>Figura 33:</b> Elementos de funcionamiento de la plataforma	100
<b>Figura 34:</b> Interfaz de operación básica resta	108
<b>Figura 35:</b> Interfaz de operación básica suma	109
<b>Figura 36:</b> Interfaz de operación básica multiplicación	110
<b>Figura 37:</b> Interfaz de secuencia de números ascendentes	111
<b>Figura 38:</b> Interfaz de secuencia de números descendente	114
<b>Figura 39:</b> Interfaz de figuras sin par	115

<b>Figura 40:</b> Interfaz de YANQUEN POO	118
<b>Figura 41:</b> Anexo: puertos analógicos Arduino y Sensores	159
<b>Figura 42:</b> Anexo: puertos analógicos Arduino y ADLX345	160
<b>Figura 43:</b> Anexo: puertos digitales Arduino y servo motores	160

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1	<i>Matriz de consistencia</i>	27
Tabla 2	<i>Cronograma de actividades de todo el proyecto.</i>	31
Tabla 3	<i>Presupuesto de componentes electrónicos.</i>	32
Tabla 4	<i>Características Escala para niños BIS-11C.</i>	43
Tabla 5	<i>Tipo de impulsividad para niños BIS-11C.</i>	44
Tabla 6	<i>Librerías.</i>	82
Tabla 7	<i>Definición de constante MPU</i>	83
Tabla 8	<i>Declaración de variables para almacenamiento</i>	83
Tabla 9	<i>Inicialización de sensores</i>	83
Tabla 10	<i>Registro y obtención de valores</i>	84
Tabla 11	<i>Cálculo de ángulos</i>	84
Tabla 12	<i>Definición de constantes y variables</i>	85
Tabla 13	<i>Definición de constantes y arreglos.</i>	86
Tabla 14	<i>Definición de constantes y arreglos.</i>	86
Tabla 15	<i>Declaración de los arreglos</i>	87
Tabla 16	<i>Ejecución del Arduino</i>	88
Tabla 17	<i>Bucle principal del programa</i>	88
Tabla 18	<i>Obtención de los valores del acelerómetro</i>	89
Tabla 19	<i>Aplicación de filtros de media ponderada</i>	89
Tabla 20	<i>Realización de filtros de media ponderada</i>	90
Tabla 21	<i>Limitación de los valores de ServoRoll y ServoPitch</i>	90
Tabla 22	<i>Impresión de valores filtrados de los sensores servos.</i>	91
Tabla 23	<i>Impresión de valores filtrados de Roll y Pitch y ServoPitch</i>	91
Tabla 24	<i>Mensaje de texto que contiene los valores de los servos</i>	92
Tabla 25	<i>Definición de variables</i>	93
Tabla 26	<i>Definición de ancho de pulsos para servos</i>	93
Tabla 27	<i>Definición de variables de almacenamiento de ángulos de los servos.</i>	93
Tabla 28	<i>Definición de variables de almacenamiento de ángulos de los servos.</i>	94
Tabla 29	<i>Limitación de ángulos.</i>	94
Tabla 30	<i>Limitación de ángulos para el esclavo</i>	94
Tabla 31	<i>Almacenar los datos en las variables de ángulo de los servos.</i>	95
Tabla 32	<i>Código para controlar ángulos almacenados</i>	96
Tabla 33	<i>Código para imprimir valores de ángulos de servos por el monitor serial</i>	96
Tabla 34	<i>Código para configurar Módulo Bluetooth HC-05</i>	96
Tabla 35	<i>Código para configurar Bluetooth HC-05 modo esclavo (MAESTRO)</i>	97
Tabla 36	<i>Historia Usuario – Operaciones básicas.</i>	102
Tabla 37	<i>Historia Usuario – Secuencia de números</i>	102
Tabla 38	<i>Historia Usuario – secuencia de figuras geométricas.</i>	102
Tabla 39	<i>Historia Usuario – Color de figuras.</i>	102

Tabla 40	<i>Historia Usuario – Archivos multimedia</i> .....	103
Tabla 41	<i>Organización de la institución educativa</i> .....	104
Tabla 42	<i>Cronograma de desarrollo del sistema</i> .....	104
Tabla 43	<i>Product Backlog</i> .....	105
Tabla 44	<i>Pila de productos sprint N° 1</i> .....	106
Tabla 45	<i>Elaboración de tarea: Implementar restas de números</i> .....	107
Tabla 46	<i>Elaboración de tarea: Implementar suma de números</i> .....	107
Tabla 47	<i>Elaboración de tarea: Implementar multiplicación de números</i> .....	107
Tabla 48	<i>Elaboración de tarea: Implementar secuencia de números ascendentes</i> .....	108
Tabla 49	<i>Implementación de operación básica resta</i> .....	109
Tabla 50	<i>Implementación de operación básica suma</i> .....	110
Tabla 51	<i>Implementación de operación básica multiplicación</i> .....	111
Tabla 52	<i>Implementación de secuencia de números ascendentes</i> .....	112
Tabla 53	<i>Pila de productos sprint N° 2</i> .....	112
Tabla 54	<i>Elaboración de tarea: Implementar secuencia de números descendente</i> .....	113
Tabla 55	<i>Elaboración de tarea: Implementar color de letra</i> .....	113
Tabla 56	<i>Elaboración de tarea: Implementar figuras sin par</i> .....	113
Tabla 57	<i>Implementación de secuencia de números descendentes</i> .....	114
Tabla 58	<i>Implementación figuras sin par</i> .....	115
Tabla 59	<i>Pila de productos sprint N° 3</i> .....	116
Tabla 60	<i>Elaboración de tarea: Implementar imágenes multimedia</i> .....	116
Tabla 61	<i>Elaboración de tarea: Implementar sonidos multimedia</i> .....	117
Tabla 62	<i>Elaboración de tarea: Implementar YANQUEN POO</i> .....	117
Tabla 63	<i>Implementación YANQUEN POO</i> .....	118
Tabla 64	<i>Dimensiones de las variables del aprendizaje matemático</i> .....	123
Tabla 65	<i>Dimensiones de aprendizaje matemático, Conocimiento Conceptual</i> .....	123
Tabla 66	<i>Dimensiones de aprendizaje matemático, Conocimiento Procedimental</i> .....	124
Tabla 67	<i>Dimensiones de aprendizaje matemático, Conocimiento Actitudinal</i> .....	124
Tabla 68	<i>Notas conceptuales del experimento</i> .....	125
Tabla 69	<i>Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, Notas Conceptuales</i> .....	126
Tabla 70	<i>Notas procedimentales del experimento</i> .....	127
Tabla 71	<i>Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, Notas experimentales</i> .....	127
Tabla 72	<i>Distribución de la pregunta agrado a la unidad didáctica</i> .....	128
Tabla 73	<i>Distribución de la pregunta aprensión de matemáticas</i> .....	129
Tabla 74	<i>Distribución de la pregunta si es estresante aprender matemática</i> .....	129
Tabla 75	<i>Distribución de la pregunta enseñanza tradicional versus unidad didáctica</i> .....	129
Tabla 76	<i>Distribución de agrado de la pregunta sobre motivación</i> .....	130
Tabla 77	<i>Escala de medición diseñada para medir la impulsividad BIS-11C</i> .....	132
Tabla 78	<i>Escala de impulsividad motora</i> .....	135
Tabla 79	<i>Valores del factor de impulsividad motora según BIS – 11C</i> .....	136

Tabla 80	<i>Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, impulsividad motora</i>	136
Tabla 81	<i>Escala de impulsividad no planificada</i>	137
Tabla 82	<i>Valores del factor de impulsividad no planificada según BIS – 11C</i>	138
Tabla 83	<i>Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, impulsividad no planificada</i>	138
Tabla 84	<i>Escala de impulsividad cognitiva</i>	139
Tabla 85	<i>Valores del factor de impulsividad cognitiva según BIS – 11C</i>	140
Tabla 86	<i>Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, impulsividad cognitiva</i>	141
Tabla 87	<i>Impulsividad total según BIS – 11C</i>	142
Tabla 88	<i>Anexo: Especificaciones técnicas del Arduino Nano</i>	155
Tabla 89	<i>Anexo: Especificaciones técnicas del Servo motor</i>	156
Tabla 90	<i>Anexo: Especificaciones técnicas del ADLX345</i>	156
Tabla 91	<i>Anexo: Especificaciones técnicas del motor SG5010</i>	157
Tabla 92	<i>Anexo: Especificaciones técnicas de batería de litio</i>	158
Tabla 93	<i>Anexo: Especificaciones técnicas Tira de led cálido blanco</i>	158
Tabla 94	<i>Anexo: Especificaciones técnicas velostat</i>	158

## INTRODUCCIÓN

En el Perú el trastorno por déficit de atención e hiperactividad se ve afectada entre un 5% al 10% de la población en donde solo una cuarta parte recibe un tratamiento (Davila y Revello, 2023), en la presente investigación consiste en diseñar e implementar una unidad didáctica basado en robótica, como herramienta opcional en el tratamiento de esta patología, es así que se plantea mejorar la autorregulación de control de este trastorno, mediante la interacción de juegos psicomotrices educativos basada en tecnología, los niños con TDAH se caracterizan por tener dificultades para mantener la atención, hiperactividad e impulsividad (Chauta, 2008), es así que se desarrolla una unidad didáctica basada en robótica, la cual consta de dos partes, una robótica y la otra consta de un aplicativo cuya implementación se detalla mediante la metodología SCRUM, la validación de la unidad didáctica implementada es a través de T-Student, la organización de la documentación es:

**En el Capítulo 1, “ASPECTOS GENERALES”** se desarrolla la problemática, objetivos, justificación, metodología, alcances, limitaciones, resultados esperados, contribuciones originales esperadas, cronograma y el presupuesto requerido para implementar un prototipo de la unidad didáctica basada en robótica.

**En el Capítulo 2, “MARCO TEÓRICO”** se detallan antecedentes de proyectos similares al nuestro y conceptos sobre tres aspectos que se enfoca en el presente trabajo, los cuales son; conceptos de TDAH, conceptos educativos y conceptos tecnológicos utilizados para el diseño e implementación de la unidad didáctica.

**En el Capítulo 3, “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN ROBÓTICA”**, se detalla sobre el hardware y software utilizado en la construcción de la unidad didáctica, además se detallan sus módulos y componentes utilizados.

**En el Capítulo 4, “PLATAFORMA INFORMÁTICA BASADA EN RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES”**, se detalla el software diseñado e implementado mediante la metodología de desarrollo de software SCRUM.

**En el Capítulo 5, “VALIDACION DE LA UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN ROBÓTICA”**, se detalla el estadístico “T Student”, con el cual se aprecia las diferencias

significativas entre la enseñanza de temas matemáticos con la unidad didáctica planteada frente a la tradicional, esto para controlar el déficit de atención, finalmente para medir el control de impulsividad en sus tres componentes (cognitivo, no planificada y motora) se describe la aplicación de la escala de Barratt.

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

## **1.1. PROBLEMA.**

### ***1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.***

Una de las dificultades más recurrentes en el aula escolar, es encontrar los recursos pedagógicos y didácticos que permitan hacer del proceso de enseñanza y aprendizaje una actividad atrayente y emotiva para el estudiante (Meneses Benítez , 2007). Esta carencia afecta el desarrollo educativo del estudiante. Bajo este contexto, debemos de considerar que no todos los niños, aprenden y entienden de la misma manera.

En relación con lo anterior, parte de los problemas que a menudo enfrentan los docentes son las dificultades de atención, características que prevalecen en el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y que es definida por (Soutullo, 2008) como un trastorno a nivel cerebral, que afecta la capacidad del niño de regular su nivel de actividad, presentando hiperactividad motora e inatención, por lo que se le dificulta concentrarse en las acciones que realiza y en algunos casos resulta ser impulsivo. Esto es lo que (Barkley R. , 2002) define como un déficit en la inhibición de respuesta y comportamiento.

Según (Portuguez DR. & Ruiz EB, 2022) en el TDAH es crucial una adecuada autorregulación de las manifestaciones sintomatológicas. (Labarrere, 1994) define la autorregulación como: “Toda la actividad que un sujeto realiza a fin de generar, mantener y modificar su comportamiento en correspondencia con fines u objetivos que han sido trazados por uno mismo o aceptados como personalmente válidos, aunque originalmente hayan sido formulados por otra persona”.

Por consiguiente, la autorregulación de la conducta es fundamental en los procesos educativos, ya que facilita el desarrollo de competencias relacionadas con la personalidad. Este enfoque considera el aprendizaje como un fenómeno social y esencial para enfrentar los diferentes aspectos del desarrollo humano (García, 2003).

El TDAH en niños afecta en los procesos de aprendizaje fundamentalmente en matemáticas, escritura y lectura, en el desarrollo cualidades y talentos característicos de cada ser, en caso de no tratarse a tiempo este podría ocasionar en corto, mediano y largo plazo abandono de estudios, problemas familiares, problemas sociales, riesgo de drogadicción y aun de delincuencia, imposibilidad de seguir estudios universitarios, dificultad para conservar un trabajo, problemas para mantener una familia y para la vida en pareja (Filomeno, 2006). A partir de lo comentado anteriormente, se deduce que las profesoras y profesores del nivel primario son muchas veces los primeros en detectar los síntomas del TDAH, entre los cuales se pueden interpretar la falta de atención, la autorregulación de la conducta y la impulsividad. Este es un problema, ya que no cuentan con unidades didácticas basadas en robótica u otras herramientas que sirvan de apoyo en la autorregulación de la conducta, específicamente en niños que tienen TDAH.

### ***1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.***

#### **1.1.2.1. Problema General.**

¿Cómo afecta la aplicación de una unidad didáctica basada en robótica a la autorregulación de la conducta (déficit de atención, hiperactividad y apego a normas) en niños con TDAH de 5 a 10 años en la Institución Educativa Clorinda Matto de Turner?

#### **1.1.2.2. Problemas Específicos.**

- ¿Cuáles son los desafíos que enfrenta la enseñanza de las matemáticas, especialmente la geometría, debido a las dificultades de los estudiantes para visualizar y manipular figuras, y cómo afecta esto su comprensión y rendimiento, así como la falta de herramientas interactivas en su motivación e interés por el aprendizaje?
- ¿Qué retos enfrentan los niños, especialmente aquellos con dificultades en el control de impulsos, en situaciones de aprendizaje que requieren atención y autocontrol?

- ¿Cómo limita la falta de sistemas efectivos de reconocimiento de imágenes en las plataformas tecnológicas la enseñanza de matemáticas, especialmente en la identificación y clasificación de figuras geométricas?
- ¿Qué métodos de evaluación se pueden utilizar para medir de manera efectiva el impacto de la unidad didáctica en el aprendizaje de matemáticas en niños con diagnóstico de TDAH, y cómo se pueden adaptar las actividades para satisfacer sus necesidades específicas?

## **1.2. OBJETIVOS.**

### ***1.2.1. OBJETIVO GENERAL.***

Diseñar e implementar una unidad didáctica basada en robótica para la auto regulación de la conducta, en niños con TDAH de 5 a 10 años de edad.

### ***1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.***

1. Diseñar e implementar un guante robótico maestro con sensores flexos resistivos que controle una mano robótica esclavo para trasladar figuras geométricas y matemáticas. Este proceso se enfocará en una estrategia didáctica lúdica llamada “TRASLADANDO FIGURAS” para mejorar el aprendizaje de matemáticas.

2. Diseñar e implementar un juego denominado “YANQUEN POO”, mediante el guante robótico y la pantalla de un computador, este juego se enfocará en controlar la impulsividad y concientizar el apego a normas de manera divertida.

3. Diseñar e implementar una plataforma para colocar las figuras geométricas, las cuales serán reconocidas mediante reconocimiento de imágenes.

4. Validar la unidad didáctica en niños con diagnóstico de TDAH.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN.**

La magnitud del problema y la necesidad urgente de abordar el TDAH se reflejan en estudios del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas, que indican que este trastorno puede tener consecuencias graves si no se trata adecuadamente (Calixto Flores, 2022).

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente como: el tratamiento de TDAH mediante dispositivos móviles (Dueñas Guevara & Mendoza Marin, 2023), pero desde una estrategia didáctica basada en robótica, cuyos resultados de esta investigación podrá sistematizarse en una propuesta para ser incorporado como una herramienta de apoyo para la regulación y funcionalidad del comportamiento en niños con TDAH, ya que se estaría demostrando que el uso de esta didáctica mejora la conducta en dichos niños, además la unidad didáctica planteada en el presente trabajo se convierte en una herramienta tecnológica psicomotriz, donde el niño juega con la unidad didáctica basada en robótica con temas de auto regulación (Trasladando Figuras y Nervioso), siendo un espacio fundamental para que los niños con TDAH regulen su impulsividad y descubran normas mediante una didáctica divertida. Lo anterior se sustenta en la definición de (Vigotsky, 1979) quien considera el juego como la principal actividad del niño y lo caracteriza como una manera de hacerlo partícipe en la cultura.

La unidad didáctica implementada en el presente trabajo plantea juegos basados con movimientos del brazo, los cuales establecen una estricta subordinación a ciertas reglas que no son posibles en la vida real, de esta forma, el juego mejora la movilización psicomotriz del niño con TDAH, creando una zona de desarrollo próximo (ZDP) en este. La utilización del concepto de zona de desarrollo próximo (ZDP), encuentra acogida en (Suazo, 2006), cuando afirma que “esta ayuda, permitirá que el niño internalice los procesos necesarios para realizar las tareas de forma independiente”, lo anterior ratifica el hecho de controlar la impulsividad y concientizar el apego a normas de manera divertida.

#### **1.4. DELIMITACIÓN**

La unidad didáctica desarrollada en este trabajo está destinada a niños con TDAH de 5 a 10 años y se utilizará para mejorar la atención, reducir la hiperactividad y fomentar el apego a normas a través del aprendizaje en matemáticas de la Institución Educativa Clorinda Matto de Turner.

#### **1.5. ESTADO DEL ARTE.**

El análisis del estado del arte que aquí se realiza se agrupa en investigaciones que se han realizado considerando la aplicación de estrategias didácticas, metodologías o programas para mejorar el aprendizaje escolar y la impulsividad en niños con diagnóstico de TDAH.

##### ***1.5.1. RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIONES***

(Krüger Dextre & Villanueva Gómez), “Efectos de la aplicación del programa consciencia plena en el control inhibitorio de niños entre 9 y 12 años diagnosticados con TDAH”, Universidad Antonio Ruiz de Montoya, Lima, Perú, 2019.

**Resumen:** Esta investigación tiene como objetivo determinar el efecto del programa Consciencia Plena en la capacidad de regular respuestas dominantes (control inhibitorio) en niños con TDAH.

Es una investigación pre-experimental con pre y post test, realizada con una población de 11 varones de 9 a 12 años.

El diagnóstico de TDAH fue validado por el centro educativo, en tanto las pruebas empleadas para medir el control inhibitorio de los sujetos fue con Stroop y Go/No-Go (paradigmas utilizados en la psicología). El programa Consciencia Plena fue desarrollado en 8 sesiones, una vez por semana y cada sesión tuvo un tiempo de 90 minutos. El programa consistió en actividades prácticas y dinámicas.

Los resultados indican un crecimiento en la capacidad de inhibición frente a respuestas impulsivas y/o dominantes después de haberse llevado a cabo dicho programa “Consciencia Plena”, siendo evidente la existencia de diferentes variables que podrían estar contribuyendo o limitando el desarrollo de dichas

habilidades. Además, un impacto profundo en el control inhibitorio mediante la implementación del programa denominado Consciencia Plena.

(Espino Tapia & Yerba Vilca), “Programa de MINDFULNESS ‘aulas felices’ aplicado a estudiantes con trastorno por déficit de atención con hiperactividad - TDAH”, UNSAA, Arequipa, Perú, 2019.

**Resumen:** el objetivo es determinar en qué medida mejora los síntomas de inatención después de aplicar el Programa de MINDFULNESS, “Aulas Felices” a niños diagnosticados con TDAH. Los once participantes tienen entre 9 a 12 años, varones provenientes de familias monoparentales de un colegio particular.

El diseño es cuasi-experimental con pruebas previas y posteriores; se utilizó un formulario demográfico, la Escala para la Evaluación del Trastorno por Déficit de Atención/Hiperactividad (EDAH) y la Evaluación de Mindfulness (en concepción psicológica se podría considerar como poner atención o tener conciencia del presente) para Niños y Adolescentes. Se consiguió que los síntomas de hiperactividad/impulsividad y déficit de atención disminuyeran tras la implementación del programa.

(Atao Eulate), “Enfoque lúdico computarizado en el desarrollo cognitivo de niños de 3 años con tdah (trastorno por déficit de atención con hiperactividad) del nivel de educación inicial de la I. E. I. N° 277-14 DE Andahuaylas 2017”, Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú, 2019.

**Resumen:** el objetivo de esta investigación es determinar cual es la influencia del enfoque lúdico computarizado para el desarrollo cognitivo en niños de 3 años con TDAH de la I. E. I. 277-14 de Andahuaylas 2017.

El enfoque de la investigación es científico, el cual constituye la estrategia que se emplea para descubrir o determinar las características del objeto de estudio. El diseño de la investigación es "cuasi-experimental" y la muestra es selectiva o intencional.

Los resultados de la investigación indican que el enfoque lúdico computarizado influye significativamente en el desarrollo cognitivo de niños de 3 años.

(Echegaray Ugarte & Urquieta Rodriguez), “Programa de intervención cognitivo-conductual para disminuir los rasgos del TDAH en niños de la I.E.P Claret, Universidad Católica de Santa María”, Arequipa, Perú, 2013.

**Resumen:** investigación de tipo experimental, con una evaluación previa y posterior, que incluye dos grupos: control y experimental. Su objetivo principal es evaluar la efectividad de un programa de intervención cognitivo-conductual para reducir los rasgos del TDAH en niños estudiantes de la Institución Educativa Particular Claret. La población objeto de estudio consistió en 18 estudiantes de entre 6 y 11 años, que cursaban de 1° a 4° grado de educación primaria, quienes fueron evaluados a partir de un diagnóstico previo de TDAH.

Mediante la implementación de una escala denominada (EDAH) de Farre y Narbona (1999) antes y después del programa, se identificaron cambios significativos en los participantes del grupo experimental, dado que se observó una reducción de los síntomas centrales del TDAH, los cuales impactaban la dimensión cognitiva, emocional y social de los niños.

(Chauta Rozo), “Estrategias pedagógicas y didácticas para niños con TDAH entre 4 y 7 años”, Universidad de San Buenaventura, Bogota, 2018.

**Resumen:** el objetivo de esta investigación es crear estrategias pedagógicas y didácticas las cuales permitan a los docentes mejorar el desarrollo en los procesos de los niños y niñas con diagnóstico de TDAH.

La investigación acción, puesto que aborda directamente las necesidades de un contexto social específico y, al mismo tiempo, beneficia los recursos y situaciones que rodean al entorno implicado. El otro instrumento que se utilizó es la observación participante, ya que el investigador se integra en el grupo

observado y recoge la información desde adentro. el enfoque es descriptivo, pues reúne conocimientos sobre el objeto de estudio, este conocimiento consiste principalmente en describir los objetos.

Por medio de indagación se creó una metodología en la que se trabaja la investigación participante (IP) como tipo de investigación, la cual permite interactuar en el aula de clases. Para la recopilación de los datos se elaboraron dos instrumentos; el primero está orientado a los padres de familia y consta de siete (7) ítems, y el segundo está dirigido a los docentes y cuenta con ocho (8) ítems. Estas encuestas se llevaron a cabo con el propósito de determinar los conocimientos que poseían tanto los docentes como los padres de familia sobre el TDAH, y si usaban o tenían conocimiento de estrategias que fueran útiles para el tratamiento de dicho trastorno tanto dentro como fuera del aula. Además se pudo implementar el instrumento para los docentes de cuatro instituciones dichos instrumentos arrojaron que la mayoría de estos tienen el conocimiento ya que lo han recibido capacitaciones sobre TDAH por parte de las instituciones donde laboran, sin embargo, desafortunadamente no implementan ni llevan al aula las estrategias necesarias para trabajar con estos niños y niñas en las instituciones privadas; por el contrario, las entidades estatales sí reciben formación sobre el tema, aunque en algunos casos las estrategias no se utilizan ni se aplican en el aula. A partir de los resultados obtenidos, se elaboró una estrategia pedagógica y didáctica que permite a los docentes potenciar en sus estudiantes con TDAH habilidades más evidentes, a través de la interacción con sus compañeros y, sobre todo, desarrollar diversas actividades que exploren su creatividad, lo que a su vez activa todos los procesos que permiten al estudiante desarrollarse plenamente.

### ***1.5.2. ANÁLISIS DE RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN.***

**Tendencia temática,** el TDAH es un trastorno conocido e identificado por docentes y padres de familia, además que existen estrategias didácticas para disminuir las características de dicho trastorno, pero en el aula escolar no se aplica estas estrategias a niños y niñas con diagnóstico de TDAH.

**Tendencia metodológica**, esta puede entenderse como el conjunto de argumentaciones, resultado de la reflexión epistemológica, que se representa luego del proceso investigativo sobre el tema en cuestión, en la cual se han establecido determinados consensos.

En el caso del presente estudio se ha observado que las tendencias metodológicas están enmarcadas por el estudio pre experimental con un pre y post test a estudiantes con la condición de tener un diagnóstico de TDAH.

**Tendencia de conclusiones**, las conclusiones del estudio de investigaciones están definidas dentro del hecho de existir estrategias, programas y metodologías basadas en Enfoques lúdicos, tecnologías, intervenciones cognitivo-conductual, etc, pero son aplicadas a los niños de manera separada a las características del TDAH (impulsividad o atención), por lo que en la presente investigación se plantea una unidad didáctica que interviene el TDAH de manera conjunta (impulsividad y atención al mismo tiempo).

## **1.6. METODOLOGÍA.**

### ***1.6.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.***

Según (Murillo, 2011), la metodología cuasi-experimental es adecuada para contextos educativos, ya que contempla un grupo experimental y un grupo de control, sin un control total de las variables. En esta investigación, se utilizarán dos grupos de niños con diagnóstico de TDAH: uno experimental y uno de control. En este contexto la metodología utilizada para el trabajo es de diseño cuasi-experimental, ya que se tendrá dos grupos de niños (experimental y de control) con diagnóstico de TDAH, estos dos grupos son sometidos a dos procesos, el primero será el control de déficit de atención mediante la enseñanza de temas matemáticos (figuras geométricas, operaciones matemáticas) y el segundo mediante temas del control de la impulsividad sujeto al apego de normas, el primer grupo denominado “grupo experimental” se le aplicará estos dos temas (aprendizaje e impulsividad) a través de la unidad didáctica basada en robótica, mientras que al segundo grupo denominado “grupo de control” se aplicará estos temas mediante

técnicas regularmente usadas en colegios de la Ciudad del Cusco, este proceso tendrá un tiempo de duración de 3 meses, finalizando este experimento en este tiempo, a los dos grupos (grupo experimental y grupo de control) se le aplicará una evaluación teórica, actitudinal y procedimentales para el tema de aprendizaje, en cuanto a temas de control de impulsividad se procederá a una evaluación por la Escala Barratt de Impulsividad para Niños, los resultados procedentes de la evaluación de temas matemáticos serán sometidos al tratamiento estadístico “T - Student”, este tratamiento estadístico permitirá demostrar la hipótesis de la existencia de una diferencia significativa entre los promedios y/o puntajes del grupo experimental con el grupo de control en cuanto a la impulsividad se aplicará Barratt antes de iniciar el experimento para medir el grado de impulsividad de los sujetos de prueba, luego de finalizar la investigación también se aplicará Barratt para evaluar la diferencia entre los dos métodos aplicados a los dos grupos.

**Tabla 1**  
Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES
¿Cómo afecta la aplicación de una unidad didáctica basada en robótica a la autorregulación de la conducta (déficit de atención, hiperactividad y apego a normas) en niños con TDAH de 5 a 10 años en la Institución Educativa Clorinda Matto de Turner?	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Diseñar e implementar una unidad didáctica basada en robótica para la auto regulación de la conducta, en niños con TDAH de 5 a 10 años de edad.</p>	La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica mejora el aprendizaje conceptual, procedimental, impulsividad en las matemáticas en niños diagnosticados con TDAH	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Aplicación de la unidad didáctica basada en robótica.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Mejora del nivel de manejo de impulsividad y aprendizaje en temas de matemáticas.</p>	Puntaje de escala de Barratt y promedio de notas de matemática (conceptual, actitudinal y procedimental).
¿Cuáles son los desafíos que enfrenta la enseñanza de las matemáticas, especialmente la geometría, debido a las dificultades de los estudiantes para visualizar y manipular figuras, y cómo afecta esto su comprensión y rendimiento, así como la falta de herramientas interactivas en su motivación e interés por el aprendizaje?	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Diseñar e implementar un guante robótico maestro con sensores flexos resistivos que controle una mano robótica esclavo para trasladar figuras geométricas y matemáticas. Este proceso se enfocará en una estrategia didáctica lúdica llamada “TRASLADANDO FIGURAS” para mejorar el aprendizaje de matemáticas.</p>	La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica mejora el aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal en las matemáticas en niños diagnosticados con TDAH	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Guante robótico maestro que controla mano robótica esclavo.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Mejora de aprendizaje a nivel conceptual, procedimental y actitudinal en matemáticas</p>	Promedio de notas de Conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales de matemática.

<p>¿Qué retos enfrentan los niños, especialmente aquellos con dificultades en el control de impulsos, en situaciones de aprendizaje que requieren atención y autocontrol?</p>	<p>Diseñar e implementar un juego denominado “YANQUEN POO”, mediante el guante robótico y la pantalla de un computador, este juego se enfocará en controlar la impulsividad y concientizar el apego a normas de manera divertida.</p>	<p>El guante maestro basado en robótica mejora la impulsividad en niños diagnosticados con TDAH</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Guante maestro basado en robótica que reconoce movimientos del brazo del niño(a) VARIABLE DEPENDIENTE: Mejora del nivel de impulsividad.</p>	<p>Observación y puntaje de escala de Barratt.</p>
<p>¿Cómo limita la falta de sistemas efectivos de reconocimiento de imágenes en las plataformas tecnológicas la enseñanza de matemáticas, especialmente en la identificación y clasificación de figuras geométricas?</p>	<p>Diseñar e implementar una plataforma para colocar las figuras geométricas, las cuales serán reconocidas mediante reconocimiento de imágenes.</p>	<p>La plataforma informática reconoce formas geométricas y colores para análisis de respuestas</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Plataforma informática de reconocimiento de figuras y colores VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación de respuestas correctas</p>	<p>Promedio de notas de Conocimientos conceptuales, procedimentales de matemática.</p>
<p>¿Qué métodos de evaluación se pueden utilizar para medir de manera efectiva el impacto de la unidad didáctica en el aprendizaje de matemáticas en niños con diagnóstico de TDAH, y cómo se pueden adaptar las actividades para satisfacer sus necesidades específicas?</p>	<p>Validar la unidad didáctica en niños con diagnóstico de TDAH.</p>	<p>La evaluación mide de manera efectiva el impacto de la unidad didáctica en el aprendizaje de matemáticas (procedimental, conceptual y actitudinal) e impulsividad</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Unidad didáctica basada en robótica VARIABLE DEPENDIENTE: Aprendizaje de matemáticas o rendimiento académico e impulsividad</p>	<p>Promedio de notas de conocimientos conceptuales, procedimentales, actitudinal e impulsividad</p>

**Fuente:** Elaboración propia

Los **instrumentos** cuantificadores de la unidad didáctica serán:

### **Instrumento psicológico.**

Como se indica en el cuadro anterior, las variables de medición del control de impulsividad de niños diagnosticados con TDAH será la **observación**, ya que la intervención planteada en el presente proyecto es predominante (cognitivo - conductual), es así que la impulsividad es abordada mediante la intervención en la relación contexto evento privado (sensación que puede experimentar el niño), mediante los juegos de la unidad didáctica.

Teniendo en cuenta que desde un punto de vista conductual, la impulsividad puede implicar una rígida relación funcional entre sensaciones que surgen en un contexto determinado (por ejemplo, rabia, enfado, alegría...) y la conducta problemática (conducta agresiva), de modo que la conducta sigue un patrón de reforzamiento a corto plazo y no se encuentra dirigida por las consecuencias a largo plazo, finalmente se debe indicar que, los juegos implementados en la unidad didáctica están basados en ejercicios recomendado por especialistas, estos ejercicios no son complejos de realizar, pero requiere una práctica constante, esto quiere decir que la familia del niño diagnosticado con TDAH es quien o quienes deben seguir una aplicación rigurosa de este tratamiento, motivo por lo cual, para el monitoreo de la evolución de la impulsividad del paciente mediante el uso de la unidad didáctica se realizara **entrevistas** con el niño y su familia, ya que este último (familia) visualiza cambios en el comportamiento o en todo caso cambios en la intensidad de la impulsividad del paciente. Finalmente, la cuantificación de la impulsividad se realizará mediante la escala Barratt de impulsividad para niños, de manera tal que se compara valores de impulsividad a los dos grupos bajo la herramienta tecnológica y el manejo tradicional de este factor psicológico.

### **Instrumento de aprendizaje.**

Uno de los tres componentes que caracterizan a un niño con TDAH es la falta de atención, esto (falta de atención) se medirá con exámenes y/o test de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinal, claro que todo esto estará sujeto al estudio cuasi experimental de la investigación, dentro de un tratamiento estadístico con T-Student.

#### ***1.6.2. CONSTRUCCIÓN DEL BRAZO Y GUANTE ROBÓTICO***

La construcción del guante será diseño propio y para el brazo robótico tomaremos de base el diseño pre definido del brazo InMoov, los cuales serán implementados con materiales del mercado local y nacional, y estará diseñado para cumplir con el traslado de figuras y movimientos específicos, por lo que su arquitectura será sencilla, además, el ambiente de programación estará sujeto a los movimientos adquiridos de datos procedentes de los sensores (flexo sensores) utilizados.

### 1.6.3. CRONOGRAMA.

**Tabla 2**

*Cronograma de actividades de todo el proyecto.*

Tareas	Actividades del 2018 - 2019												
Descripción de Tarea	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>I. Investigación del Marco Teórico</b>													
<b>II. Implementación del Sistema de reconocimiento de imágenes</b>													
2.1. Sprint 1													
2.2. Sprint 2													
2.3. Sprint 3													
<b>III. Diseño y Construcción de la unidad didáctica</b>													
3.1. Construcción del guante													
3.2. Construcción de la mano robótica													
3.3. Pruebas del prototipo													
<b>IV. Validación de la unidad didáctica basada en robótica</b>													
4.1. Elaboración de material (pruebas, test, etc.)													
Aplicación de investigación													
Entrenamiento unidad didáctica (G.E <sup>3</sup> )													
Aplicación de unidad didáctica (G.E)													
Enseñanza método tradicional (G.C <sup>4</sup> )													
Manejo de impulsividad (G.C)													
4.3. Post test													
Post test Matemática (GC y GE)													
Post test Matemática (GC y GE)													
<b>VI. Elaboración de documento final de tesis.</b>													

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>3</sup> G.E: Grupo experimental

<sup>4</sup> G.C: Grupo de control

#### 1.6.4. PRESUPUESTO.

**Tabla 3**

*Presupuesto de componentes electrónicos.*

<b>Descripción</b>	<b>Precio / unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo total</b>
Arduino nano	S/ 28.00	2 (unidades)	S/ 56.00
Servo motor SG90	S/ 10.00	4 (unidad)	S/ 40.00
Servo motor SG5010	S/ 25.00	2 (unidad)	S/ 50.00
Velostat	S/ 30.00	1/2 (hoja)	S/ 30.00
Brazo robótico	S/ 250.00	1 (unidades)	S/ 250.00
Cables, conectores y resistencias	S/ 200.00	1 (unidades)	S/ 200.00
Focos led	S/ 8.00	1 (tita)	S/ 8.00
Cámara web	S/ 50.00	1 (unidades)	S/ 50.00
Acelerómetro ADLX345	S/ 30.00	1 (unidades)	S/ 30.00
Batería de lito	S/15.00	1 (par)	S/ 15.00
Transformador	S/20.00	1 (unidades)	S/ 20.00
Reguladores	S/1.00	2 (unidades)	S/ 2.00
Caja MDF	S/ 30.00	1 (unidades)	S/ 30.00
Baterías	S/7.00	5 (unidades)	S/ 35.00
Switch	S/1.50	2 (unidades)	S/ 3.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 819.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## **2.1. ANTECEDENTES.**

### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.**

El trabajo de (Groba, 2015) titulado “**Impacto de las TIC en el funcionamiento diario de niños con autismo**”, realizado en la Universidad de Coruña, enfatiza la relevancia de la tecnología en intervenciones terapéuticas para el Trastorno del Espectro del Autismo (TEA). La investigación se organiza en tres fases: desarrollo de software específico, un estudio mixto que examina el funcionamiento diario de niños con TEA y un estudio piloto que evalúa el impacto de una intervención basada en TIC. Los resultados muestran una ligera mejora en ciertas habilidades tras la intervención, sugiriendo que el uso de TIC es efectivo en el tratamiento. Este estudio contribuye al conocimiento del autismo y a enfoques terapéuticos innovadores.

El trabajo de (Chousa, 2017) titulado “**Las TIC para la intervención educativa en TDAH: Un estudio bibliométrico**”, realizado en la Universidad Pontificia Católica de Valparaíso, explora el uso de Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) para mejorar el desarrollo personal de personas con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). Inicialmente, la investigación se enfocó en diseñar software y hardware para tratamientos alternativos, pero se amplió hacia aspectos educativos. A través de una revisión bibliométrica, se concluye que, aunque la producción científica sobre el tema es limitada, las TIC son efectivas para fomentar la inclusión educativa y el desarrollo personal y social de quienes tienen TDAH. Se destacan como recursos útiles para abordar la atención, la impulsividad y para facilitar el aprendizaje en áreas como la lectoescritura y las matemáticas mediante aplicaciones específicas.

El trabajo de (Obano, 2015) titulado “**Diseño de una unidad didáctica orientada al aprendizaje basado en la resolución de problemas del concepto de interés, apoyada en entornos digitales, para tres grupos de estudiantes del grado noveno del Tolima**”, realizado en la Universidad de Tolima, propone una unidad didáctica centrada en el interés simple y el uso de entornos digitales para mejorar la competencia matemática en la resolución de problemas. Este enfoque permite definir claramente los objetivos del plan de tesis y abordar temas matemáticos como operaciones y reconocimiento de figuras geométricas. La propuesta se desarrolla en etapas y está dirigida a estudiantes de grado noveno en las Instituciones Educativas Nicanor Velásquez Ortiz y Carlos Lleras Restrepo, en los municipios de Ambalema y Coello, respectivamente.

El trabajo de (Usuga, 2014) titulado “**Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la multiplicación de números naturales en el grado tercero de la Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo del municipio de Medellín**”, realizado en la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, propone una metodología de enseñanza que integra la robótica y actividades lúdicas para facilitar el aprendizaje de la multiplicación. Se analiza las deficiencias en la enseñanza de este concepto, que se traducen en dificultades con las tablas de multiplicar y otros temas matemáticos, generando desmotivación en los estudiantes. A partir de esta identificación de problemas, se sugiere una estrategia didáctica que busca promover un aprendizaje significativo de la multiplicación y mejorar las habilidades de resolución de problemas matemáticos en la vida diaria. El proyecto está destinado a estudiantes de grado tercero en la mencionada institución educativa.

El trabajo de (Chauta, 2008) titulado “**Estrategias pedagógicas y didácticas para niños con TDAH entre 5 y 7 años**”, realizado en la Universidad de San Buenaventura, Bogotá, se centra en el desarrollo de estrategias educativas para niños diagnosticados con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). Se exploran las características de este trastorno, así como sus implicaciones neuroanatómicas y bioquímicas, que afectan no solo el rendimiento intelectual, sino también la vida física, social, emocional y afectiva de los niños.

El estudio se enfoca en identificar diferencias en el desempeño de funciones ejecutivas, como la categorización y la flexibilidad cognitiva, en una muestra de 30 niños (15 niños y 15 niñas) diagnosticados con TDAH tipo mixto, con edades de 7 a 9 años. Se emplean herramientas como el Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin y la prueba de Retención de Dígitos del WISC-R, analizando los resultados con el programa SPSS mediante análisis de varianza y correlaciones. Esto busca contribuir a la comprensión y mejoramiento de las estrategias pedagógicas para esta población.

El trabajo de (Barrera, 2013) titulado “**Propuesta lúdico-pedagógica para abordar el trastorno por déficit de atención e hiperactividad de cuatro niños de segundo de primaria del Colegio Liceo Eucarístico Mixto**”, realizado en la Universidad Libre de Colombia, se enfoca en desarrollar un diseño pedagógico que responda a las necesidades curriculares de niños con TDAH en el aula.

El proyecto, llevado a cabo por un grupo de investigación con fines académicos para la obtención del título de Licenciados en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deporte, busca identificar los síntomas y comportamientos de los niños

diagnosticados con TDAH. Se realizaron observaciones detalladas y revisiones de diagnósticos psicológicos para categorizar a los niños y adaptar las actividades a sus necesidades pedagógicas.

La propuesta incluye diversas actividades lúdicas que abordan problemáticas comportamentales específicas, con el objetivo de mejorar el comportamiento en clase y promover aspectos como la reducción del estrés, la hiperactividad, el desarrollo intelectual, y el bienestar general de los niños. Estas actividades están diseñadas para facilitar un ambiente de aprendizaje óptimo y efectivo para los estudiantes con TDAH.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.**

El trabajo de (Muñoz Chavez, 2017) titulado **“Programa juegos didácticos para desarrollar la atención en el área de matemática en niños y niñas de cinco años de una Institución Educativa, Trujillo-2017”**, realizado en la Universidad César Vallejo de Trujillo, Perú, se centra en la implementación de juegos didácticos para mejorar la atención en el aprendizaje de matemáticas en niños de cinco años.

La investigación presenta una serie de juegos validados que abordan temas de atención e impulsividad, alineados con los objetivos del proyecto. Los resultados muestran que, en el grupo experimental, la atención de los niños mejoró significativamente: en el pre-test, el 71% se ubicó en el nivel de proceso, mientras que en el post-test, el 97% alcanzó el nivel bueno. En contraste, el grupo control mantuvo un nivel bueno del 61% tanto en el pre como en el post-test, lo que sugiere que la docente aplicó estrategias efectivas para el aprendizaje.

El análisis estadístico, utilizando la prueba “T”, reveló un nivel de significancia de 0,000, menor que el umbral de 0,05, lo que permite rechazar la hipótesis nula y concluir que el programa de juegos didácticos tuvo un impacto positivo y significativo en el desarrollo de la atención en el área de matemáticas en los niños participantes.

El trabajo de (Moya Llican, 2017) titulado “**Impulsividad y ansiedad estado - ansiedad rasgo en niños de consulta externa del Departamento de Psicología de un Hospital, Lima 2017**”, realizado en la Universidad César Vallejo de Trujillo, Perú, se centra en la medición de la impulsividad y la ansiedad en niños mediante escalas específicas, lo que aporta una base científica al proyecto y minimiza la subjetividad de los profesionales.

Las conclusiones del trabajo indican una correlación significativa y directa, aunque de baja intensidad, entre la impulsividad y la ansiedad estado, así como una correlación de intensidad moderada baja con la ansiedad rasgo. Esto sugiere que a mayor impulsividad, aumenta la ansiedad tanto en estado como en rasgo, implicando que reacciones impulsivas pueden intensificar los miedos y temores en situaciones desconocidas para los niños.

Además, se encontró una relación significativa entre la impulsividad total y la ansiedad rasgo en niños de 8 a 11 años, indicando que una mayor impulsividad se asocia con una mayor predisposición a conductas ansiosas en este grupo. También se observaron diferencias significativas en el comportamiento entre géneros, así como correlaciones bajas entre la impulsividad cognitiva y la ansiedad estado y rasgo. En general, el estudio resalta la importancia de entender la relación entre impulsividad y ansiedad en el contexto infantil.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.**

El trabajo de (Quispe Limpe & Rayan Suni, 2017) titulado “**Aplicación móvil para el aprendizaje de matemáticas de los niños con Síndrome de Down en el Centro de Educación Básica Especial Nuestra Señora del Carmen**”, desarrollado en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú, se centra en la creación de una herramienta tecnológica destinada a mejorar el aprendizaje de números en niños con Síndrome de Down, de entre 8 y 12 años.

La investigación adoptó una metodología experimental y tecnológica, utilizando el enfoque ágil XP para el desarrollo de la aplicación. Esta herramienta, diseñada para ser utilizada en tablets o smartphones, integra actividades curriculares de educación especial con tecnología móvil, lo que hace el proceso de aprendizaje más interactivo y atractivo para los niños.

Los resultados indican que la aplicación mejora significativamente el aprendizaje de números, enfatizando el desarrollo cognitivo de los niños y brindándoles oportunidades innovadoras para su educación. Además, se destaca la necesidad de que los niños se familiaricen con la tecnología para interactuar eficazmente con la aplicación. En resumen, el proyecto contribuye a mejorar la calidad de vida y el desempeño educativo de los niños con Síndrome de Down en el contexto actual.

## **2.2. CONCEPTOS DE TDAH.**

### ***2.2.1. TDAH EN UN CONTEXTO ESCOLAR.***

El primer síntoma de alarma formal proviene de los profesores de educación de nivel primaria, quienes perciben el comportamiento de los niños(as), actitudes, reacciones impredecibles y dificultades que tienen en la realización de tareas.

Finalmente, el TDAH está contenido dentro de las principales causas de los problemas generales del aprendizaje (PGA), y los niños con este trastorno son definidos como escolares de lento aprendizaje, pese a tener un Coeficiente Intelectual (CI) normal o superior y puede convertirse en el motivo de desmotivación, desadaptación, fracaso y repitencia escolar (Bazán , 2013).

### ***2.2.2. TDAH.***

El TDAH es un síndrome neurobiológico, de etiología compleja, debido a un fallo en el desarrollo de los mecanismos cerebrales que regulan el autocontrol. Esta pérdida de

autorregulación afecta otras funciones del cerebro que son importantes para mantener la atención y las funciones ejecutivas que posibilitan la integración y regulación de las funciones mentales. (Barkley R. , 1994) elabora una definición global al conjunto de síntomas que presenta el niño con TDAH (inatención, impulsividad e hiperactividad) basándose en la presencia de fallos en la inhibición conductual, que inciden de manera negativa en la acción coordinada de las cuatro funciones neuropsicológicas que permiten al sujeto una adecuada autorregulación: memoria de trabajo, autorregulación de la motivación y del afecto, internalización del lenguaje y procesos de análisis y síntesis.

La alteración de estas funciones puede manifestarse en el niño con este trastorno en una serie de dificultades como son (Orjales, 2005):

- Dificultad de recuperar en su memoria aquello aprendido con anterioridad para emplear a su momento actual.
- Dificultad o confusión de la percepción del tiempo.
- Dificultad en realizar referencias a eventos pasados o futuros.
- Dificultad en realizar tareas que necesiten colaboración, participación.
- Lenta asimilación del lenguaje y utilización para comunicarse con los demás.
- Dificultad para seguir reglas, ya sean obligatorias, consensuadas o autoimpuestas
- Aumento de la dependencia emocional del entorno, lo que conlleva una mayor dificultad para automotivarse, reflexionar sobre sus propios sentimientos y adoptar las acciones necesarias para superar estados de ánimo negativos como la ansiedad, la tristeza o la frustración.

Además de estas características del trastorno por déficit de atención con hiperactividad es la persistencia de los síntomas hasta la edad adulta en más del 50% de los casos (Biederman, 1993; Mannuzza, Klein, Bessler, & Malloy, 1998; Wender, 1995). No obstante, la sintomatología varía

a lo largo del ciclo vital, de modo que al inicio son más frecuentes las conductas relativas a exceso de actividad e impulsividad, mientras los síntomas atencionales emergen más tarde (cuando comienzan las exigencias académicas, laborales y sociales), pero se mantienen a lo largo del tiempo (Hart, Lahey, & Loeber, 1995; Levy, Hay, McStephen, Word, & Waldman, 1997).

### **2.2.3. IMPULSIVIDAD.**

Según La Real Academia Española (RAE, 2001) define la palabra impulsivo como aquella persona que habla o actúa sin reflexión y/o cautela, dejándose llevar por la impresión del momento.

(Eviden, 1999) indica que “la impulsividad es un constructo amplio que incluye aspectos cognitivos y conductuales, compuesto por diferentes factores” (pp.348-361).

(Eysenck et al., 1985) Indican que “la impulsividad es la dificultad para sostener la atención o la tendencia a actuar dejándose influenciar por el ímpetu del momento, sin tener presente los potenciales riesgos” (pp. 613-619), además (Buss & Plomin, 1975) señalan que es “la predisposición a responder, más que a inhibir la respuesta” o “la propensión a actuar con una menor reflexión en comparación con los individuos del mismo nivel de habilidad y conocimiento” (Dickman, 1990, pp.95-102).

Barratt (1993) ha explicado la impulsividad teniendo en cuenta cuatro elementos: biológico, cognitivo, ambiental y comportamental. La impulsividad para él es una dimensión de primer orden de la personalidad que se encuentra esencialmente relacionada con el control de impulsos. Propone una definición clínica, expresada como una “predisposición” para reaccionar de forma rápida y no planeada ante estímulos internos o externos, sin tener en cuenta las consecuencias negativas que las conductas impulsivas tengan para el individuo o para los otros. La definición anterior tiene varias implicaciones. Primera, la impulsividad es vista como una predisposición, y en consecuencia es considerada como parte de un patrón conductual.

Segunda, la impulsividad involucra una acción rápida y no planeada. Tercera, la impulsividad está asociada con actuar sin tener presente las consecuencias que acarrearán estas acciones (pp. 39-56).

#### **2.2.4. ESCALA DE BARRATT.**

“El estudio de cualquier rasgo del comportamiento o de la conducta depende del enfoque de las herramientas utilizadas. Éstas pueden abarcar en mayor o menor medida la complejidad del rasgo que se está estudiando, según la construcción pragmática que se haya elaborado a partir de una idea abstracta” (Rodríguez Álvarez, 2016, p.22).

La Escala de Impulsividad de Barratt (BIS, por sus siglas en inglés) fue creada para diferenciar la impulsividad de la ansiedad y para describir la impulsividad en individuos normales, así como para cuantificar sus límites en contextos psicopatológicos. La versión BIS-11 permite medir la impulsividad como un constructo global, desglosándose en tres subescalas: atencional, motora y no planeación. Según los criterios establecidos por Stanford y colaboradores, un puntaje de 72 o más indica alta impulsividad, mientras que puntajes entre 52 y 71 se consideran normales, y puntajes inferiores a 52 sugieren un control excesivo o falta de sinceridad en las respuestas. La BIS-11 ha sido adaptada y validada para su uso en diversos idiomas y países, lo que resalta su aplicabilidad internacional (Stanford MS et al., 2009, pp. 385-395), además Rodríguez Álvarez, (2016) considera “un instrumento mundialmente aceptado para la cuantificación de la impulsividad” (p.22).

### 2.2.5. ESCALA DE IMPULSIVIDAD PARA NIÑOS BIS-11C.

En la siguiente tabla se muestra los Elementos de la versión española del BIS 11-C. y elementos alternativos para la adaptación colombiana (BIS – 11C).

**Tabla 4**  
*Características Escala para niños BIS-11C.*

<b>ítems</b>	<b>Version española (BIS 11-C)</b>	<b>Version sud americana (BIS – 11C)</b>
1	Planifico las cosas que hago	Organizo las cosas que hago
2	Hago las cosas sin pensarlas	Hago las cosas sin pensarlas
3	Decido las cosas rápidamente	decido rápidamente
4	Cuando mis amigos me preguntan algo, puedo responder rápidamente	Cuando mis amigos me preguntan algo, puedo responder rápidamente
5	Me cuesta estar atento	Me cuesta trabajo estar atento
6	Pienso rápidamente	Pienso con rapidez
7	Planifico mi tiempo libre	Organizo mi tiempo libre
8	Pierdo los nervios con facilidad	Me desespero con facilidad)
9	Me concentro rápidamente	Me concentro rápidamente
10	Ahorro todo lo que puedo	Ahorro lo que más puedo
11	Me gusta pensar detenidamente las cosas	Me gusta pensar bien las cosas
12	Hago proyectos para el futuro	Hago planes para el futuro
13	Digo las cosas sin pensar	Digo cosas sin pensar
14	Soy de los primeros en levantar la mano en clase cuando el profesor hace una pregunta	Soy de los primeros en levantar la mano en clase cuando el profesor hace una pregunta
15	Cambio a menudo de ideas	Cambio con facilidad mi manera de pensar
16	Actúo impulsivamente [sin pensar]	Actúo sin pensar
17	Me distraigo con facilidad cuando tengo un problema complicado	Cuando estoy haciendo algo que requiere concentración, me distraigo con facilidad
18	Me dejo llevar por mis impulsos	Me dejo llevar por mis impulsos
19	Me gusta pensar las cosas	Me gusta pensar las cosas
20	Cambio frecuentemente de amigos	Cambio con frecuencia de amigos
21	Compro las cosas sin pensar	Compro cosas sin pensar
22	Soluciono los problemas uno a uno	Soluciono los problemas uno por uno
23	Gasto más de lo que puedo	Gasto más de lo que tengo
24	Cuando pienso en algo me distraigo fácilmente	Cuando estoy pensando en algo me distraigo con facilidad
25	Estoy inquieto en el cine o en clase	Me cuesta trabajo quedarme quieto en el cine o en clase

**Fuente:** (Cosi et al., 2008)

La escala utilizada como base para la adaptación colombiana del BIS-11c es la versión desarrollada por (Cosi et al., 2008) para niños españoles. El instrumento al igual que el original de Barratt (1985) posee tres factores:

**Impulsividad motora (13 ítems)** asociada a la tendencia de actuar sin pensar, **impulsividad no planificada (8 ítems)** que implica falta de planificación del futuro, e **impulsividad cognitiva (5 ítems)** relacionada con pensar y tomar decisiones rápidamente. Está compuesto por 26 ítems en escala tipo Likert, posee el mismo formato de respuestas de la escala para adultos, con cuatro opciones, donde un puntaje mayor implica más impulsividad (nunca/casi nunca, algunas veces, a menudo, siempre/casi siempre).

**Tabla 5**

*Tipo de impulsividad para niños BIS-11C.*

<b>Tipo de impulsividad</b>	<b>No.</b>	<b>Ítems</b>
	2	Hago las cosas sin pensarlas
	5	Me cuesta trabajo estar atento
	8	Me desespero con facilidad
	13	Digo cosas sin pensar
	15	Cambio con facilidad mi manera de pensar
	16	Actúo sin pensar
Motora	17	Cuando estoy haciendo algo que requiere concentración, me distraigo con facilidad
	18	Me dejo llevar por mis impulsos
	20	Cambio con frecuencia de amigos
	21	Compro cosas sin pensar
	23	Gasto más de lo que tengo
	24	Cuando estoy pensando en algo me distraigo con facilidad

Cognitivo	25	Me cuesta trabajo quedarme quieto en clase
	3	Decido rápidamente
	4	Cuando mis amigos me preguntan algo, puedo responder rápidamente
	6	Pienso con rapidez
	9	Me puedo concentrar rápidamente
	14	En el colegio, soy de los primeros en levantar la mano cuando el profesor hace una pregunta
No Planificada	1	Planeo las cosas que hago
	7	Organizo mi tiempo libre
	10	Ahorro lo que más puedo
	11	Me gusta pensar bien las cosas
	12	Hago planes para el futuro
	19	Me gusta pensar las cosas
	22	Soluciono los problemas uno por uno
	26	Organizo mis actividades

**Fuente:** (Cosi et al., 2008)

La prueba de impulsividad se divide en tres factores: impulsividad motora, impulsividad cognitiva e impulsividad no planificada. En términos de validez, la impulsividad motora y la no planificada presentan una consistencia interna aceptable ( $\alpha=74$  y  $\alpha=72$ , respectivamente), mientras que la impulsividad cognitiva muestra una consistencia interna pobre ( $\alpha=59$ ). La confiabilidad se evaluó en un estudio con 616 estudiantes colombianos de 8 a 16 años, resultando en una escala de confiabilidad de 0.71. El análisis factorial confirmó las tres categorías originales de la prueba (Chahín-Pinzón, 2014).

### **2.1.1. HIPERACTIVIDAD.**

La hiperactividad se define como un exceso de actividad en situaciones que requieren calma, manifestándose en comportamientos como moverse sin propósito, golpear con los dedos, mover manos y pies, jugar con objetos y hablar en exceso. Los niños hiperactivos a menudo interrumpen el silencio con comentarios y su actividad incontrolada puede persistir incluso durante el sueño, sin una meta clara y en momentos inapropiados. Su atención se desvía hacia tareas distintas a las que les son asignadas, lo que genera problemas en las interacciones. La intensidad de la hiperactividad varía según el contexto y las personas, siendo más pronunciada en lugares públicos, durante visitas o al enfrentarse a tareas aburridas o exigentes. En resumen, los niños hiperactivos presentan características distintivas relacionadas con su comportamiento y atención (Bazán Sánchez, 2013):

- Hablan en exceso, mueven constantemente manos y pies.
- Abandonan el asiento en la clase, Corren o saltan en situaciones inapropiadas, tienen dificultades para jugar tranquilamente.
- Actúan como si estuviesen impulsados por un motor.

### **2.1.2. ATENCIÓN.**

La atención se puede entender como un proceso cíclico que involucra interacciones complejas entre la corteza prefrontal, el tallo cerebral ventral y la corteza posterior. Cualquier interrupción en este bucle puede afectar la atención y dar lugar a un trastorno por déficit de atención. La corteza prefrontal y su conexión con el tallo cerebral ventral son fundamentales en los mecanismos de atención. Cuando se menciona el trastorno por déficit de atención, generalmente se hace referencia a estos sistemas. Las causas del daño a estos sistemas pueden ser tanto heredadas como adquiridas en etapas tempranas de la vida (Pineda Santos, 2016).

Los rasgos del TDAH pueden estar relacionados con déficits ejecutivos, que pueden ser bioquímicos o estructurales. Un déficit ejecutivo severo puede hacer que el diagnóstico de TDAH sea innecesario, mientras que uno leve permite un diagnóstico adecuado de TDAH, destacando el deterioro atencional. En la mayoría de los casos, hay un trastorno bioquímico que afecta las conexiones del lóbulo frontal sin daño estructural significativo. Además, en algunos casos, el déficit atencional puede ser específico, coexistiendo con una buena capacidad de planificación y previsión (Molina et al., 2009).

El déficit de atención en el TDAH es selectivo, manifestándose en actividades que el individuo considera "poco interesantes" y desapareciendo en aquellas que le resultan "interesantes". Cuando el paciente disfruta de una tarea, como un videojuego o un evento deportivo, su atención es máxima, alcanzando un estado de flujo. Sin embargo, su atención disminuye en actividades que carecen de recompensas inmediatas, como asistir a conferencias o leer libros de texto. Esto relaciona el TDAH con la disfunción del lóbulo frontal, destacando el papel de la corteza prefrontal en el establecimiento de objetivos, la volición y la gratificación diferida (Rutter, 2008).

Entre los déficits atencionales, la combinación con la hiperactividad es la más significativa, lo que lleva a distinguir entre el trastorno por déficit de atención (TDA) y el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH). La forma hiperactiva suele estar asociada con disfunciones sutiles en la corteza orbitofrontal, lo que explica la volatilidad emocional común en estos casos. En cambio, la forma no hiperactiva está más relacionada con disfunciones en la corteza dorsolateral (Lemos, 2006).

La diferencia entre TDA y TDAH es solo el comienzo, ya que probablemente existen diversas formas de déficit de atención que requieren soluciones distintas. A medida que se amplía

el conocimiento sobre los lóbulos frontales y sus conexiones, será posible identificar estas variantes y proponer soluciones más precisas (Pineda Santos, 2016).

### **2.1.3. DÉFICIT DE ATENCIÓN.**

El término "déficit", que proviene del latín "deficere" y significa "faltar", se refiere a la falta de algo considerado necesario. En el caso del déficit de atención, tanto la Asociación Americana de Psiquiatría como la Organización Mundial de la Salud han reconocido este síndrome como una condición desfavorable para el aprendizaje y la educación de los niños diagnosticados. Este síndrome neurobiológico se caracteriza por una falta de atención crónica, atribuida a una insuficiencia de dopamina, un neurotransmisor clave en el cerebro (García Calderón , 2012).

El déficit de atención en el TDAH es selectivo, ya que se manifiesta principalmente en actividades que el paciente considera "poco interesantes", mientras que en aquellas que disfruta, como juegos o eventos deportivos, su atención es máxima, alcanzando un estado de flujo. En contraste, la atención disminuye en tareas sin recompensa instantánea, como asistir a conferencias o leer libros de texto. Esta tendencia relaciona el TDAH con disfunciones en el lóbulo frontal, especialmente en la corteza prefrontal, que juega un papel crucial en el establecimiento de objetivos, la voluntad y la gratificación diferida (Rutter, 2008).

Según Hernández de León (2012) Las deficiencias de atención pueden manifestarse en contextos académicos, laborales o sociales, afectando a quienes padecen este trastorno. Estos individuos suelen no prestar atención a los detalles y cometer errores por descuido en tareas escolares o laborales, lo que resulta en trabajos descuidados y poco reflexivos. Además, enfrentan dificultades para mantener la atención en actividades tanto laborales como recreativas, lo que les impide completar tareas. A menudo parecen distraídos, como si no estuvieran escuchando, y tienden a cambiar frecuentemente de una actividad a otra sin finalizar ninguna.

Para Barkley R. (2002) El Síndrome de Déficit Atencional es un síndrome neurobiológico que se caracteriza por un desarrollo inadecuado de los mecanismos que regulan la atención, la reflexividad y la actividad. Esta condición se manifiesta principalmente como una dificultad o incapacidad para mantener la atención voluntaria en diversas actividades, tanto en el ámbito académico como en la vida cotidiana.

La falta de atención suele estar relacionada con altos niveles de hiperactividad, que se define como una actividad motora excesiva en comparación con otros niños similares. Además, estos niños presentan rasgos de impulsividad, lo que se traduce en acciones precipitadas sin reflexionar sobre las consecuencias, como dificultad para esperar su turno en juegos o tomar decisiones arriesgadas. Aunque muchos niños con problemas de atención también son hiperactivos, el problema fundamental radica en su incapacidad para mantener la atención y su impulsividad. Esta insuficiente autorregulación dificulta su adaptación a las demandas sociales, limitando su capacidad para establecer límites en su comportamiento y contribuyendo a diversos problemas asociados (Fundacion CADAH, 2012).

#### ***2.1.4. ATENCIÓN Y RENDIMIENTO ACADÉMICO.***

La atención regula y coordina los diferentes procesos del sistema perceptivo “hoy se considera que la primera etapa del sistema perceptivo corre a cargo de un conjunto de mecanismos independientes... cada uno de los cuales estaría guiado por la función selectiva de la atención” (Benedet, 2002, p. 120).

El papel de la atención en el aprendizaje es crucial en la investigación neuropsicológica, ya que existe una estrecha relación entre los problemas de atención y el bajo rendimiento escolar.

El estudio de la atención se direcciona como un referente en el diseño de programas de prevención e intervención que aborden las causas del fracaso escolar desde el punto de vista de variables cognitivas que inciden en el aprendizaje (Boujon & Quaireau, 1999).

En este contexto, (León, 2008, p. 17) Se llevó a cabo una investigación sobre el papel de la atención plena, definida como la capacidad de centrar la percepción en estímulos presentes, en los procesos de aprendizaje, con una muestra de 344 estudiantes. Se formaron dos grupos: uno con estudiantes de buen rendimiento académico y otro con estudiantes con notas bajas. Los resultados mostraron que aquellos con mejor rendimiento académico también obtuvieron puntuaciones más altas en pruebas de atención selectiva y dividida, confirmando así la importancia de la atención plena en el aprendizaje.

En una investigación realizada en estudiantes de 12 y 16 años (Fernández Castillo & Gutiérrez, 2009), analizan el vínculo entre tres variables cognitivas, una de ellas la atención selectiva (comprendida como la capacidad para centrarse en estímulos relevantes de acuerdo a tareas, al tiempo que se descartan los distractores) como condicionantes del rendimiento académico. Esta investigación busca analizar la influencia de esta variable en el desempeño escolar. Hallando en las dificultades en el componente atencional pueden provocar deficiencias en el tratamiento de información, lo que impacta negativamente en la adquisición de nuevos aprendizajes y, en consecuencia, en el rendimiento académico, especialmente en matemáticas. Sin embargo, en el caso de la música, la relación es inversa. Las dificultades en la atención selectiva pueden deberse a la incapacidad de concentrarse, la falta de interés en la tarea, la dificultad para cambiar el foco atencional o la ausencia de estrategias atencionales.

### **2.1.5. APRENDIZAJE Y RENDIMIENTO ACADÉMICO.**

(Tejedor et al., 2008) Indica que existe una correlación positiva entre el uso de estrategias de aprendizaje y altos niveles de rendimiento académico. Estas estrategias están relacionadas con el aprendizaje metacognitivo y autónomo, ya que posicionan al estudiante en un rol activo, permitiéndole identificar y desarrollar tácticas para alcanzar sus metas de aprendizaje.

Tejedor et al. (2008), a través de un estudio hecho con 605 niños de educación secundaria en el que buscan revalidar la relación entre estrategias atencionales y rendimiento académico, haya correlación positiva entre la aplicación de estrategias atencionales y un nivel alto de rendimiento académico. Este estudio también categoriza la exploración, el subrayado lineal y la fragmentación como las estrategias atencionales que más impactan en la variable rendimiento académico.

González Pienda (2008), determina los factores que influyen en el rendimiento académico en dos grandes clases: factores de tipo personal y factores de tipo contextual dentro de las variables relativas al sujeto de tipo cognitivo, que condicionan el rendimiento académico, le asigna un papel fundamental a las estrategias de aprendizaje en la medida en que dichas estrategias permiten procesos de planificación y control sobre la tarea. Para este autor la aplicación de estrategias de aprendizaje es un determinante del rendimiento escolar exitoso.

En resumen y fundamentándonos en la documentación revisada se puede observar que la gran parte de los estudios ha considerado como base la existencia de una relación positiva entre la aplicación de estrategias de aprendizaje y el rendimiento académico, además de la existencia de relación entre las conceptualizaciones sobre el tema basado en estrategias y construcción de las bases cognitivas, permiten al estudiante abordar los contenidos de aprendizaje de una manera intencional, de acuerdo a los objetivos y propósitos de la tarea, hallando relaciones positivas entre estas variables, incluso observables después de la aplicación de programas.

## **2.2. CONCEPTOS EDUCATIVOS.**

### **2.2.1. UNIDAD DIDÁCTICA.**

Coll (1991) define a unidad didáctica como: “La unidad de trabajo relativa a un proceso completo de enseñanza/aprendizaje que no tiene una duración fija, que necesita de objetivos, componentes elementales de contenido, actividades de aprendizaje y actividades de evaluación”.

Para Ibáñez (1992) unidad didáctica es: “La interrelación de todos los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza - aprendizaje con una coherencia interna metodológica y por un periodo determinado”.

Escamilla (1993) la define como una forma de planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje alrededor de un ente de contenido que se vuelve en un eje integrador del proceso, aportando consistencia y significatividad. Esta manera de organizar conocimientos y experiencias debe tomar en cuenta la diversidad de entes o elementos que contextualizan el proceso (nivel de desarrollo del alumno, medio sociocultural y familiar, Proyecto Curricular, recursos disponibles) para regular la práctica de los contenidos, escoger los objetivos básicos que pretende conseguir, las pautas metodológicas con las que trabajará, las experiencias de enseñanza - aprendizaje necesarios para perfeccionar dicho proceso.

Contreras (1998) indica a este concepto como: “Un proyecto didáctico específico, implementado por un profesor concreto y para un concreto grupo de alumnos, en un contexto concreto y para una disciplina”.

Sánchez Bañuelos (2000) asevera que la unidad didáctica es uno de los elementos básicos de la programación de la enseñanza, ya que simboliza el nivel intermedio que conecta los objetivos más generales de los ciclos y niveles con el trabajo día a día del alumnado. Además, señala que una unidad didáctica representa un elemento unitario de programación y actuación docente

conformada por un conjunto de actividades que se desarrollan en un periodo determinado, para la consecución de objetivos didácticos.

Cobacho (2005) afirma que unidad didáctica es una propuesta de trabajo que se inicia a partir de la experiencia del profesor y la del alumno. Contiene ideas formadas por un nivel de acopio asequible, sencillo e idóneo al trabajo diario. Esto permite su aplicación y durante, su desarrollo, se puedan ir variando diferentes realizaciones en función de cómo resultan más útiles para el proceso de enseñanza - aprendizaje. Además, integra un conjunto de conocimientos, relacionados con un eje fundamental y que se muestran ordenados en relación de la materia y del nivel de desarrollo del alumno.

### ***2.2.2. ROBÓTICA EDUCATIVA, ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN AULA.***

Las prácticas educativas tradicionales, centradas en el maestro, han sido transformadas por la incorporación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), que ofrecen a los alumnos nuevas fuentes de información. Este cambio ha llevado a replantear los roles de profesores y estudiantes, sofisticando los procesos de enseñanza-aprendizaje y proporcionando nuevos materiales didácticos (Esteinou, 1998).

La aparición de esta plataforma tecnológico como material de apoyo a los procesos educativos, ha dado comienzo a lo que se conoce como “Ingeniería educativa”, que tiene como objetivo hallar nuevos enfoques didácticos utilizando elementos tecnológicos, haciendo de los desarrollos modernos, no solo el espacio para las aplicaciones que mejoren la calidad de vida de las personas, pues también se convierte en un espacio para la reflexión y la construcción de conocimiento (Galvis, 2007).

Una de las primeras manifestaciones de la ingeniería educativa, se conoce como «robótica educativa» que tiene por propósito poner en juego toda la capacidad de exploración y de

manipulación del sujeto cognoscente al servicio de la construcción de significados a partir de su propia experiencia educativa (Barrera Lombana, 2014).

### **2.2.3. *ROBÓTICA EDUCATIVA.***

Actualmente, los robots se utilizan en diversas áreas como la fabricación, exploración de entornos hostiles, reemplazo de extremidades humanas y manipulación de materiales peligrosos. Además de sus aplicaciones industriales, militares y médicas, la robótica está emergiendo como una herramienta innovadora en la educación, promoviendo el desarrollo de competencias básicas en un ambiente lúdico y de auto-aprendizaje (Zurita Valentina, 2016).

La mayoría de investigaciones afirman que mediante el uso de la robótica, los niños pueden entender conceptos abstractos con mayor facilidad y a su vez ganar un nivel más funcional de aprendizaje y entendimiento (Nourbakhsh et al., 2005).

Tal y como indica (Cervera, 2011) el término "robot" fue utilizado por primera vez en 1920 por Karel Capek en su obra de teatro "Rossum's Universal Robots", derivando del checo "robota", que significa "trabajo" u "obligatoriedad". En la obra, los robots humanoides trabajaban en una fábrica. Este concepto se ha mantenido hasta hoy y ha inspirado numerosas películas, como "Chappie", "Ex Machina", "Yo, robot" y "Big Hero 6". Lo que comenzó como una idea alienante se ha integrado en nuestra vida cotidiana, volviéndose común en los medios de comunicación

## **2.3. CONCEPTOS TECNOLÓGICOS.**

### **2.3.1. SENSOR FLEXO - RESISTIVO.**

Para implementar la unidad didáctica basada en robótica se hará uso de sensores conocidos como extensómetros o galgas extensométricas o sensores flexo - resistivos. Este sensor evalúa la deformación, presión o carga utilizando el efecto piezorresistivo, que es una característica de ciertos materiales que les permite alterar su resistencia nominal al ser sometidos a tensiones o deformaciones. Estos sensores son utilizados fundamentalmente para conocer el estado tensional de diferentes partes de una maquinaria o estructura. Los sensores flexos, por su sencillez, pequeñas dimensiones y gran exactitud en las mediciones son de gran ayuda para dicho objetivo.

En la actualidad, no solo se usan en la construcción de máquinas o estructuras, sino que cada vez son más los dispositivos electromédicos que usan estos sensores para la medición de parámetros biológicos como presión, temperatura y flujo en diferentes órganos y zonas corporales (Iglesias Castro, 2016).

Estos sensores según Navarrete (2015) Permite obtener, mediante el adecuado acondicionamiento de la señal resultante, lecturas continuas de la deformación longitudinal producida en un punto de la superficie de un material dado. La definición de deformación abarca las variaciones generadas por un cuerpo cuando éste ha sido sometido a una fuerza externa, bien sea compresión, tracción, torsión o flexión. El sensor flexo - resistivo es básicamente una resistencia eléctrica. El parámetro variable y sujeto a medida es la resistencia de dicho sensor. Esta variación de resistencia depende de la deformación que sufre este. El sensor está constituido básicamente por una base muy delgada no conductora (Velostat para este trabajo), sobre la cual va adherido un hilo metálico muy fino, de forma que la mayor parte de su longitud está distribuida paralelamente a una dirección determinada.

Para Becerra, (2017) estos sensores plantean en su trabajo “Diseño de un sistema para medir la fuerza de corte en el acero sae 1020 utilizando galgas extensométricas”, la cual consiste en que estos sensores usan su resistencia, variandola con la fuerza aplicada; convierte esta fuerza, presión, tensión, peso, etc, en un cambio de la resistencia eléctrica el cual puede ser medido.

El sensor flexo es una herramientas aplicada a la medición eléctrica de magnitudes mecánicas. Se emplea para la medición de tensiones. En términos técnicos, 'tensión' se refiere a la deformación por tracción y compresión, que se distingue por un signo positivo o negativo. Por lo tanto, estos sensores se utilizan para medir la expansión y la contracción.

### **2.3.2. ARDUINO.**

Arduino es una plataforma de hardware y software libres, diseñada para ser flexible y fácil de usar a través de código abierto. Consiste en un microcontrolador, un entorno de desarrollo y una conexión USB para el ordenador. Permite la interacción con el entorno mediante la recepción de datos de sensores y la generación de señales a través de luces, motores y otros dispositivos. El microcontrolador se programa utilizando el Arduino Programming Language (basado en Wiring) y el Arduino Development Environment (basado en Processing), ambos cercanos al lenguaje C. Existen diferentes tipos de placas según las necesidades del usuario (López Cerón, 2015).

Según la página oficial de Arduino este dispositivo es una plataforma electrónica de código abierto basado en hardware y software. Las placas Arduino pueden leer entradas, como luz en un sensor, un toque en un botón y convertirlas en salidas, activar un motor, encender un LED. Para ello se utiliza el lenguaje de programación de Arduino (basado en el cableado), y el software de Arduino (IDE), sobre la base de procesamiento (Arduino, 2016).

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos, que se basa en software y hardware flexibles y fáciles de usar (Morales, 2012).

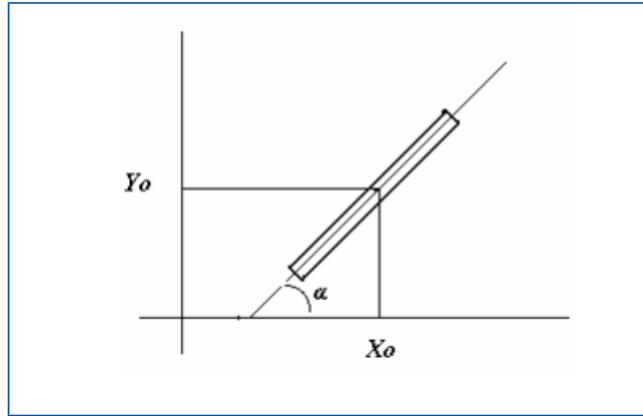
En términos generales, puede decirse que Arduino es un pequeño sistema embebido, ya que cuenta con todos los elementos de este tipo de sistemas; su lenguaje de programación es una derivación de “C”, con funciones predefinidas para facilitar la programación, aunque es posible incorporar código C del compilador AVR (ATMEGA320 es un microcontrolador AVR). Esto es especialmente útil cuando se requiere un mayor control de los módulos internos del microcontrolador. La estructura de Arduino fue concebida para proveer entradas y salidas digitales, entradas analógicas e interrupciones externas. Se programa por vía USB, aunque también dispone de un conector ICSP para utilizar un programador externo. Al ser una plataforma de hardware abierto, tanto el diagrama esquemático como el firmware es de acceso público, de manera que puede ser tomado y modificado de acuerdo a necesidades específicas de diseño; es así como pueden encontrarse otras plataformas con la misma filosofía de Arduino, como Funduino, Pingüino, etc (Morales, 2012).

### **2.3.3. GRADOS DE LIBERTAD.**

Según (Troncos Riofrio , 2016) los grados de libertad son la cantidad de parámetros independientes que determinan la ubicación de una pieza terminal en un sistema. Generalmente, su número coincide con el de eslabones en la cadena cinemática y define los movimientos esenciales de los robots, tanto de desplazamiento como rotatorios. Un mayor número de grados de libertad permite una mayor flexibilidad en el posicionamiento del elemento terminal. La mayoría de las aplicaciones industriales requieren 6 grados de libertad, como en mecanizado y soldadura, mientras que aplicaciones más complejas pueden necesitar más.

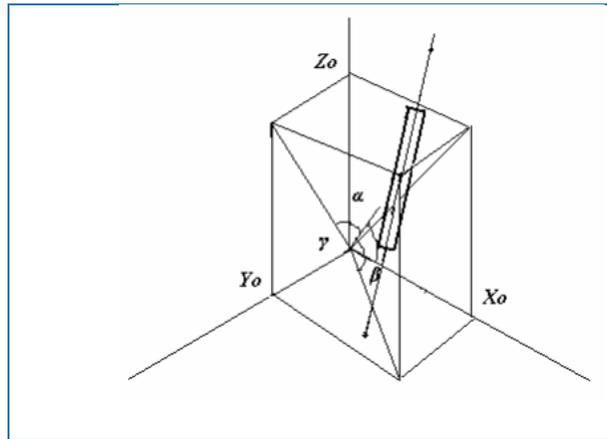
Según (Sánchez Sánchez, 2008), el grado de libertad (GDL) de un sistema es el número de independiente que se precisa para determinar de algún modo o manera unívoca su posición en el

espacio en cualquier instante. En este entender en el plano se requiere tres parametros (GDL): dos coordenadas lineales (x,y) y una coordenada angular ( $\alpha$ ).



**Figura 1:** Parámetros GDL en el plano (Sánchez Sánchez, 2008, p. 3)

Además en el espacio se requiere de seis GDL: tres distancias (x,y,z) y tres angulos ( $\alpha,\beta,\gamma$ ).



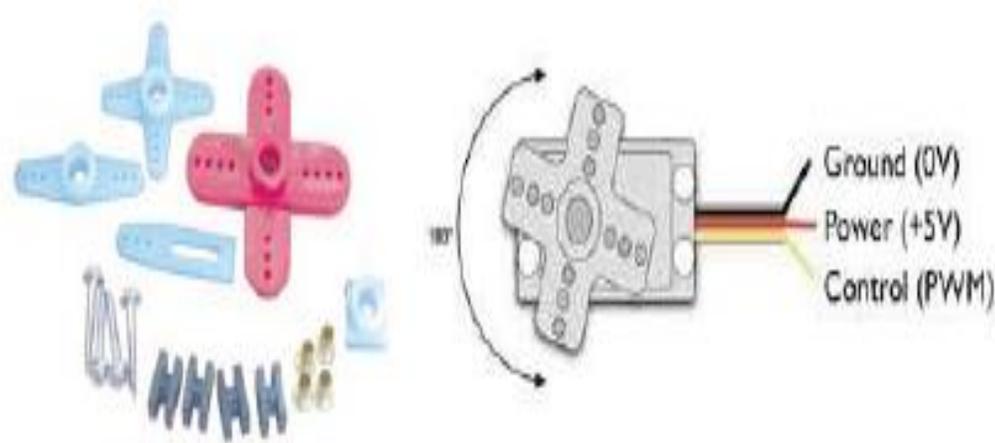
**Figura 2:** Parámetros GDL en el espacio (Sánchez Sánchez, 2008, p. 3).

#### **2.3.4. SERVO MOTORES.**

La palabra servo proviene del latín “servus” el cual significa obedecer, es así que el servomotor es un motor que actua según una señal de entrada, para variar su señal de salida, ya sea angular o velocidad (Noriega G, 2015, P.13).

Un servomotor es un dispositivo pequeño, el cual consta de un eje de rendimiento controlado. Este es llevado a posiciones angulares específicas al recibir una señal bajo un protocolo determinado. En la práctica, se utilizan estos dispositivos para posicionar superficies de control tal como el movimiento de palancas, ascensores de pequeñas dimensiones y timones, en radio control y en robots (Peralta Zarate, 2009, p. 6).

Según (Altamirano Santillán & Vallejo Vallejo, 2017), los servomotores son dispositivos controlados por señales de pulso, obtenidos por los pines de salida de microcontroladores, en el contexto de señales moduladas por ancho de pulso (PWM).



**Figura 3:** Servo con sus cables de conexión y tipos de hélices (Altamirano & Vallejo, 2017, p. 35)

El servomotor SG90 según su “Data Sheet”, es un dispositivo pequeño y liviano con alta potencia de salida. Este dispositivo es capaz de girar aproximadamente 180 grados (90 en cada dirección).



**Figura 4:** Servo motor SG90 (Data Sheet del servo motor SG90)

Se debe mencionar que el Data Sheet es una ficha técnica o un documento en donde a forma breve se describe lo que contiene o detalla las características de un material, objeto, programa, proceso de manera detallada.

### **2.3.5. *SENSORES DEL GUANTE.***

El sensor utilizado para construir el guante es una galga denominado Velostat, la cual tiene una relación entre la fuerza o tensión aplicada y las variaciones de resistencia, la cual se denomina sensibilidad a la deformación; se define como la razón de cambio de la resistencia eléctrica en función de la variación de la longitud relativa. Este parámetro es adimensional y es fundamental, ya que un mayor valor genera cambios de resistencia más significativos ante la misma fuerza mecánica. El factor de la galga se mide a través de cables que se encuentran alineados con su tensión; es decir, ubicados en la misma dirección que las líneas de tensión o en los bordes de la rejilla. Esta sensibilidad se aprecia cuando se aplica una tensión al sensor o la galga, lo cual genera el ensanchamiento estiramiento o compresión, haciendo que el sensor aumenten o reduzcan su longitud y con este proceso la galga varíe su resistencia. Finalmente el factor del sensor se

establece de manera experimental, a través de aplicación de una tensión o deformación mecánica (Ruiz Rojas, 2005, p. 5).



**Figura 5:** Sensor flexo utilizado (GoldFire Electrónica, 2010)

### **2.3.6. RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES.**

El proceso de reconocimiento de imágenes es la clasificación de datos en un conjunto de entradas de objetos identificados, a través de la extracción de características relevantes o atributos de datos extraídos de un medio que contiene detalles irrelevantes. Una definición, en un contexto matemático, indica que dicha clasificación radica en la partición del espacio n-dimensional determinado por las características de un objeto, en varias regiones, donde cada región corresponde a una clase (Gil Julca & Guevara Collantes, 2018, p. 84).

El procesamiento digital de imágenes es un conjunto de técnicas aplicado a imágenes con la finalidad de mejorar su calidad, facilitar la búsqueda de información dentro de estas o hacer evidentes detalles que se requieren hacer notar (como es el caso de la presente investigación). Las imágenes pueden ser generadas de muchas maneras, así por ejemplo, fotografías, mediante cámaras web, monitores de televisión (López Verástegui, 2014. P. 22).

### **2.3.7. *ENGUCV Y OPENCV***

Emgu CV es una biblioteca de procesamiento de imágenes multiplataforma. Está estrechamente relacionado con OpenCV porque Emgu CV es un contenedor .NET para OpenCV. Podemos decir que Emgu CV es OpenCV en .NET. El sorprendente contenedor hace posible que las funciones de OpenCV sea llamado desde lenguajes de programación .NET. C#, VB, IronPython y C++, siendo algunos de los lenguajes de Programación soportados.

Emgu CV se puede compilar en Mono, y se ejecuta bajo Linux, Windows, Mac OS X y plataformas móviles populares como Android dispositivos, iPhone, iPod Touch y iPad, finalmente, uno de los objetivos de Emgu CV es proporcionar una infraestructura de visión por computadora fácil de usar para programadores .NET que les ayuda a construir aplicaciones de visión bastante sofisticadas con gran velocidad. La biblioteca de CV de Emgu abarca muchas áreas de visión, incluido el producto de fábrica, inspección, imagen médica, interfaces de usuario, calibración de cámara, visión estereoscópica y robótica Debido a que la visión por computadora y el aprendizaje automático a menudo van de la mano, Emgu CV también envuelve una biblioteca completa de aprendizaje automático de uso general de Biblioteca de procesamiento de imágenes OpenCV (Shin Shi, 2013, p. 5).

OpenCV (Open Source Computer Vision) es una librería multiplataforma desarrollada por Intel con la finalidad de apoyar a los primeros compiladores Intel C++ y Microsoft Visual C++ en x86. En la actualidad es utilizada para la visión artificial y el procesamiento de imágenes, esta librería se ha utilizado en un sinnúmero de aplicaciones para el reconocimiento de objetos, control de procesos, robótica avanzada, sistemas de seguridad con detección de movimiento, etc. La librería Open CV, Según su página oficial, es completamente gratuita y libre, ya que se distribuye basado en licencia BSD (Berkeley Software Distribution), permitiendo que sea utilizada libremente en

diferentes proyectos con fines comerciales y orientado a temas de investigación, sujeto a condiciones de la licencia. Esta biblioteca está optimizada para su uso en procesadores Intel, aunque también puede ser utilizada en otros tipos de procesadores. Además, puede aprovechar los procesadores multinúcleo. Las bibliotecas de OpenCV se pueden instalar en sistemas operativos Windows y Linux, en sus distintas versiones. En relación al campo de procesamiento de imágenes, uno de las finalidades de esta librería es facilitar una infraestructura accesible y al mismo tiempo sencilla. La librería OpenCV tiene funciones usadas para diferentes áreas de la visión por computador, tales como la identificación de personas u objetos en movimiento, la inspección de productos, imágenes médicas, reconocimiento de rostros humanos en una imagen, reconstrucción 3D, interfaces, robótica, seguridad de usuario, etc (Viera Maza, 2017, p. 49).

#### **2.3.8. *METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL SOFTWARE.***

La metodología de desarrollo de software es el SCRUM, la cual permite implementar proyectos en corto tiempo, con una retroalimentación constante, orientados hacia equipos de trabajo altamente productivos.

Scrum es un marco de trabajo liviano que ayuda a las personas, equipos y organizaciones a generar valor a través de soluciones adaptativas para problemas complejos (Sutherland, 2020).

La aplicación desarrollada será implementada en base a requerimientos procedente de dos procesos (temas matemáticos y control de impulsividad).

Además, se debe indicar que los requisitos se obtendrán de un docente y de los estudiantes, en su mayoría del docente por estar en contacto directo con niños con TDAH.

### **2.3.9. SIMULADOR PROTEUS**

Para (Delgado Sarmiento, 2019), el simulador Proteus es un laboratorio virtual de electrónica, en el cual se puede diseñar un circuito electrónico y de esta manera verificar su funcionamiento. Este circuito permite una gran cantidad de componentes electrónicos, instrumentos virtuales y herramientas orientados a generar señales y utilizarlas en circuitos, además se cuenta con un completo conjunto de herramientas de medición para estudiar las señales que generarán los circuitos. De esta manera, es factible verificar el funcionamiento y las señales generadas en un circuito electrónico de forma virtual, sin la necesidad de tener que soldar o conectar cable alguno. Este software hace posible la utilización de múltiples instrumentos o herramientas de análisis, que en la realidad son caras y posiblemente no estén al alcance.

**CAPÍTULO III**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA**

**UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN**

**ROBÓTICA**

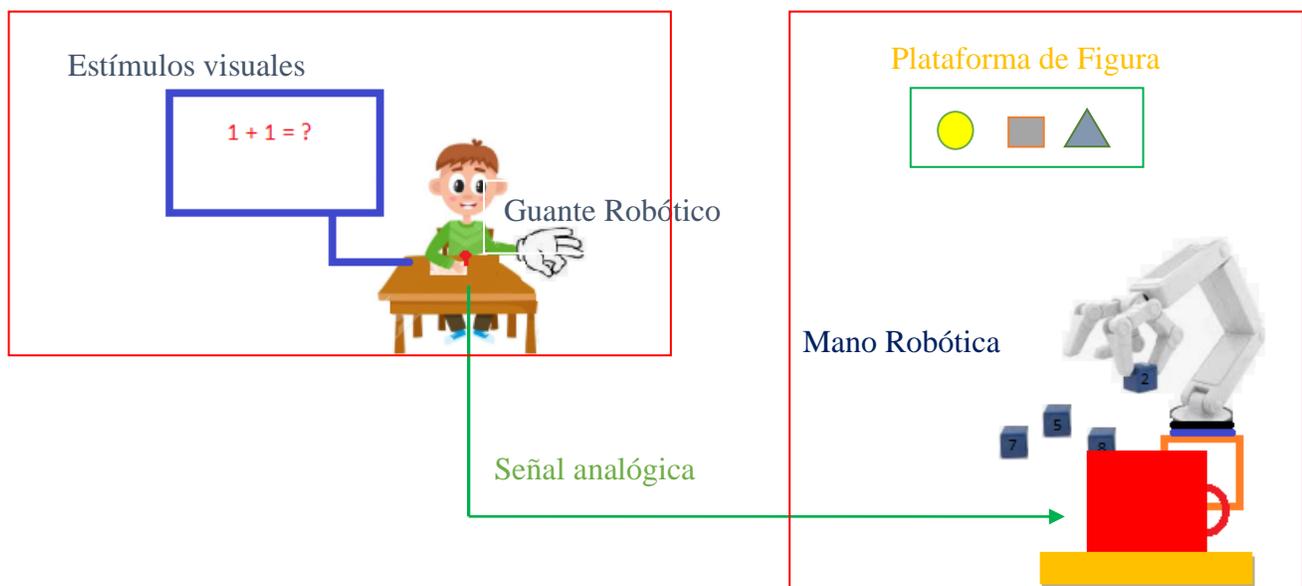
La construcción del presente trabajo se utiliza el diseño pre definido del brazo InMoov, este es una parte del proyecto InMoov, el cual es un robot humanoide de brazos robóticos de código abierto diseñado para imitar la estructura y los movimientos del brazo humano, el brazo InMoov se puede imprimir en 3D y ensamblar con componentes y electrónica comunes, en este sentido para lograr los movimientos y controlar las articulaciones se utilizaron servomotores, los cuales permiten ajustar posiciones y velocidad de las articulaciones mediante controladores del Arduino.

La programación del brazo InMoov se realizó mediante el lenguaje Arduino IDE, además del control estándar mediante un controlador externo, se han desarrollado módulos personalizadas utilizando un guante equipado con sensores flex y un acelerómetro para controlar las articulaciones del brazo InMoov. Este guante detecta los movimientos de la mano y los dedos del usuario a través de sensores flexibles y un acelerómetro. La comunicación entre el guante y el brazo InMoov se realiza mediante una conexión Bluetooth, es así como los datos capturados por los sensores del guante se transmiten al brazo robótico, donde son interpretados y utilizados para controlar los movimientos correspondientes en las articulaciones del brazo.

La interfaz basada en guante y sensores ofrece un control intuitivo y natural del brazo InMoov. Los movimientos de la mano y los dedos del usuario se reflejan en tiempo real en el brazo robótico, lo que permite una interacción más fluida y realista.

Los estímulos visuales para que el usuario inicie su interacción con la unidad didáctica, son producidos en una computadora, estos estímulos son temas educativos y psicomotrices, dichos temas han sido evaluados experimentalmente con especialistas (docente y psicólogo) con la finalidad de obtener un sistema validado, ya que la solución planteada en el presente proyecto automatiza ejercicios aplicados por estos especialistas.

En la Figura 6 se aprecia la lógica de funcionamiento de la unidad didáctica, por ejemplo, cuando el estímulo visual producido por computadora pida la operación  $2 + 2 = ?$ , el usuario llevara la mano robótica al punto donde estén los objetos con las posibles respuestas, una vez posicionada sobre dichos objetos el usuario cojera el objeto “cubo” con la respuesta (4), esto se realizara con movimiento de los sensores flexos (Guante robótico), quienes capturan el movimiento de las articulaciones (dedos y codo) del usuario, los movimientos de los dedos son cuantificados en valores resistivos y de los movimientos del codo será cuantificada mediante los valores de posición del acelerómetro, estos valores son enviados a la mano robótica (mediante conexión Bluetooth), una vez depositado el cubo en la plataforma informática, este (cubo) será validado mediante reconocimiento de imágenes, el desarrollo de este último punto será detallado en el capítulo IV (plataforma informática basada en reconocimiento de imágenes).



**Figura 6:** Diagrama general de la unidad didáctica (Elaboración propia)

En este capítulo, se describirá con detalle la construcción del guante basado en los sensores flexos y del acelerómetro, se detallará el diseño del brazo InMoov y/o brazo robótico, además se realizará pruebas de calibración de estos frente a los servomotores de dicha mano robótica, también

se detallará sobre la construcción de la mano robótica, finalmente se realizará una prueba en conjunto, todo lo mencionado se detalla en la siguiente metodología de construcción de la unidad didáctica:

**Primera etapa:**

Actividad 1: Propuesta de Diseño (Duración 1 semanas).

Actividad 2: Diseño final del Brazo Robótico (Duración: 2 semanas).

**Segunda etapa:**

Actividad 1: Impresión 3D (Duración: 2 semanas).

Actividad 2: Ensamble de las piezas (Duración: 3 semanas).

Actividad 3: Ensamble Electrónico (Duración: 3 semanas).

**Tercera etapa:**

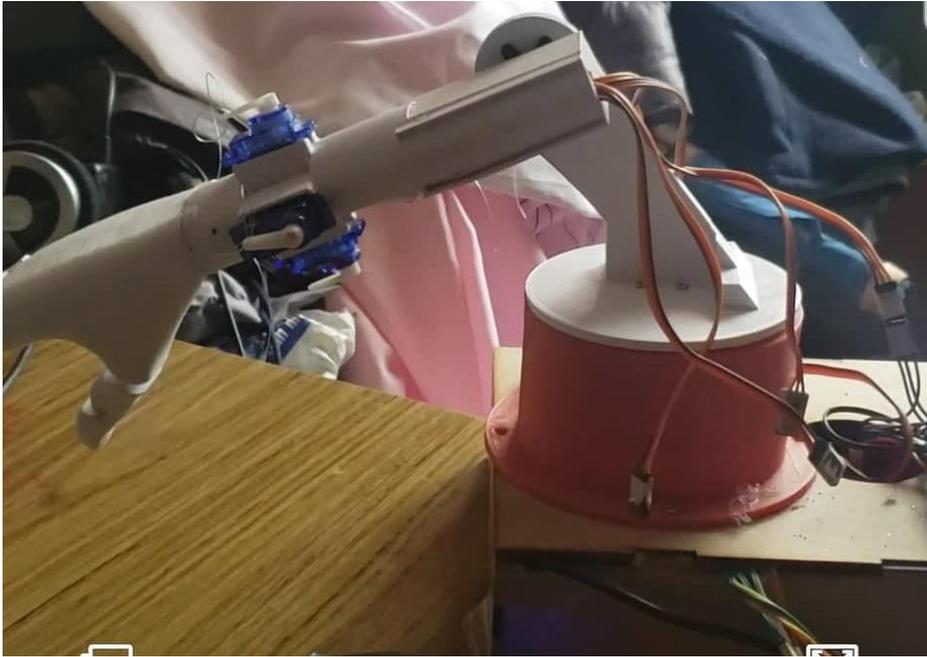
Actividad 3.1: Primeras pruebas (Duración: 4 semanas).

Actividad 3.2: Programación y pruebas finales (Duración: 5 semanas).

Se debe indicar que la elección de los materiales y componentes electrónicos utilizados para las calibraciones y fundamentalmente el ensamblado de la unidad didáctica fueron basados en la existencia de dichos en el mercado local a bajo costo.

### 3.1. PRIMERA ETAPA

#### 3.1.1. ACTIVIDAD 1: PROPUESTA DE DISEÑO.



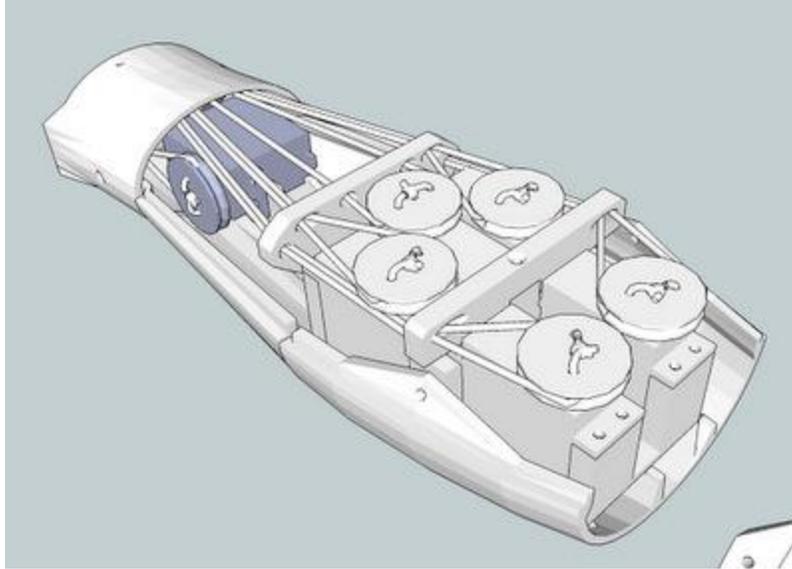
**Figura 7:** Diseño inicial de brazo robótico (Elaboración propia)

El brazo robótico utilizado en esta investigación será el brazo InMoov, que ofrece archivos de diseño en 3D y documentación detallada para la impresión y ensamblaje en 3D. La duración de la actividad 1 fue de una semana, dedicada a la investigación sobre este recurso gratuito.

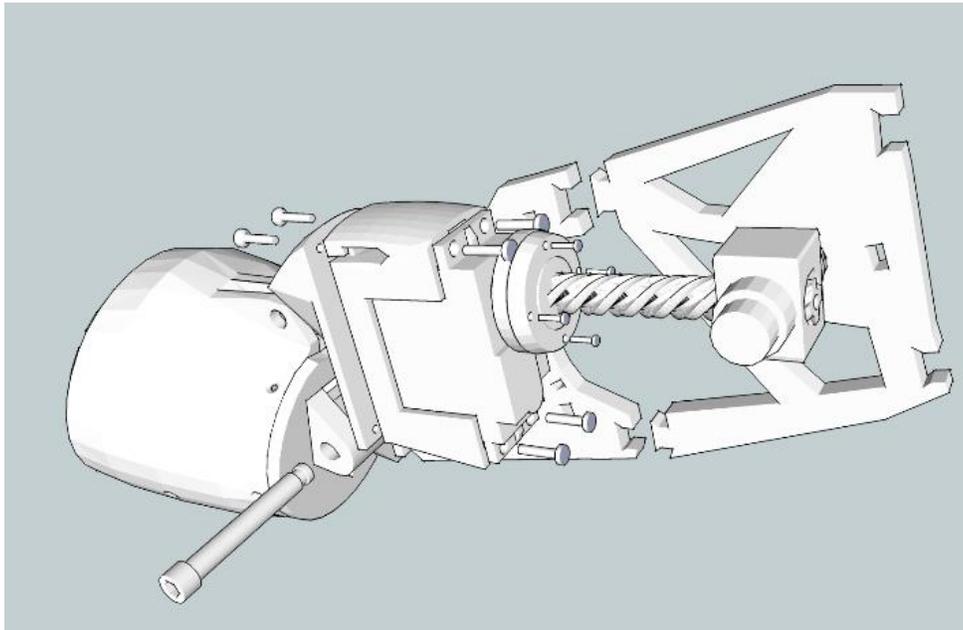
#### 3.1.2. ACTIVIDAD 2: DISEÑO FINAL DEL BRAZO ROBÓTICO.

En el diseño final, el brazo robótico es proporcional al de un niño de 8 años, con movimiento en el codo y sin movimiento en la muñeca. Los dedos de la mano serán controlados por micro servos digitales 1181mg, el hombro será articulado por un servomotor MG996R de 180 grados de similar manera el codo.

En el antebrazo irán los servos digitales que controlan cada dedo de la mano, estos estarán conectados con hilo de nylon a cada extremo del dedo haciendo tensión con los servos, así como se muestra en la figura 8.



**Figura 8:** Ubicación de los servomotores de los dedos (Inmoov, 2014)

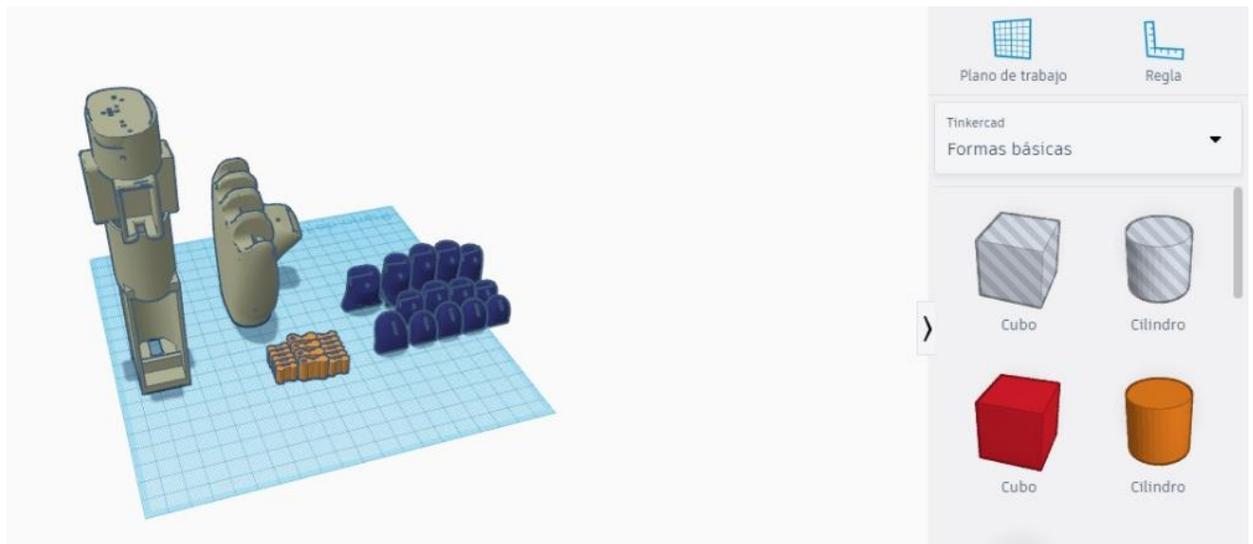


**Figura 9:** Ubicación del servomotor en el codo (Inmoov, 2014)

### 3.2. SEGUNDA ETAPA:

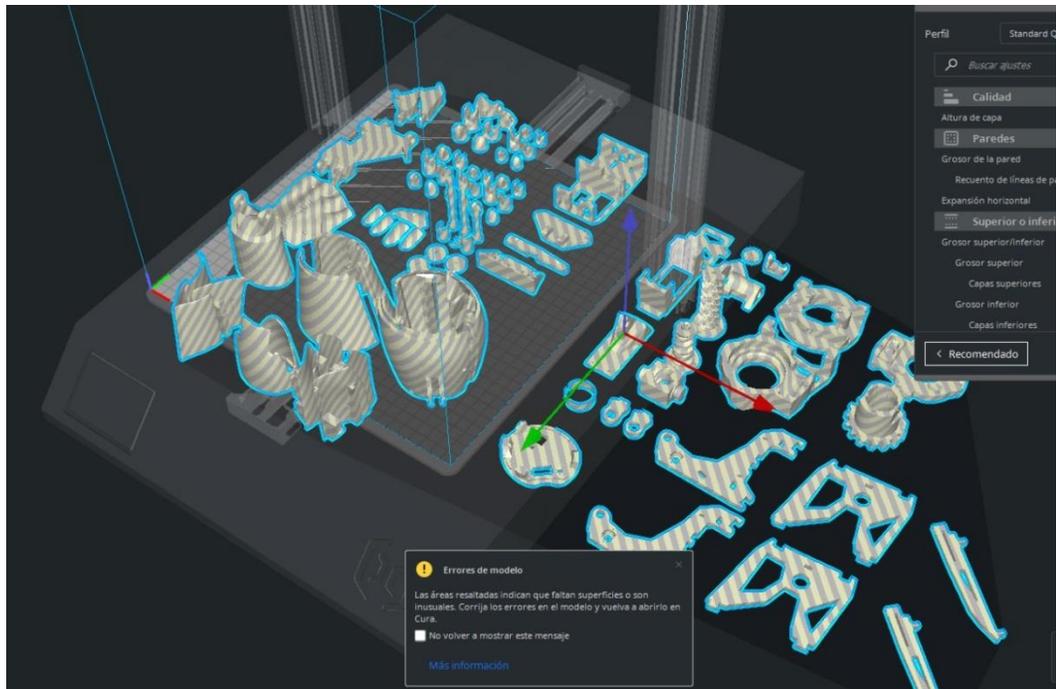
#### 3.2.1. ACTIVIDAD 1: IMPRESIÓN 3D.

En la primera etapa, se realizó la impresión en la Ciudad del Cusco, sin embargo, para el diseño final, la misma empresa ya no realizaba dichas impresiones, el cual fue una dificultad. Es ahí donde se busca otras empresas a nivel nacional donde se realicen dichas impresiones, encontrando en la Ciudad de Arequipa una donde finalmente realizamos la impresión.



**Figura 10:** Diseño inicial de brazo robótico (Elaboración propia)

La impresión en 3D se realizará con material ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) y tendrá una duración de 2 semanas.



**Figura 11:** Diseño en 3D del brazo InMoov (*Elaboración propia*)

En la siguiente figura se muestra las impresiones de las piezas del brazo InMoov con sus respectivas numeraciones.



**Figura 12:** Impresión 3D de elementos de brazo InMoov (*Elaboración propia*)

### 3.2.2. ACTIVIDAD 2: ENSAMBLE DE LAS PIEZAS.

En la siguiente figura se aprecia el ensamblado de los dedos del brazo InMoov.



**Figura 13:** Ensamblado de dedos con el brazo InMoov (*Elaboración propia*)

En la siguiente figura se aprecia el ensamblado de la mano y dedos con el brazo InMoov.



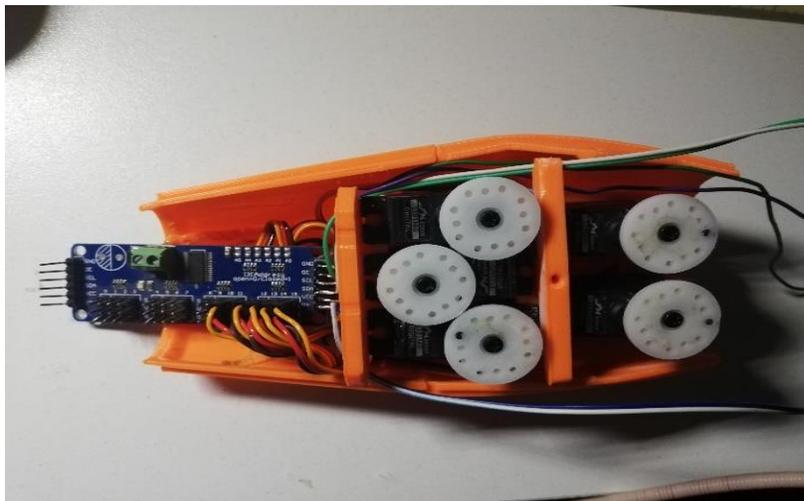
**Figura 14:** Ensamblado de mano con brazo InMoov (*Elaboración propia*)

En la siguiente figura se aprecia el ensamble del antebrazo con los servos digitales para el control de los dedos.



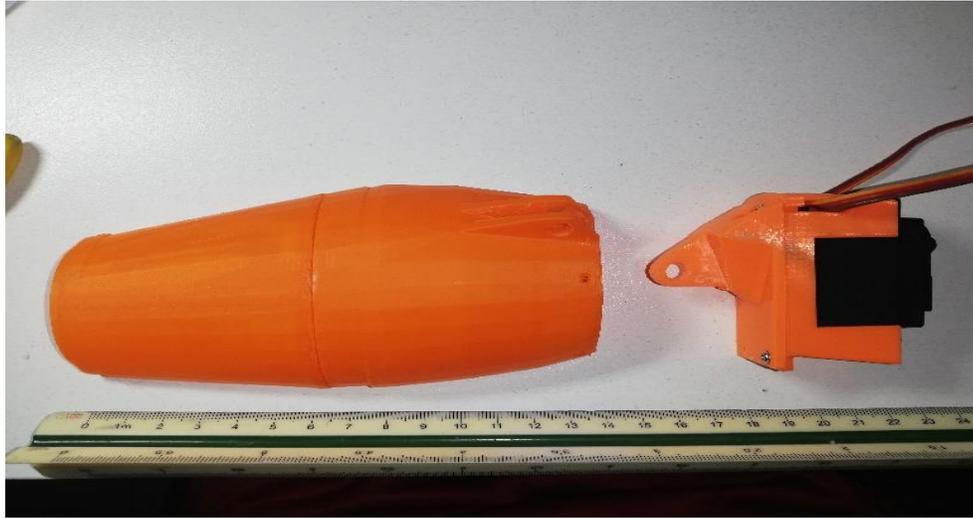
**Figura 15:** Ensamblado de servos para control de dedos (*Elaboración propia*)

En la siguiente figura se aprecia la conexión de los Micros servos 1181mg digital 180 grados con el módulo controlador de servos PCA9685 -16CH, cabe mencionar que la parte articulada de la muñeca queda fija.



**Figura 16:** Conexión de servo motores de los dedos (*Elaboración propia*)

En la siguiente figura se aprecia el ensamblado del codo.



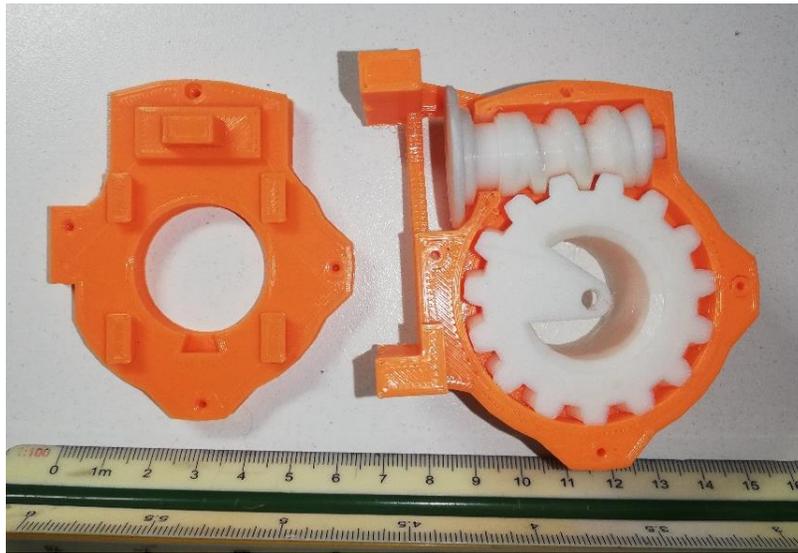
**Figura 17:** Conexión del codo (*Elaboración propia*)

En la siguiente figura se aprecia el ensamble de Bíceps del brazo InMoov.



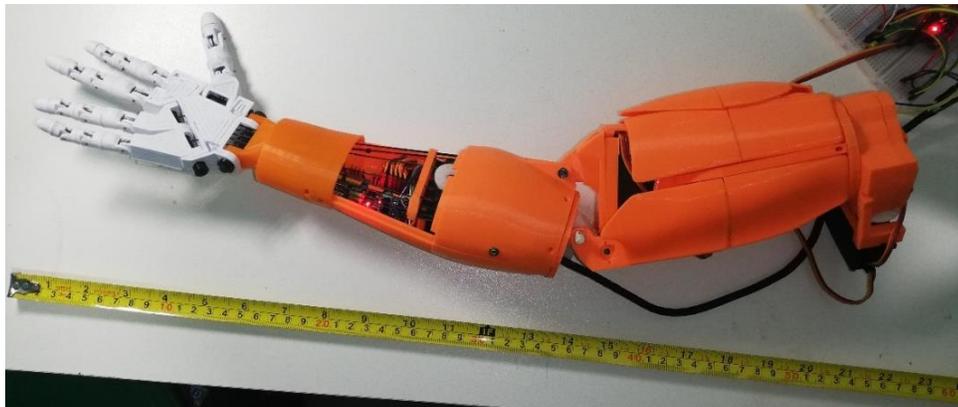
**Figura 18:** Conexión de Bíceps (*Elaboración propia*)

En la siguiente figura se aprecia el ensamblado del hombro del brazo InMoov.



**Figura 19:** Conexión de hombro (*Elaboración propia*)

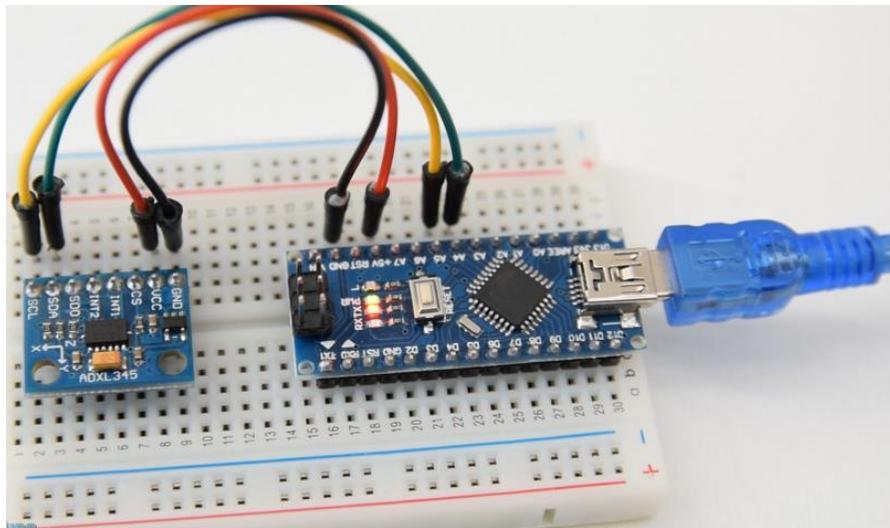
En la siguiente figura se aprecia el ensamblado completo del brazo InMoov.



**Figura 20:** Ensamblado completo del brazo InMoov (*Elaboración propia*)

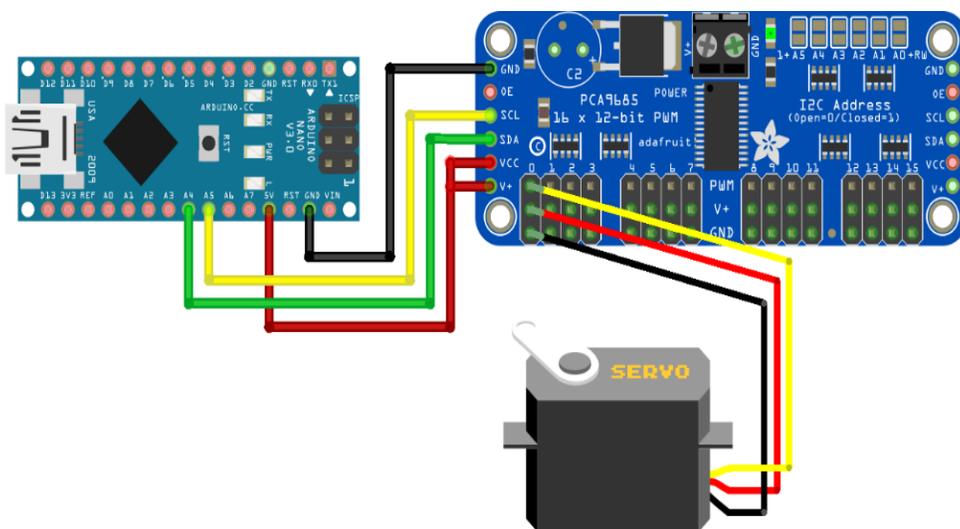
### 3.2.3. ACTIVIDAD 3: ENSAMBLE ELECTRÓNICO.

Inicialmente, se usó un protoboard para las conexiones, sin embargo, al no estar fijo y tener muchos movimientos en los niños, se optó por la necesidad de quemar una placa con todo el circuito y trabajar de esa manera.

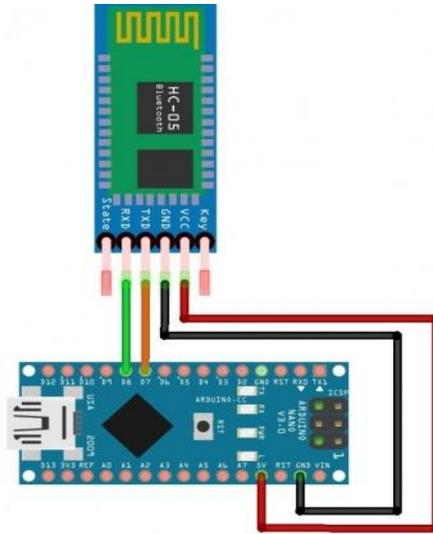


**Figura 21:** Circuito inicial (*Elaboración propia*)

El brazo InMoov se alimenta con una tensión máxima de 7 V, el cual alimenta al Arduino y a los micro servos, en este sentido la conexión del Arduino nano con los micro servos digitales se realiza mediante el módulo PCA9685, de esta manera facilita el cableado de los servos y regula la corriente requerida por los servos. En la siguiente figura se aprecia la conexión del Arduino, el controlador de servos y los micro servos.



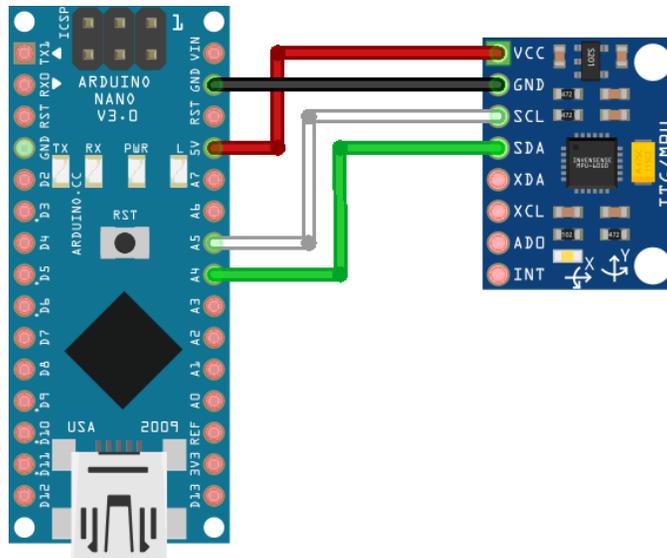
**Figura 22:** Conexión Arduino, controlador y servos (Arduino C.C, 2020)



**Figura 23:** Conexión Arduino y Bluetooth (Arduino C.C, 2020)

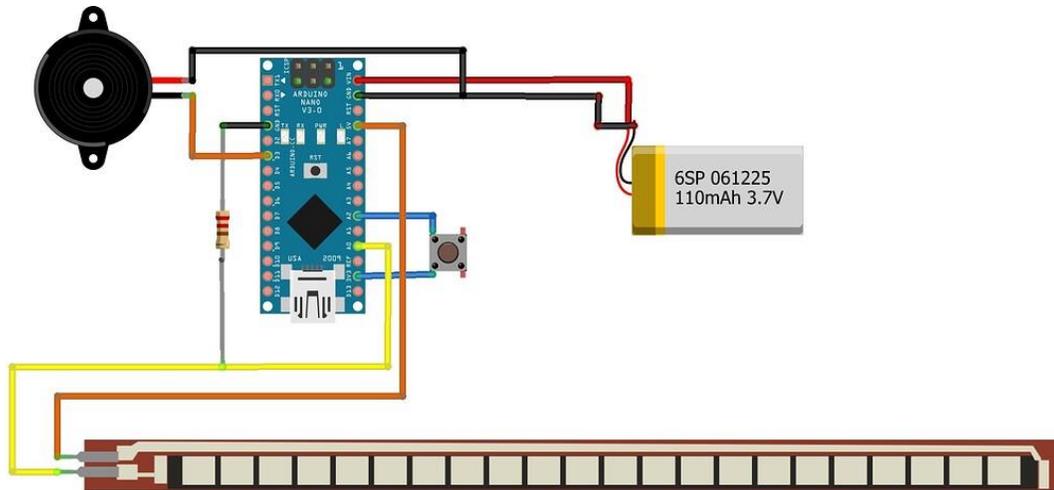
En la Figura 23 se aprecia la conexión del Arduino nano con el Módulo Bluetooth HC-05.

En la Figura 24 se aprecia la conexión del Arduino nano con el MPU-6050 giroscopio y acelerómetro.



**Figura 24:** Conexión Arduino con MPU-6050 (Arduino C.C, 2020)

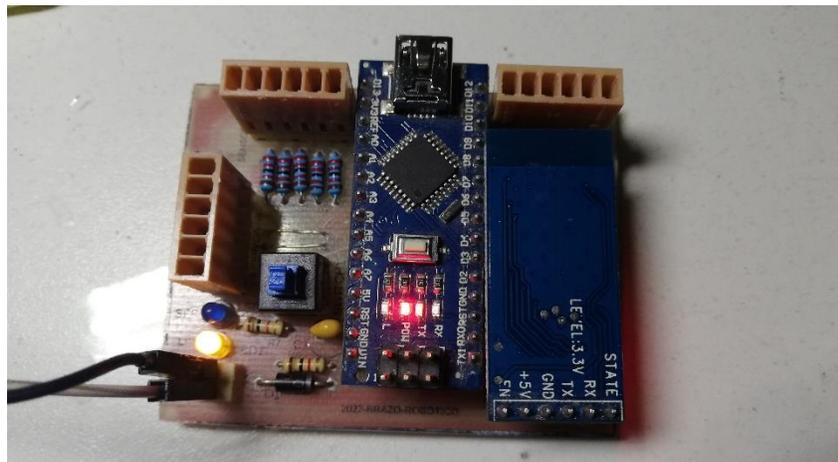
En la Figura 25 se aprecia la conexión del Arduino nano con los sensores de Flexión Flex.



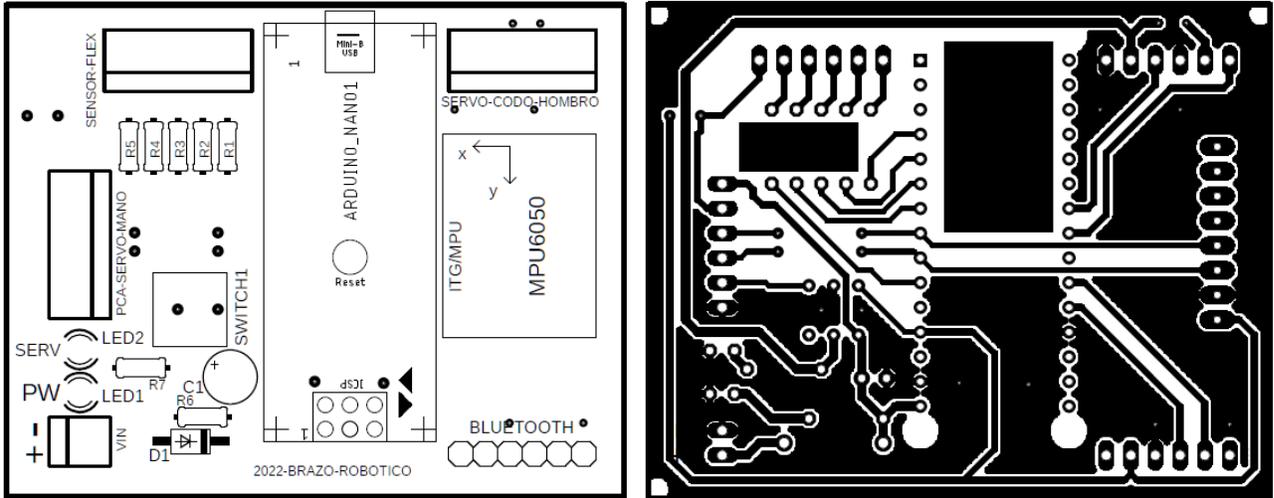
**Figura 25:** Conexión Arduino con sensores flexos (Arduino C.C, 2020)

De esta manera se diseña y fabrica dos circuitos uno para controlar la mano y codo con un módulo bluetooth en modo esclavo y el otro para procesar las señales de los sensores flex que serán enviado por el módulo bluetooth en modo maestro.

En la Figura 26 y Figura 27 se aprecia la placa y el diseño realizado para controlar la mano y el codo en modo esclavo.

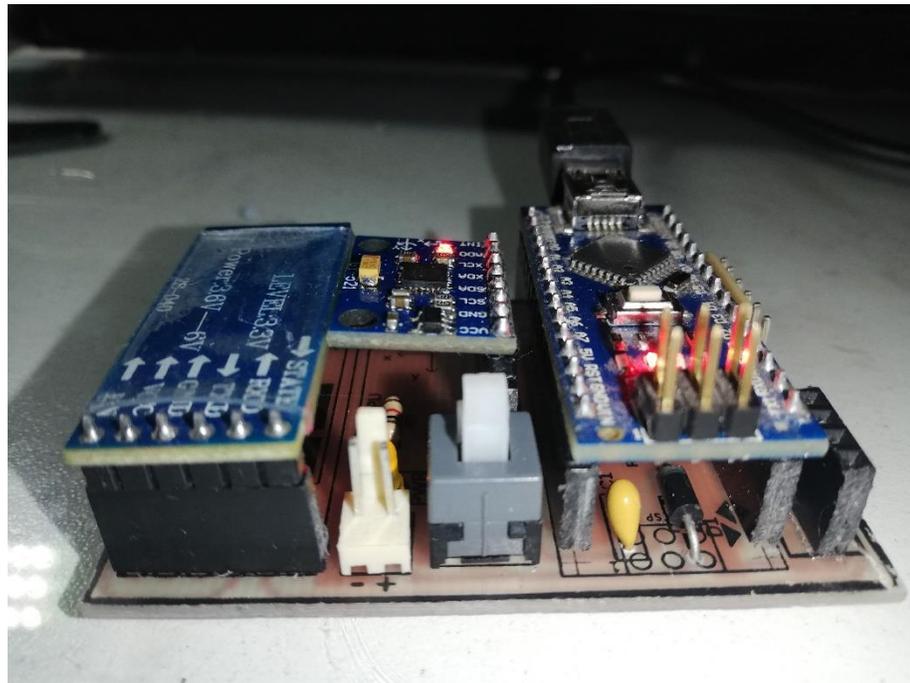


**Figura 26:** Placa PCB esclavo (Elaboración propia)

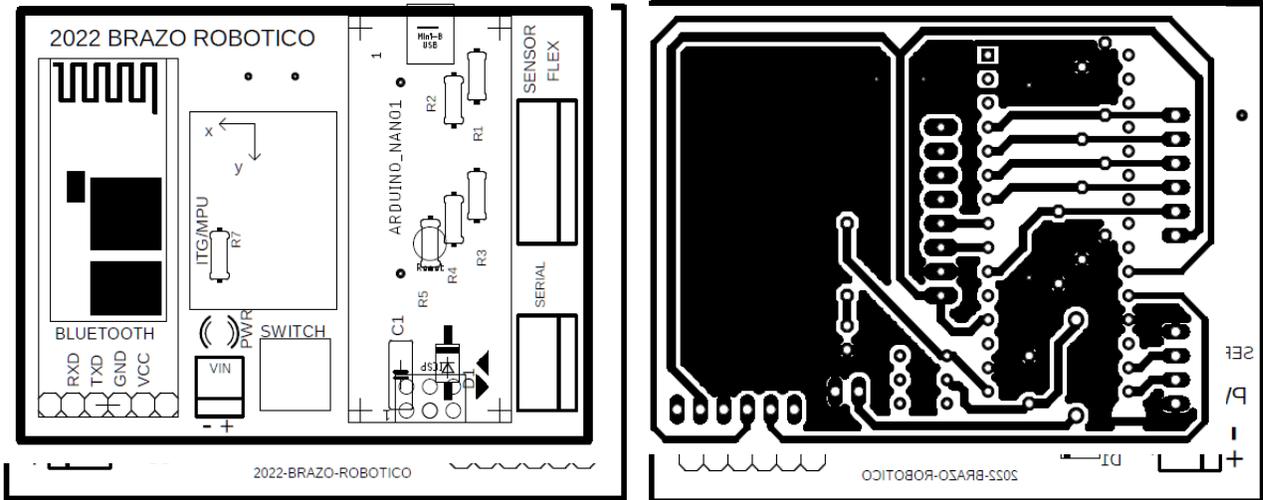


**Figura 27:** Diseño de la PCB esclavo (Elaboración propia)

En la **Figura 27** y **Figura 28** se aprecia la placa y el diseño realizado para controlar la mano y el codo en modo esclavo.



**Figura 28:** Placa PCB maestro (Elaboración propia)



**Figura 29:** Diseño de la PCB maestro (Elaboración propia)

### 3.3. TERCERA ETAPA:

#### 3.3.1. ACTIVIDAD 1: PRIMERAS PRUEBAS

En la Figura 31 se ve la réplica del primer guante y la mano del usuario en tiempo real



**Figura 30:** Primeras pruebas (Elaboración propia)

En la Figura 31 se ve la réplica final del brazo y la mano del usuario en tiempo real.



**Figura 31:** Primeras pruebas (Elaboración propia)

### 3.3.2. ACTIVIDAD 2: PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS FINALES.

#### CÓDIGO PARA LOS SENSORES FLEX Y ACELERÓMETRO, (MAESTRO)

**Tabla 6**  
*Librerías*

---

```
#include <SoftwareSerial.h>

#include <SPI.h>

#include <Wire.h>

SoftwareSerial BTserial(3, 2); // RX | TX
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia la inclusión de 1 librerías como el SoftwareSerial el cual se usa para comunicarse mediante el protocolo de serie con el Bluetooth, mientras que SPI y Wire son librerías para comunicación mediante bus SPI e I2C

respectivamente, luego se declara una instancia de SoftwareSerial llamada BTserial con los pines 3 y 2 para la comunicación Bluetooth.

### **Tabla 7**

*Definición de constante MPU*

---

```
#define MPU 0x68 // Dirección I2C del MPU-6050
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se define una constante MPU que representa la dirección I2C del sensor MPU-6050.

### **Tabla 8**

*Declaración de variables para almacenamiento*

---

```
double AcX, AcY, AcZ;  
int Pitch, Roll;
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Se declaran variables para almacenar los valores de los ejes del acelerómetro (AcX, AcY, AcZ) y los ángulos de inclinación (Pitch y Roll).

### **Tabla 9**

*Inicialización de sensores*

---

```
void initMPU() {  
    Wire.begin();  
    Wire.beginTransmission(MPU);  
    Wire.write(0x6B); // Registro PWR_MGMT_1  
    Wire.write(0); // Configuramos en cero (despierta el MPU-6050)  
    Wire.endTransmission(true);  
    delay(1000);  
}
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia la función `initMPU()`, la cual se encarga de inicializar el sensor MPU-6050. Primero se inicia la comunicación I2C, luego se envían comandos para configurar el registro `PWR_MGMT_1` del MPU-6050 y ponerlo en modo de funcionamiento.

**Tabla 10**  
*Registro y obtención de valores*

---

```
void readMPU() {  
    Wire.beginTransmission(MPU);  
    Wire.write(0x3B); // Empezamos con el registro 0x3B (ACCEL_XOUT_H)  
    Wire.endTransmission(false);  
    Wire.requestFrom(MPU, 6, true); // Requerimos un total de 6 registros  
    AcX = Wire.read() << 8 | Wire.read(); // 0x3B (ACCEL_XOUT_H) & 0x3C (ACCEL_XOUT_L)  
    AcY = Wire.read() << 8 | Wire.read(); // 0x3D (ACCEL_YOUT_H) & 0x3E (ACCEL_YOUT_L)  
    AcZ = Wire.read() << 8 | Wire.read(); // 0x3D (ACCEL_YOUT_H) & 0x3E (ACCEL_YOUT_L)  
}
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Tabla se aprecia la función `readMPU()` se encarga de leer los valores de los ejes del acelerómetro del MPU-6050. Se envían comandos I2C para configurar el registro inicial (0x3B) y se leen 6 registros consecutivos para obtener los valores de los ejes X, Y y Z.

**Tabla 11**  
*Cálculo de ángulos*

---

```
double calculateAngle(double A, double B, double C) {  
    double DatoA, DatoB, Value;  
    DatoA = A;  
    DatoB = (B * B) + (C * C);
```

---

---

```
DatoB = sqrt(DatoB);  
Value = atan2(DatoA, DatoB);  
Value = Value * 180 / 3.14;  
return (int)Value; }
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Tabla La función `calculateAngle()` calcula el ángulo en grados a partir de los valores de los ejes del acelerómetro. Se realizan cálculos utilizando las funciones `atan2()` y `sqrt()` para obtener el ángulo deseado, que luego se convierte a grados y se devuelve como un entero.

**Tabla 12**  
*Definición de constantes y variables*

---

```
//Filtro Media Móvil como Pasa Bajos  
  
//An=a*M+(1-a)*An  
  
//alpha 1: Sin filtro  
  
//alpha 0: Filtrado totalmente  
  
//alpha clásico 0.05  
  
#define beta 0.06  
  
int Roll_filtrada = 0; //hombro  
  
int Pitch_filtrada = 0; //codo  
  
int ServoRoll = 0;  
  
int ServoPitch = 0;  
  
const float alpha = 0.04;
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se definen varias constantes y variables. beta y alpha son coeficientes utilizados en los filtros aplicados más adelante. Las variables Roll\_filtrada y Pitch\_filtrada almacenan los ángulos filtrados para los movimientos del hombro y

el código respectivamente. Las variables ServoRoll y ServoPitch almacenan los valores mapeados de los ángulos filtrados para el control de los servos.

**Tabla 13**

*Definición de constantes y arreglos*

---

```
// Definición de constantes para los sensores

const int NUM_SENSORS = 5;

const int SENSOR_PINS[NUM_SENSORS] = { A0, A1, A2, A3, A6 };

//rango de datos para ser filtrado , estos datos son directamente del los sensores flex

const int SENSOR_RAW_MIN[NUM_SENSORS] = { 224, 246, 247, 209, 247 };
const int SENSOR_RAW_MAX[NUM_SENSORS] = { 300, 370, 359, 332, 332 };
const int SENSOR_FILTERED_MIN[NUM_SENSORS] = { 0, 0, 0, 0, 0 };
const int SENSOR_FILTERED_MAX[NUM_SENSORS] = { 1023, 1023, 1023, 1023, 1023 };

// Definición de constantes para los servos

const int NUM_SERVOS = 5;

const int SERVO_MIN[NUM_SERVOS] = { 0, 0, 0, 0, 0 };
const int SERVO_MAX[NUM_SERVOS] = { 179, 179, 179, 179, 179 };
const int SERVO_ANGLE_MIN[NUM_SERVOS] = { 0, 0, 0, 0, 0 };
const int SERVO_ANGLE_MAX[NUM_SERVOS] = { 130, 180, 180, 180, 180 };
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla se definen las constantes y arreglos para el mapeo y límites de los sensores y servos. NUM\_SENSORS y NUM\_SERVOS representan la cantidad de sensores y servos respectivamente. SENSOR\_PINS contiene los pines utilizados para los sensores analógicos.

**Tabla 14**

*Definición de constantes y arreglos*

---

```
// Definición de constantes para los sensores

const int NUM_SENSORS = 5;

const int SENSOR_PINS[NUM_SENSORS] = { A0, A1, A2, A3, A6 };
```

---

---

```

//rango de datos a ser filtrado, datos son directamente de sensores flex

const int SENSOR_RAW_MIN[NUM_SENSORS]={ 224, 246, 247, 209, 247 };
const int SENSOR_RAW_MAX[NUM_SENSORS]={ 300, 370, 359, 332, 332 };
const int SENSOR_FILTERED_MIN[NUM_SENSORS] = { 0, 0, 0, 0, 0 };

const int SENSOR_FILTERED_MAX[NUM_SENSORS] = { 1023, 1023, 1023, 1023, 1023 };
// Definición de constantes para los servos

const int NUM_SERVOS = 5;

const int SERVO_MIN[NUM_SERVOS] = { 0, 0, 0, 0, 0 };

const int SERVO_MAX[NUM_SERVOS] = { 179, 179, 179, 179, 179 };

const int SERVO_ANGLE_MIN[NUM_SERVOS] = { 0, 0, 0, 0, 0 };

const int SERVO_ANGLE_MAX[NUM_SERVOS]={ 130, 180, 180, 180, 180 };

```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

### Tabla 15

#### *Declaración de los arreglos*

---

SENSOR\_RAW\_MIN y SENSOR\_RAW\_MAX especifican los valores mínimos y máximos para los datos sin filtrar de los sensores.

SENSOR\_FILTERED\_MIN y SENSOR\_FILTERED\_MAX indican los valores mínimos y máximos esperados después de aplicar el filtro.

Los arreglos SERVO\_MIN, SERVO\_MAX, SERVO\_ANGLE\_MIN y SERVO\_ANGLE\_MAX definen los rangos permitidos para los servos.

// Variables para los sensores sin filtrar

```
int sensor_raw[NUM_SENSORS] = { 0 };
```

// Variables para los sensores filtrados

```
int sensor_filtered[NUM_SENSORS] = { 0 };
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se declaran los arreglos `sensor_raw`, `sensor_filtered` y `servo` para almacenar los valores de los sensores sin filtrar, los sensores filtrados y los valores de los servos respectivamente. Se inicializan todos los elementos de los arreglos a 0.

**Tabla 16**  
*Ejecución del Arduino*

---

```
// Variables para los servos

int servo[NUM_SERVOS] = { 0 };

void setup()
{
  Serial.begin(19200);
  BTserial.begin(19200);
  initMPU(); // Inicializamos el MPU6050
  delay(1000);
}
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia la función `setup()` es una función especial en Arduino que se ejecuta una vez al inicio del programa. Aquí se establece la comunicación serial a una velocidad de 19200 baudios tanto para el puerto serie estándar como para el puerto serie utilizado para la comunicación Bluetooth. Luego se llama a la función `initMPU()` para inicializar el MPU-6050 y se agrega un retraso de 1 segundo.

**Tabla 17**  
*Bucle principal del programa*

---

```
void loop() {
  // Lectura de los sensores
  for (int i = 0; i < NUM_SENSORS; i++) {
    sensor_raw[i] = analogRead(SENSOR_PINS[i]); }
  // Filtro de media móvil para los sensores
  for (int i = 0; i < NUM_SENSORS; i++) {
    sensor_filtered[i] = alpha * sensor_raw[i] + (1 - alpha) * sensor_filtered[i]; }
  // Mapeo de los valores de los servos
  for (int i = 0; i < NUM_SERVOS; i++) {
    servo[i] = map(sensor_filtered[i], SENSOR_RAW_MIN[i], SENSOR_RAW_MAX[i], SERVO_MIN[i],
SERVO_MAX[i]);
  }
}
```

---

---

```
servo[i] = constrain(servo[i], SERVO_ANGLE_MIN[i], SERVO_ANGLE_MAX[i]);  
} delay(1000); }
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia la función `loop()` es otra función especial de Arduino que se ejecuta continuamente después de `setup()`. Aquí se realiza el bucle principal del programa. Primero se leen los valores sin filtrar de los sensores analógicos y se almacenan en el arreglo `sensor_raw`. Luego se aplica un filtro de media móvil a los valores de los sensores utilizando el coeficiente `alpha`. A continuación, se mapean los valores filtrados de los sensores al rango de los servos utilizando las constantes definidas anteriormente. Los valores mapeados se almacenan en el arreglo `servo` y se limitan a los rangos permitidos

### **Tabla 18**

*Obtención de los valores del acelerómetro*

---

```
//Mpu6050  
  
readMPU(); // Adquirimos los ejes AcX, AcY, AcZ.  
  
Roll = calculateAngle(AcX, AcZ, AcY); // Cálculo del ángulo Roll  
  
Pitch = calculateAngle(AcY, AcX, AcZ); // Cálculo del ángulo Pitch
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia el llamado a la función `readMPU()` para obtener los valores de los ejes del acelerómetro del MPU-6050 y se almacenan en las variables `AcX`, `AcY` y `AcZ`. Luego se calculan los ángulos `Roll` y `Pitch` utilizando la función `calculateAngle()` con los valores de los ejes del acelerómetro como argumentos.

### **Tabla 19**

*Aplicación de filtros de media ponderada*

---

```
// Filtro de media ponderada (filtro de paso bajo)
```

---

---

```
Roll_filtrada = (beta * Pitch) + ((1 - beta) * Roll_filtrada);  
Pitch_filtrada = (beta * Roll) + ((1 - beta) * Pitch_filtrada);
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia la aplicación de filtros de media ponderada (filtro de paso bajo) a los ángulos Roll y Pitch. Se utiliza el coeficiente beta para ponderar los valores actuales con los valores anteriores filtrados. Los resultados filtrados se almacenan en las variables Roll\_filtrada y Pitch\_filtrada.

**Tabla 20**  
*Realización de filtros de media ponderada*

---

```
// Mapeo de los ángulos filtrados a los rangos de los servos  
ServoRoll = map(Roll_filtrada, -50, 50, 0, 180); //HOMBRO  
ServoPitch = map(Pitch_filtrada, -30, 30, 0, 180); //CODO
```

---

**Fuente:** Elaboración propia

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se realiza un mapeo de los ángulos filtrados Roll\_filtrada y Pitch\_filtrada a los rangos de los servos. Se utilizan los valores -50 y 50 para el ángulo Roll\_filtrada y -30 y 30 para el ángulo Pitch\_filtrada, y se mapean a los valores 0 y 180, que corresponden a los rangos de movimiento de los servos. Los resultados mapeados se almacenan en las variables ServoRoll y ServoPitch.

**Tabla 21**  
*Limitación de los valores de ServoRoll y ServoPitch*

---

```
// Limitación de los valores de los servos dentro de los rangos permitidos  
ServoRoll = constrain(ServoRoll, 1, 179); // hombro  
ServoPitch = constrain(ServoPitch, 45, 125); // codo
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Tabla se aprecia la utilización de las funciones constrain() para limitar los valores de ServoRoll y ServoPitch dentro de los rangos permitidos. Se asegura que los valores estén en los límites establecidos para evitar movimientos incorrectos de los servos.

**Tabla 22**

*Impresión de valores filtrados de los sensores servos*

---

```
// Envío de los datos por el puerto serie  
  
for (int i = 0; i < NUM_SENSORS; i++) {  
  
  Serial.print(sensor_filtered[i]);  
  
  Serial.print(" ");  
  
  Serial.print(servo[i]);  
  
  Serial.print("\t"); }  

```

---

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla se aprecia el bucle donde se imprimen los valores filtrados de los sensores y los valores de los servos en el puerto serie. Se utiliza Serial.print() para mostrar los valores en la consola serial. Los valores se separan con espacios y se utiliza "\t" para agregar una tabulación.

**Tabla 23**

*Impresión de valores filtrados de Roll y Pitch y ServoPitch*

---

```
// Impresión de los valores por el puerto serie  
  
Serial.print("H_ROLL:");  
  
Serial.print(Roll_filtrada);  
  
Serial.print(" ");  
  
Serial.print(ServoRoll);  
  
Serial.print("\t");  
  
Serial.print("C_PITCH:");  
  
Serial.print(Pitch_filtrada);  
  
Serial.print(" ");  
  
Serial.print(ServoPitch);  

```

---

---

```
Serial.print("\t");
```

---

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla se aprecia el código donde se imprimen los valores filtrados de Roll y Pitch junto con los valores mapeados de ServoRoll y ServoPitch. Se utilizan las mismas técnicas de impresión utilizadas anteriormente.

#### **Tabla 24**

*Mensaje de texto que contiene los valores de los servos*

---

```
// Envío de los datos por Bluetooth
String mensaje = "";
for (int i = 0; i < NUM_SENSORS; i++) {
    mensaje += String(servo[i]);
    mensaje += " ";
}
mensaje += String(ServoRoll);
mensaje += " ";
mensaje += String(ServoPitch);
mensaje += " ";
BTserial.println(mensaje);
Serial.print("msn enviado : ");
Serial.println(mensaje);
delayMicroseconds(1000);
}
```

---

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 24, esta parte se construye un mensaje de texto que contiene los valores de los servos y se envía a través de Bluetooth. Primero se declara una cadena de texto vacía llamada mensaje. Luego, se utiliza un bucle para concatenar los valores de los servos en la cadena mensaje, separados por espacios. Después se agrega el valor de ServoRoll seguido de tres espacios en blanco, y luego se agrega el valor de ServoPitch seguido de tres espacios en blanco.

Luego, se utiliza `BTserial.println(mensaje)` para enviar el mensaje a través del puerto serial Bluetooth. También se imprime en la consola serial la confirmación de que el mensaje ha sido enviado. Finalmente, se añade un retardo de 1000 microsegundos (1 milisegundo) utilizando `delayMicroseconds(1000)`. Esto proporciona una pausa breve antes de que se repita el ciclo `loop()`.

## CÓDIGO PARA LA MANO, CODO, Y HOMBRO, (ESCLAVO)

**Tabla 25**

*Definición de variables*

---

```
#include <Wire.h>

#include <Adafruit_PWMServoDriver.h>

#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

SoftwareSerial BTserial(2, 3); // RX | TX

Adafruit_PWMServoDriver servos = Adafruit_PWMServoDriver(0x40);

// HOMBRO CODO
Servo Servo_H, Servo_C;
const int NUM_SERVOS = 5;
```

---

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 26**

*Definición de ancho de pulsos para servos*

---

```
// Ancho de pulso en cuentas para posición 0° y posición 180° de cada servo
unsigned int servoMinPulse[NUM_SERVOS] = {125, 125, 125, 125, 125};
unsigned int servoMaxPulse[NUM_SERVOS] = {800, 800, 800, 800, 800};
```

---

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 27**

*Definición de variables de almacenamiento de ángulos de los servos*

---

```
// Variables para almacenar los ángulos de los servos
int servoAngle[NUM_SERVOS] = {0, 0, 0, 0, 0};
```

---

---

```
int ServoRoll = 0;
```

```
int ServoPitch = 0;
```

---

Fuente: Elaboración propia.

### **Tabla 28**

*Definición de variables de almacenamiento de ángulos de los servos*

---

```
// Variables para almacenar los ángulos de los servos
```

```
int servoAngle[NUM_SERVOS] = {0, 0, 0, 0, 0};
```

```
int ServoRoll = 0;
```

```
int ServoPitch = 0;
```

---

Fuente: Elaboración propia.

### **Tabla 29**

*Limitación de ángulos*

---

```
void setServo(uint8_t n_servo, int angulo) {  
    // Limitar el ángulo dentro del rango de 0 a 180  
    angulo = constrain(angulo, 0, 180);  
  
    // Mapear el ángulo al rango de pulsos del servo  
    int duty = map(angulo, 0, 180, servoMinPulse[n_servo], servoMaxPulse[n_servo]);  
    servos.setPWM(n_servo, 0, duty);    }  
  
void setup() {  
    Serial.begin(19200);  
    BTserial.begin(19200);  
    servos.begin();  
    servos.setPWMPWMFreq(90);  
  
    Servo_H.attach(6); // HOMBRO  
    Servo_C.attach(5); // CODO  
    delay(1000);    }  
}
```

---

Fuente: Elaboración propia.

### **Tabla 30**

*Limitación de ángulos para el esclavo*

---

```
void loop() {  
  
}
```

---

---

```

if (BTserial.available()) {
    String mensaje = BTserial.readStringUntil('\n');
    // Separar los datos del mensaje
    String datos[NUM_SERVOS + 2 ]; // 5 servos + 2 datos extras
    int index = 0;
    int lastIndex = 0;
    for (int i = 0; i < mensaje.length(); i++) {
        if (isDigit(mensaje.charAt(i)) || mensaje.charAt(i) == '-') {
            lastIndex = i;
            while (i < mensaje.length() && (isDigit(mensaje.charAt(i)) || mensaje.charAt(i) == '-')) {
                i++;
            }
            datos[index] = mensaje.substring(lastIndex, i);
            index++;
        }
    }
}

```

---

Fuente: Elaboración propia.

### **Tabla 31**

*Almacenar los datos en las variables de ángulo de los servos*

---

```

// Almacenar los datos en las variables de ángulo de los servos
for (int i = 0; i < NUM_SERVOS; i++)
{
    servoAngle[i] = datos[i].toInt();      }
ServoRoll = datos[NUM_SERVOS].toInt();
ServoPitch = datos[NUM_SERVOS + 1].toInt(); }
}

```

---

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 32***Código para controlar ángulos almacenados*


---

```
// Controlar los servos con los ángulos almacenados

for (int i = 0; i < NUM_SERVOS; i++) {

  setServo(i, servoAngle[i];          }

Servo_H.write(ServoRoll);    // hombro

Servo_C.write(ServoPitch);    //codo
```

---

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 33***Código para imprimir valores de ángulos de servos por el monitor serial*


---

```
// Imprimir los valores de los ángulos de los servos por el monitor serial
for (int i = 0; i < NUM_SERVOS; i++)
{
  Serial.print("S");
  Serial.print(i+1);
  Serial.print(":");
  Serial.print(servoAngle[i]);
  Serial.print("\t");      }
Serial.print("H:");
Serial.print(ServoRoll);
Serial.print("\t");
Serial.print("C:");
Serial.print(ServoPitch);
Serial.println("\t");
delayMicroseconds(100);
}
```

---

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 34***Código para configurar Módulo Bluetooth HC-05***Código para configurar Módulo Bluetooth HC-05 modo esclavo (ESCLAVO)**


---

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial BTserial(2, 3); // RX | TX ESCLAVO
// AT+NAME=BRAZO
// AT+ROLE=0
// AT+PSWD="1212"
// AT+UART=19200,0,0
// +ADDR:98D3,61,FD7DB8
char c = ' ';
void setup()                                {
  Serial.begin(9600);
```

---

---

```

//la velocidad de comunicacion del HC-05 por defecto del modo AT es 38400 en algunos casos
BTserial.begin(38400);      }
void loop()                {
  if (BTserial.available()) {
    c = BTserial.read();
    Serial.write(c); }
  if (Serial.available()) {
    c = Serial.read();
    BTserial.write(c);   }}}

```

---

Fuente: Elaboración propia.

### **Tabla 35**

*Código para configurar Bluetooth HC-05 modo esclavo (MAESTRO)*

---

```

Código para configurar Módulo Bluetooth HC-05 modo esclavo (MAESTRO)
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial BTserial(3, 2);
// RX | TX MAESTRO
// CONECTA DESDE EL HC-05 TX AL ARDUINO PIN DIGITAL 3.
// CONECTA DESDE EL HC-05 RX AL ARDUINO PIN DIGITAL 2,
//AT+NAME=GUANTE
//AT+ROLE=1
//AT+PSWD="1212"
//AT+UART=19200,0,0
//AT+CMODE=0
//AT+BIND=98D3,61,FD7DB8
// MAC ESCLAVO +ADDR:21:13:1014F
char c = ' ';
void setup() {
  Serial.begin(9600);
//LA VELOCIDAD DE COMUNICACION DEL HC-05 POR DEFECTO DEL MODO AT ES
38400 EN ALGUNOS CASOS
  BTserial.begin(38400); }
void loop() {
  if (BTserial.available()) {
    c = BTserial.read();
    Serial.write(c); }
  if (Serial.available()) {
    c = Serial.read();
    BTserial.write(c); } }

```

---

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO IV**

# **PLATAFORMA INFORMÁTICA CON RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES.**

## 4.1. FASE DE INICIO.

### 4.1.1. COMPONENTES A IMPLEMENTAR.

En este apartado se detallan los componentes del sistema necesarios para cumplir con los requerimientos. Cada componente estará desplegado de manera independiente para la mano y el guante robótico.

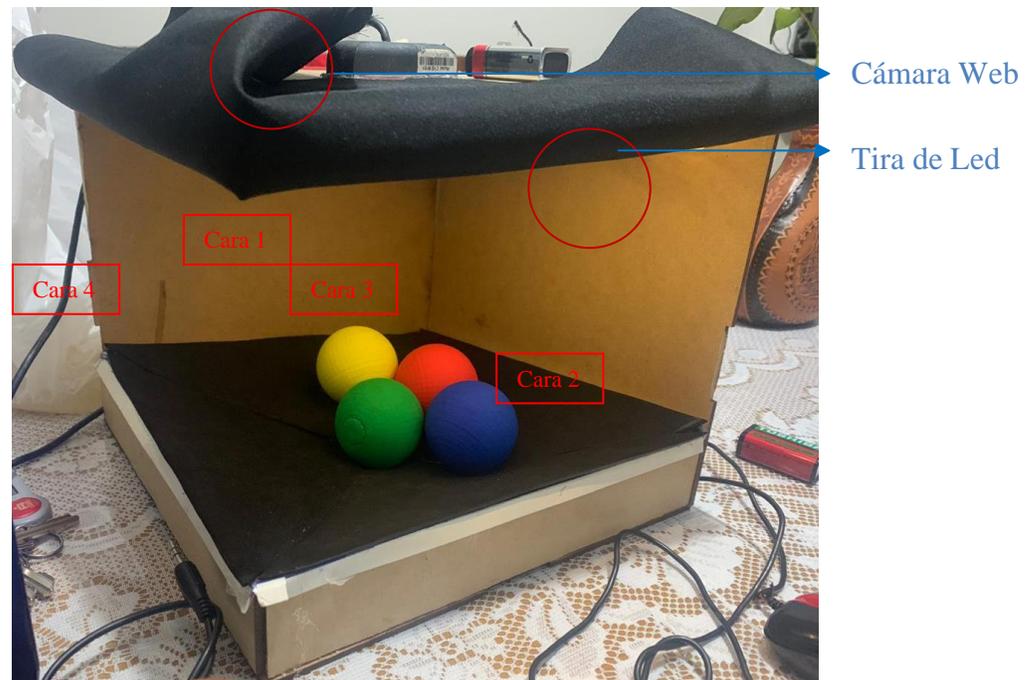
La plataforma para depositar las figuras a ser reconocidas por el sistema de imágenes está construida con MDF y tiene dimensiones de 24 x 20 centímetros, tal y como se aprecia en la siguiente Figura 32.



**Figura 32:** Plataforma informática (Elaboración propia)

En la plataforma informática se adecua los elementos necesarios para realizar un adecuado entorno de funcionamiento de la plataforma de procesamiento de imágenes, estos elementos son la iluminación con tiras de led blanco cálido y la cámara web con una resolución VGA ( $640 \times 480$  píxeles), para captar las figuras con temas matemáticos, en la Figura 33 se aprecia que estos

elementos están ubicados en la parte superior de la plataforma o caja y además las dos caras ( 3 y 4) laterales están abiertas y solamente cubiertas con una tela Ponge negra para que la mano robótica ingrese por estas para dejar la figura con temas matemáticos.



**Figura 33:** Elementos de funcionamiento de la plataforma (Elaboración propia)

Definido la caja o plataforma informática donde se va a depositar las figuras con temas matemáticos en este capítulo se detallarán los componentes del sistema de reconocimiento de imágenes con temas matemáticos.

A continuación, se describe cada uno de los componentes a implementar:

**Operaciones matemáticas.** Este componente del sistema consiste en implementar temas matemáticos orientados a la resolución de problemas prácticos en matemáticas para niños de cuarto y quinto grado con diagnóstico de TDAH, los temas definidos para esta parte del sistema son:

1. Resolver problemas referidos a restas de números de una, dos y tres cifras.
2. Resolver problemas referidos a sumas de números de una, dos y tres cifras.
3. Resolver problemas referidos a multiplicaciones de números de una, dos y tres cifras.
4. Continúa y describe secuencias numéricas ascendentes hasta de 2 en 2 y descendentes de 1 en 1 con números naturales hasta 20.
5. Propone secuencias numéricas ascendentes hasta de 2 en 2 y descendentes de 1 en 1, partiendo de cualquier número.

**Significado de números.** Este componente del sistema consiste en implementar temas matemáticos orientados a medir los conocimientos conceptuales de matemática para niños de cuarto y quinto grado, los puntos para medir este enfoque son:

1. Convierte cantidades a expresiones numéricas.
2. Expresa su entendimiento acerca de números y operaciones.
3. Aplica tácticas y métodos de estimación y cálculo
4. Justifica enunciados sobre relaciones numéricas y las operaciones.
5. Conocimiento del significado y uso de los números naturales en situaciones problemáticas referidas a ordenar, contar y medir.
6. Conocimiento del significado y uso de los patrones de repetición y aditivos en situaciones problemáticas que involucran regularidades.

#### 4.1.2. HISTORIAS DE USUARIO.

En este punto se detallan historias de usuario en base a los requerimientos realizado por el docente encargado para la ejecución de la presente investigación:

##### **Tabla 36**

*Historia Usuario – Operaciones básicas*

---

Como docente, quiero generar ejercicios de restas, sumas y multiplicaciones con números naturales de una, dos y tres cifras.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

##### **Tabla 37**

*Historia Usuario – Secuencia de números*

---

Como **docente** quiero generar una serie numérica aleatoria de tres números naturales.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

##### **Tabla 38**

*Historia Usuario – secuencia de figuras geométricas*

---

Como **docente** quiero generar secuencias lógicas de figuras geométricas.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

##### **Tabla 39**

*Historia Usuario – Color de figuras*

---

Como **Docente** quiero generar operaciones con colores de letras y relacionarlas con figuras geométricas de colores.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 40**

*Historia Usuario – Archivos multimedia*

---

Como **Alumno** quiero que el juego tenga sonido e imágenes para los diferentes niveles del juego.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En estas últimas tablas se pueden apreciar la existencia de dos tipos de usuarios la docente y alumnas del colegio Clorinda Matto de Turner.

#### **4.1.3. DESCRIPCIÓN DE ROLES.**

Dentro del contexto de la metodología Scrum en este ítem se detalla los roles en el desarrollo de la aplicación, de manera tal que se tiene en claro los papeles de los diversos agentes que intervinieron en el desarrollo de la aplicación.

- **Dueño del producto:** María Minauro, “Docente coordinadora para la aplicación del presente trabajo al tercer, cuarto y quinto grado de la institución educativa Clorinda Matto Turner”
- **Scrum máster:** El responsable del equipo estará a cargo del Bachiller Alex Mansilla Zúñiga.
- **Equipo de desarrollo:** El desarrollo e implementación del software está a cargo del Bachiller Alex Mansilla Zúñiga y el Bachiller Saul Hans Luna Kancha.
- **Involucrados:** Estudiantes con TDAH del tercer, cuarto y quinto grado de la institución educativa Clorinda Matto de Turner ubicado en la ciudad del Cusco, quienes harán uso de la aplicación desarrollada, cuya organización es la siguiente:

**Tabla 41***Organización de la institución educativa*


---

<b>Organización de la institución educativa nivel primario</b>	
Institución Educativa:	“CLORINDA MATTO DE TURNER”
Resolución de Creación:	R.D. N°-027-ED
Nivel Educativo:	Primaria
Modalidad:	Menores
Turno:	Mañana y tarde
Dirección:	AV. De la Cultura S/N
Jurisdicción Educativa:	UGEL – CUSCO
Director:	Mgt. Rosmery Gamarra G.
Sub-Director:	Marleni Jeanet Villafuerte P.

---

**Fuente:** Elaboración propia.**4.1.4. CRONOGRAMA DEL PROYECTO.****Tabla 42***Cronograma de desarrollo del sistema*


---

<b>Nombre</b>	<b>Responsable</b>	<b>Inicio</b>	<b>Término</b>	<b>Días</b>	<b>Estado</b>
Sprint 1	Saúl	11 diciembre	24 diciembre	10	Completo.

---

Sprint 2	Alex	1 enero	14 enero	10	Completo.
Sprint 3	Saúl	11 enero	28 enero	10	Completo.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Tabla se aprecia que las actividades del sprint 1 inician el 11 de diciembre del 2018, finalizando el sprint 3 el 28 de enero del 2019, teniendo un tiempo total de duración de 30 días calendario.

#### 4.1.5. PILA DE OBJETIVOS (*PRODUCT BACKLOG*).

**Tabla 43**  
*Product Backlog*

---

<b>Id</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Tareas</b>
		ALTA	Implementar restas de números de una, dos y tres cifras.
1	Implementar operaciones básicas.	ALTA	Implementar sumas de números de una, dos y tres cifras.
		ALTA	Implementar multiplicación de números de una, dos y tres cifras.
2	Implementación secuencias.	ALTA	Implementar secuencias numéricas ascendentes hasta de 2 en 2 y de 1 en 1 con números naturales hasta 20 dígitos.

---

		ALTA	Implementar secuencias numéricas descendentes hasta de 2 en 2 y de 1 en 1, partiendo de cualquier número.
3	Implementación de figuras	ALTA	Implementar color de letra
		ALTA	Implementar figuras
		MEDIA	Implementar imágenes multimedia
4	Implementar de archivos multimedia	MEDIA	Implementar sonidos multimedia
		MEDIA	Implementar YANQUEN POO

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2. SPRINT 1

### 4.2.1. PILA DE SPRINT 1

**Tabla 44**

*Pila de productos sprint N° 1*

<b>Id</b>	<b>TAREAS</b>
1	Implementar restas de números de una, dos y tres cifras.
2	Implementar sumas de números de una, dos y tres cifras.
3	Implementar multiplicación de números de una, dos y tres cifras.

Implementar secuencias numéricas ascendentes hasta de 2 en 2 y de 1 en 1 con números naturales hasta 20 dígitos

---

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.2.2. FASE DE PLANEACIÓN

##### Tabla 45

*Elaboración de tarea: Implementar restas de números*

---

**Actividad:** 1

**Responsable:** Saúl Hans Luna Kancha.

**Nombre de Tarea:** Implementar restas de números de una, dos y tres cifras.

**Descripción:** El responsable de la tarea deberá implementar un módulo validado de la operación básica “resta” de hasta tres cifras.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

##### Tabla 46

*Elaboración de tarea: Implementar suma de números*

---

**Actividad:** 1

**Responsable:** Alex Mansilla Zúñiga

**Nombre de Tarea:** Implementar sumas de números de una, dos y tres cifras.

**Descripción:** El responsable de la tarea deberá implementar un módulo validado de la operación básica “suma” de hasta tres cifras.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

##### Tabla 47

*Elaboración de tarea: Implementar multiplicación de números*

---

**Actividad:** 1

**Responsable:** Saúl Hans Luna Kancha

**Nombre de Tarea:** Implementar multiplicación de números de una, dos y tres cifras.

**Descripción:** El responsable de la tarea deberá implementar un módulo validado de la operación básica “multiplicación” de hasta tres cifras.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 48**

*Elaboración de tarea: Implementar secuencia de números ascendentes*

---

**Actividad:** 2

**Responsable:** Alex Mansilla Zúñiga

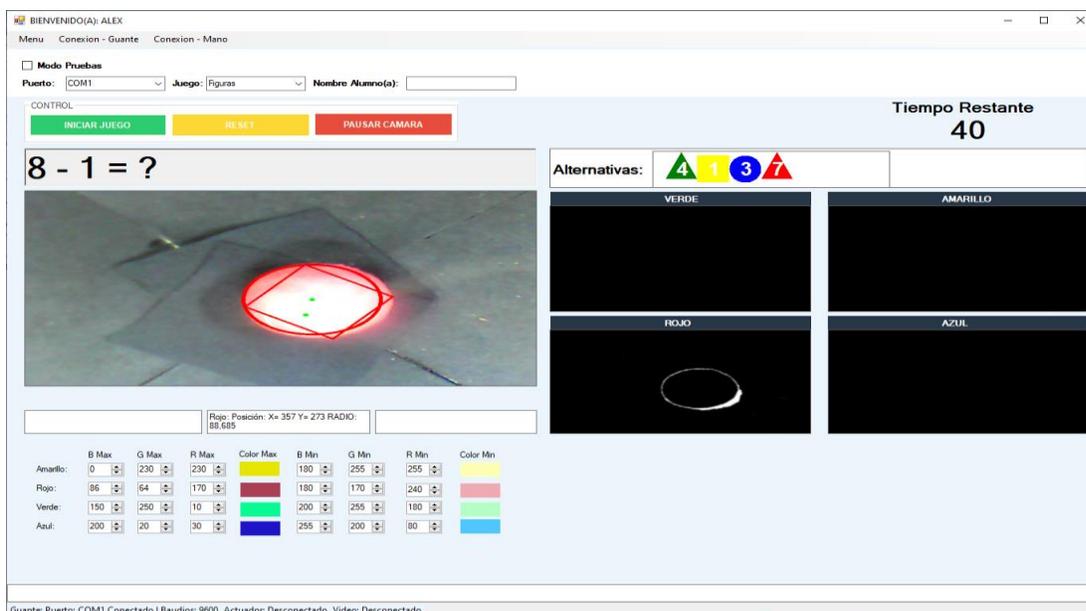
**Nombre de Tarea:** Implementar secuencias numéricas ascendentes hasta de 2 en 2 y de 1 en 1 con números naturales hasta 20 dígitos

**Descripción:** El responsable de la tarea deberá implementar un módulo validado de secuencias numéricas de forma ascendentes.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.2.3. FASE DE IMPLEMENTACIÓN



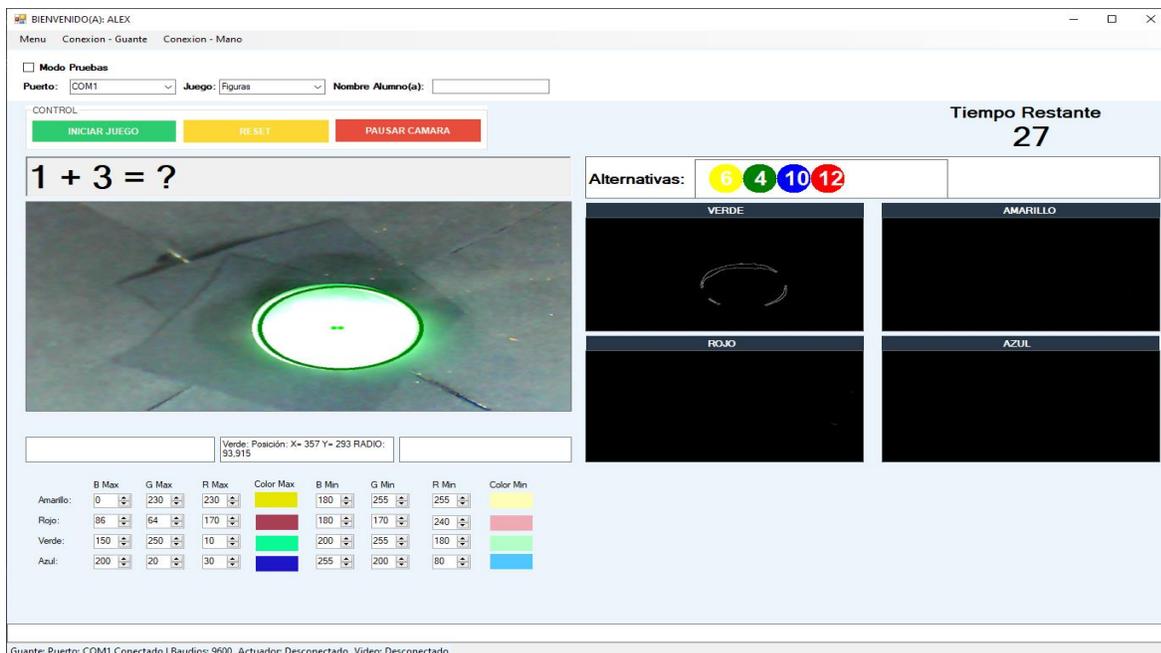
**Figura 34:** Interfaz de operación básica resta (Elaboración propia)

**Tabla 49**  
*Implementación de operación básica resta*

```
#endregion
#region nivel2
if (nivel == 2)
{
    Random R = new Random();
    TextoObjetivo = "Resuelve la Resta";
    ColorTextoObjetivo = "basico";

    int operando1 = R.Next(5, 10);
    int operando2 = R.Next(0, 5);
    int respuesta = operando1 - operando2;
    int[] secuencia = { operando1, operando2, respuesta };
    coleccionA.tipo = "OP";
    coleccionA.signo = "-";
    posicionObj = 2;
    coleccionA.generar_datos(secuencia, 1, posicionObj);
    Tiempo = 15;
}
#endregion
```

**Fuente:** Elaboración propia.



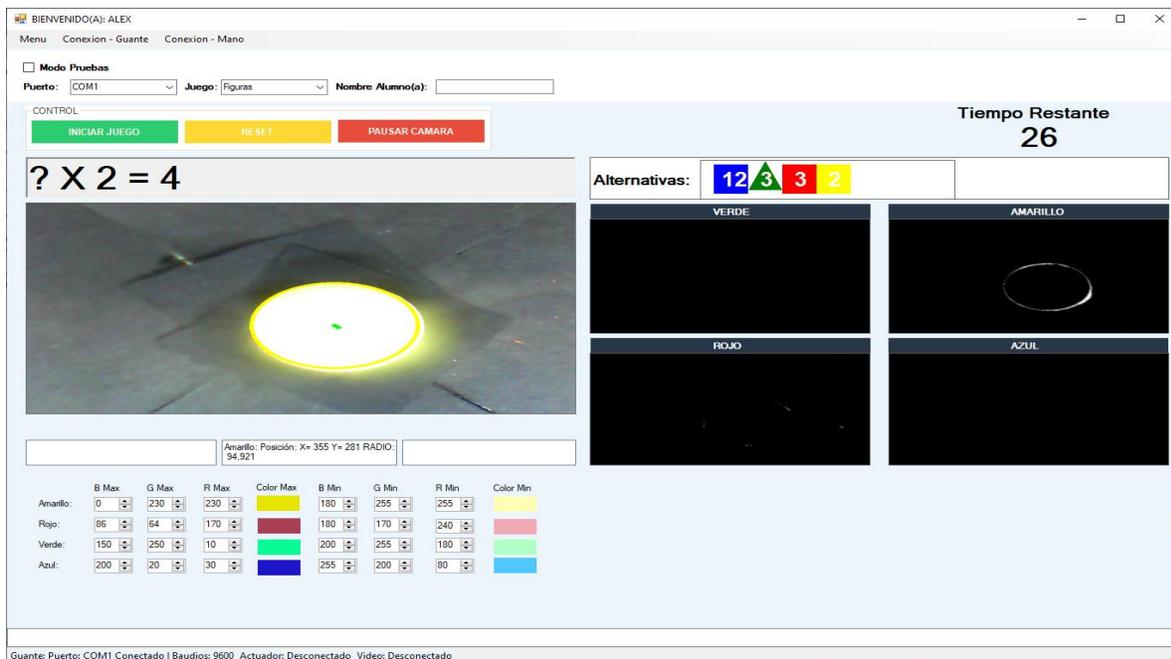
**Figura 35:** Interfaz de operación básica suma (Elaboración propia)

**Tabla 50**  
*Implementación de operación básica suma*

```
#region nivel3
if (nivel == 3)
{
    Random R = new Random();
    TextoObjetivo = "Resuelve la Suma";
    ColorTextoObjetivo = "basico";

    int operando1 = R.Next(0, 7);
    int operando2 = R.Next(0, 6);
    int respuesta = operando1 + operando2;
    int[] secuencia = { operando1, operando2, respuesta };
    coleccionA.tipo = "OP";
    coleccionA.signo = "+";
    posicionObj = 2;
    coleccionA.generar_datos(secuencia, 1, posicionObj);
    Tiempo = 15;
}
#endregion
```

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 36:** Interfaz de operación básica multiplicación (Elaboración propia)

**Tabla 51**  
*Implementación de operación básica multiplicación*

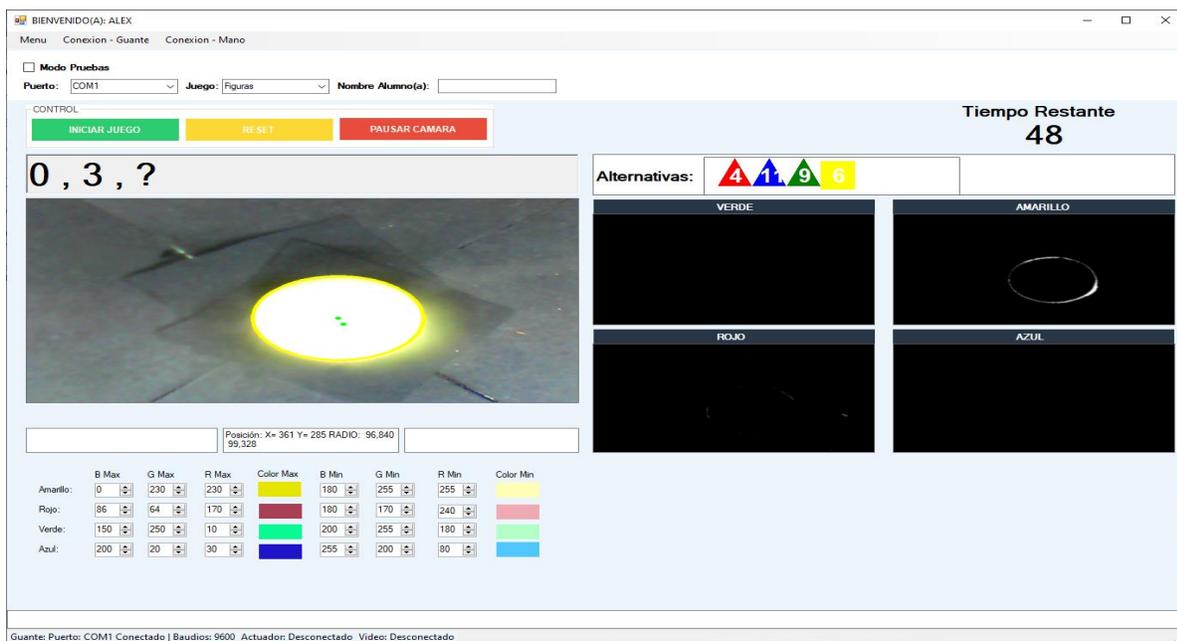
```

#region nivel4
if (nivel == 4)
{
    Random R = new Random();
    TextoObjetivo = "Resuelve la multiplicacion";
    ColorTextoObjetivo = "basico";

    int operando1 = R.Next(0, 3);
    int operando2 = R.Next(0, 3);
    int respuesta = operando1 * operando2;
    int[] secuencia = { operando1, operando2, respuesta };
    coleccionA.tipo = "OP";
    coleccionA.signo = "X";
    posicionObj = 2;
    coleccionA.generar_datos(secuencia, 1, posicionObj);
    Tiempo = 15;
}
#endregion

```

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 37:** Interfaz de secuencia de números ascendentes (Elaboración propia)

**Tabla 52***Implementación de secuencia de números ascendentes*


---

```

#region nivel5
if (nivel == 5)
{
    Random R = new Random();
    TextoObjetivo = "completa la operacion";
    ColorTextoObjetivo = "basico";
    int operando1 = R.Next(5, 10);
    int operando2 = R.Next(0, 5);
    int respuesta = operando1 - operando2;
    int[] secuencia = { operando1, operando2, respuesta };
    coleccionA.tipo = "OP";
    coleccionA.signo = "-";
    posicionObj = R.Next(0, 3);
    coleccionA.generar_datos(secuencia, 1, posicionObj);
    Tiempo = 15;
}
#endregion

```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3. SPRINT 2.

#### 4.3.1. PILA DE SPRINT 2.

**Tabla 53***Pila de productos sprint N° 2*


---

Id	TAREAS
2	Implementar secuencias numéricas descendentes hasta de 2 en 2 y de 1 en 1, partiendo de cualquier número.
3	Implementar color de letra
3	Implementar figuras sin par

---

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3.2. FASE DE PLANEACIÓN.

#### Tabla 54

*Elaboración de tarea: Implementar secuencia de números descendente*

---

<b>Actividad:</b> 2	<b>Responsable:</b> Saúl Hans Luna Kancha.
---------------------	--

**Nombre de Tarea:** Implementar secuencias numéricas descendentes hasta de 2 en 2 y de 1 en 1, partiendo de cualquier número.

**Descripción:** El responsable de la tarea deberá implementar un módulo validado de secuencias numéricas de forma descendente.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Tabla 55

*Elaboración de tarea: Implementar color de letra*

---

<b>Actividad:</b> 3	<b>Responsable:</b> Alex Mansilla Zúñiga
---------------------	--

**Nombre de Tarea:** Implementar color de letra.

**Descripción:** El responsable de la tarea deberá implementar un módulo en el que el computador pedirá un color a través de una palabra coloreada de otro color.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Tabla 56

*Elaboración de tarea: Implementar figuras sin par*

---

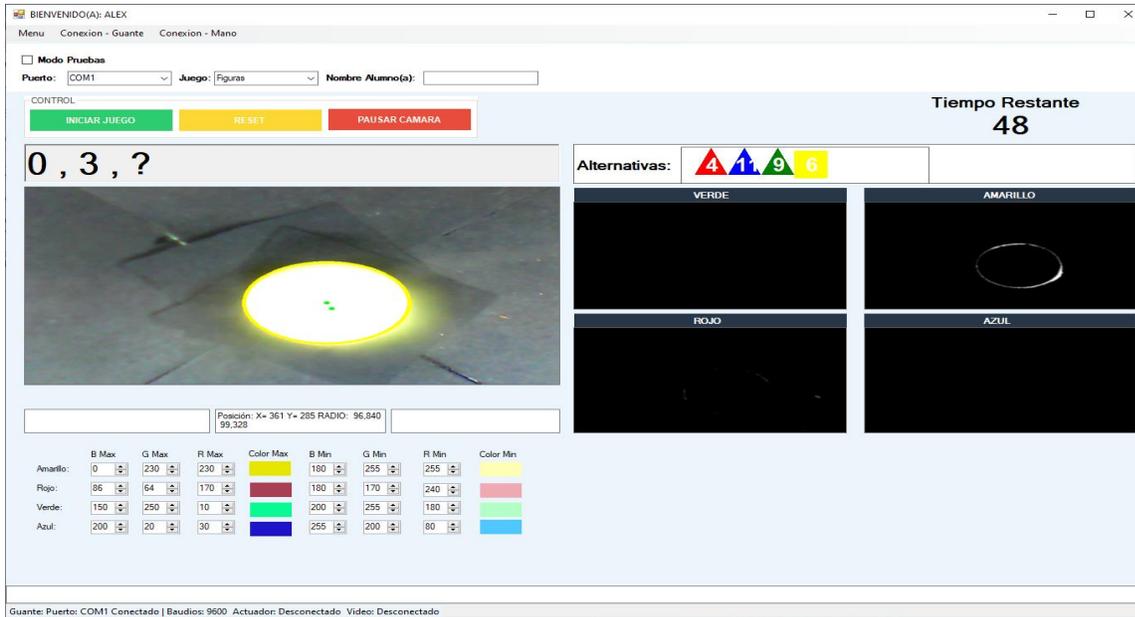
<b>Actividad:</b> 3	<b>Responsable:</b> Saúl Hans Luna Kancha
---------------------	---

**Nombre de Tarea:** Implementar figuras sin par

**Descripción:** El responsable de la tarea deberá implementar un módulo donde en pantalla de computador se generen tres pares de figuras geométricas y una figura sin su par de manera tal que se pida al alumno ubicar la figura que falta.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3.3. FASE DE IMPLEMENTACIÓN.



**Figura 38:** Interfaz de secuencia de números descendente (Elaboración propia)

**Tabla 57**

*Implementación de secuencia de números descendentes*

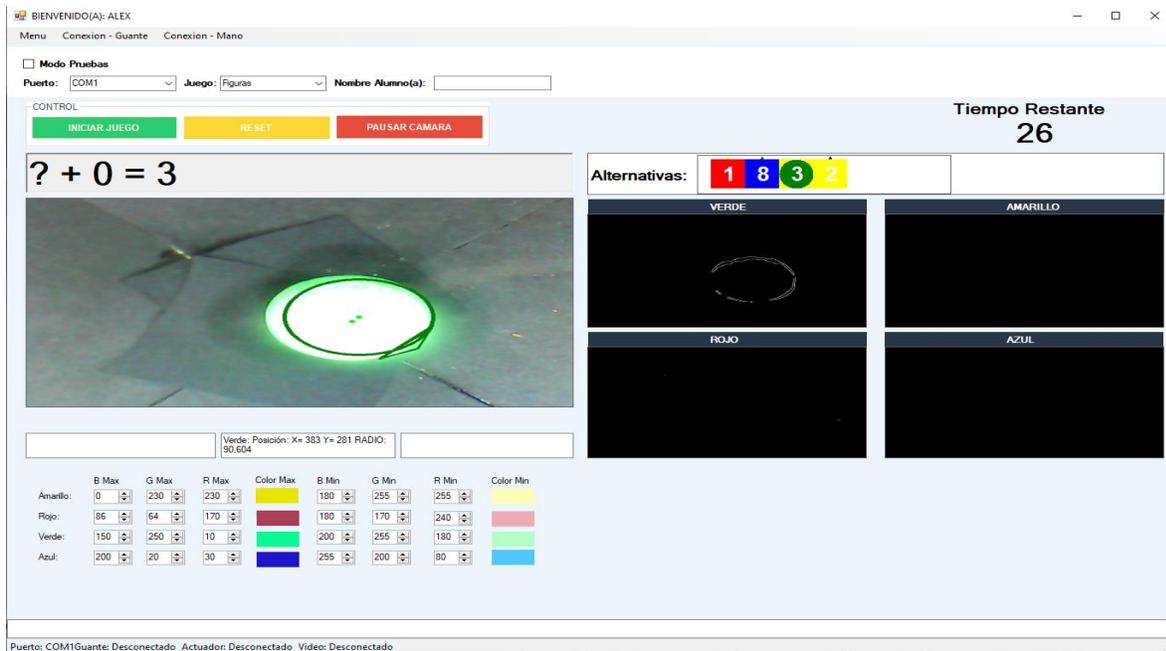
```
#region nivel8
if (nivel == 8)
{
    Random R = new Random();
    TextoObjetivo = "completa la secuencia";
    ColorTextoObjetivo = "basico";
    int primero = 0;
    int sumador = R.Next(-3,4);
    while(sumador==0)
        sumador = R.Next(-3,4);
    if (sumador > 0)
        primero = R.Next(0, 5);
    if (sumador < 0)
```

```

primero = R.Next(10, 14);
int[] secuencia = { primero,primero+sumador, primero+(sumador*2) };
coleccionA.tipo = "SEC";
coleccionA.signo = ",";
posicionObj = 2;
}

```

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 39:** Interfaz de figuras sin par (Elaboración propia)

**Tabla 58**

*Implementación figuras sin par*

```

public void evaluarcampo()
{
    if (true)
    {
        if (CirculosRO > 0)
        { respuestaUsr = 11; CuadradoRO = 0; }
        if (TrianguloRO > 0)
        { respuestaUsr = 12; }
        if (CuadradoRO > 0)
        { respuestaUsr = 13; } }
        CirculosRO = 0;

```

---

CirculosAM = 0;  
CirculosVE = 0;  
CirculosAZ = 0;  
TrianguloRO = 0;  
TrianguloAM = 0;  
TrianguloVE = 0;  
TrianguloAZ = 0;  
CuadradoRO = 0;  
CuadradoAM = 0;  
CuadradoVE = 0;  
CuadradoAZ = 0;

---

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.4. SPRINT 3.**

##### **4.4.1. PILA DE SPRINT 3.**

**Tabla 59**

*Pila de productos sprint N° 3*

---

<b>Id</b>	<b>TAREAS</b>
4	Implementar imágenes multimedia
4	Implementar sonidos multimedia
4	Implementar YANQUEN POO

---

**Fuente:** Elaboración propia.

##### **4.4.2. FASE DE PLANEACIÓN.**

**Tabla 60**

*Elaboración de tarea: Implementar imágenes multimedia*

---

**Actividad:** 4

**Responsable:** Saúl Hans Luna Kancha.

**Nombre de Tarea:** Implementar imágenes multimedia.

**Descripción:** El responsable de la tarea deberá implementar un módulo para representar números, símbolos y operaciones con imágenes.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Tabla 61**

*Elaboración de tarea: Implementar sonidos multimedia*

---

**Actividad: 4**

**Responsable:** Alex Mansilla Zúñiga

**Nombre de Tarea:** Implementar sonidos multimedia.

**Descripción:** El responsable de la tarea deberá implementar un módulo para acoplar sonidos en el juego.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Tabla 62**

*Elaboración de tarea: Implementar YANQUEN POO*

---

**Actividad: 4**

**Responsable:** Alex Mansilla Zúñiga

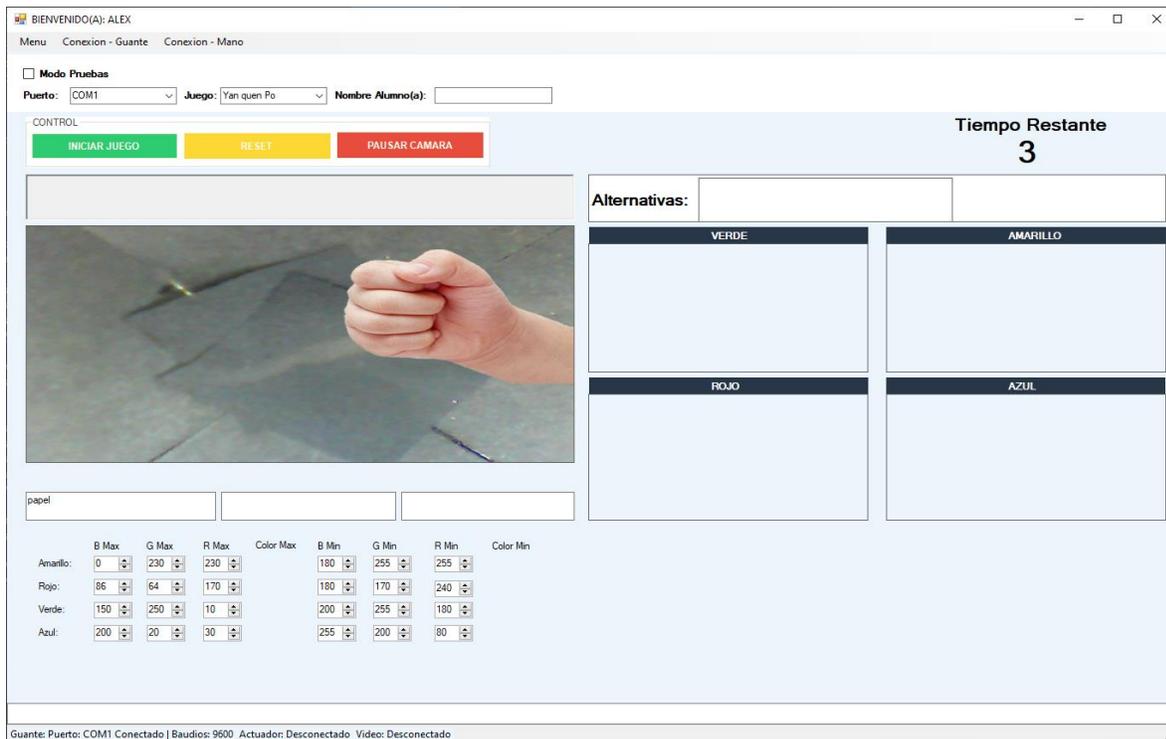
**Nombre de Tarea:** Implementar YANQUEN POO

**Descripción:** El responsable de la tarea deberá implementar el juego denominado YANQUENPOO, el cual será para manejar el apego a normas.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.4.3. FASE DE IMPLEMENTACIÓN.



**Figura 40:** Interfaz de YANQUEN POO (Elaboración propia)

**Tabla 63**  
*Implementación YANQUEN POO*

```

dectecFiguras(imgA, "am");
dectecFiguras(imgB, "az");
dectecFiguras(imgC, "ro");
dectecFiguras(imgD, "ve");
}
if (JuegoYanquenpo )
{
if (JuegoenCurso || JuegoTerminado)
{
Bitmap tmp = ImgOriginal.ToBitmap();
string archivo = "";
if (yanquenpoPC == 1)
archivo = "piedra.png";

if (yanquenpoPC == 2)
archivo = "papel.png";
}
}

```

---

```
        if (yanquenpoPC == 3)
            archivo = "tijera.png";

        if (yanquenpoPC > 0)
        {
            tmp = ImgOriginal.ToBitmap();
            Graphics gs = Graphics.FromImage(tmp);
            gs.DrawImage(Image.FromFile(archivo), 0, 0);
            ImgOriginal = new Image<Bgr, byte>(tmp);
        }
    }
}
```

---

**Fuente:** Elaboración propia.

Cabe mencionar que se tuvo el Sprint Planning, el cual se realizó al comienzo de cada Sprint con participación de todo el equipo Scrum; en esta primera reunión se inspecciono el Backlog del Producto, se designó los Product Backlog Items en los que se va a trabajar durante el siguiente Sprint.

Además, se tuvo el denominado “Daily Scrum”, la cual fue una reunión diaria de 15 minutos en la que participa exclusivamente el Development Team, en esta reunión los integrantes del Development Team detallaron lo qué hicieron ayer para contribuir al Sprint, se definieron tareas a realizar para contribuir con el Sprint y se plantearon impedimento que impida entregar el sprint.

Durante el final del Sprint se tuvo reuniones, generalmente el último día de la semana, donde el Development Team y product owner presentan los incrementos acabados para su respectiva inspección y adaptación correspondiente. En esta reunión se analiza la situación y actualización del Product Backlog con las nuevas condiciones que puedan afectar al proyecto.

Finalmente, se desarrolla la retrospectiva, reunión que ocurre al final del Sprint, justo después del Sprint Review, siendo el objetivo, el de hacer reflexión sobre el último Sprint y determinar posibles mejoras para el siguiente sprint.

## **CAPÍTULO V**

# **VALIDACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN ROBÓTICA.**

En este capítulo se realizará la validación de dos módulos (aprendizaje e impulsividad) de la unidad didáctica basada en robótica, en la primera validación se cuantifica la relación entre atención y aprendizaje, en la segunda validación para el nivel de manejo de la impulsividad se evaluó utilizando la versión española de la escala de impulsividad de Barratt (BIS-11C) para niños. Esta escala mide tres dimensiones de la impulsividad: motora, no planificada y cognitiva.

La muestra está compuesta por 10 niños con diagnóstico de TDAH del Colegio Clorinda Matto de Turner, con edades entre 9 y 10 años. Los participantes fueron seleccionados de manera aleatoria dentro de la población de estudiantes con TDAH de la institución, cabe mencionar que para iniciar este trabajo de investigación los padres de familia incluido los docentes solicitaron total discreción con los datos personales de los niños, no obstante, para dar conformidad al desarrollo de la investigación el docente firma un permiso de investigación en señal de garantía de haberse llevado dicha investigación.

## **5.1. VALIDACIÓN DE APRENDIZAJE.**

### **5.1.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

El diseño de la investigación es cuasi-experimental e incluye dos grupos seleccionados aleatoriamente: un Grupo Experimental, que recibe el tratamiento mediante la aplicación de la unidad didáctica, y un Grupo Control, que no recibe la unidad didáctica. Se realizaron evaluaciones teóricas, actitudinales y procedimentales en ambos grupos para permitir un análisis estadístico de los resultados.

### **5.1.2. VARIABLES.**

La hipótesis del proyecto es que la utilización de la unidad didáctica basada en robótica influye positivamente en el rendimiento académico en matemáticas de estudiantes de 9 a 10 años

en el nivel de primaria. La variable dependiente es el rendimiento académico y la variable independiente es la unidad didáctica basada en robótica.

**La variable dependiente**, rendimiento académico, se mide mediante las calificaciones obtenidas en pruebas teóricas, procedimentales y actitudinales.

**La variable independiente**, unidad didáctica basada en robótica, se evalúa a través de la implementación y uso de la unidad en actividades de aprendizaje.

### ***5.1.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.***

**Tema del proyecto de tesis:** “Diseño e implementación de una unidad didáctica basada en robótica para la auto regulación de la conducta en niños con TDAH de 5 a 10 años de edad”.

**Tabla 64***Dimensiones de las variables del aprendizaje matemático*

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE LIKER.	INSTRUMENTO
Conocimientos conceptuales.	Promedio de notas de evaluación	Fundamentos básicos de matemática.	1: Respuesta Correcta 0: Respuesta incorrecta.	Prueba escrita
Conocimientos procedimentales.	Promedio de notas de evaluación	Problemas prácticos que se resuelven de matemática.	1: Respuesta Correcta 0: Respuesta incorrecta.	Prueba escrita
Conocimientos actitudinales	Software	Valores que logran los estudiantes.	2: Muy bueno. 1: Bueno. 0: Ni bueno, ni malo. -1: Malo. -2: Muy Malo.	Encuesta

**Fuente:** Elaboración propia.**5.1.4. APRENDIZAJE Y UNIDAD DIDÁCTICA.****Tabla 65***Dimensiones de aprendizaje matemático, Conocimiento Conceptual*

Variable.	Dimensión.	Categoría	Indicadores de desempeño.	Escala
Aprendizaje de matemáticas básica.	Conocimientos conceptuales de matemática.	<b>Número:</b>	Conocimiento del significado de números naturales en situaciones problemáticas referidas a contar y medir. -----	1: Respuesta Correcta 0: Respuesta incorrecta
		<b>Geometría:</b>	Conoce, interpreta posiciones y desplazamientos de objetos en el plano cartesiano utilizando geoplanos. -----	
		<b>Medidas:</b>	Conoce sobre mediciones y comparaciones de longitudes de objetos.	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 66***Dimensiones de aprendizaje matemático, Conocimiento Procedimental*

Variable.	Dimensión.	Categoría matemática.	Indicadores de desempeño.	Escala
Aprendizaje de matemáticas.	Conocimientos Procedimentales.	Número:	Formular y describir situaciones diarias en las que se pueda ordenar hasta 10 objetos de acuerdo a características como tamaño, longitud, grosor o valor numérico. Además, propone construir una colección ordenada utilizando material concreto o gráfico, aplicando un criterio perceptual personal para organizar los objetos.	2: Muy Bueno. 1: Bueno
		Geometría:	Identifica, interpreta y grafica posiciones y desplazamientos de objetos en el plano cartesiano utilizando geoplanos.	0: Ni bueno, ni malo -1: Malo
		Medidas:	Mide y compara longitudes de objetos haciendo uso de unidades arbitrarias.	-2: Muy malo

**Fuente:** Elaboración propia.**Tabla 67***Dimensiones de aprendizaje matemático, Conocimiento Actitudinal*

Variable.	Dimensión.	Categoría matemática.	Indicadores de desempeño.	Escala
Aprendizaje de matemáticas.	Conocimientos Actitudinales.	Presenta actitudes durante el experimento.	Habilidades y destrezas. Interés en el uso de software educativo.	1: Buena. 0: Mala

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.1.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS CONCEPTUAL.

**H0:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **no mejora** el aprendizaje **conceptual** en matemáticas en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS NULA**).

**H1:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **mejora** el aprendizaje **conceptual** en las matemáticas en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS AFIRMATIVA**).

En la siguiente tabla se aprecia las notas obtenidas por los dos grupos planteados para el experimento:

**Tabla 68**  
*Notas conceptuales del experimento*

Número	Grupo experimental salida	Grupo de control salida
1	11	9
2	13	10
3	12	8
4	12	9
5	13	11

**Fuente:** Elaboración propia.

En la siguiente tabla se aprecia el tratamiento estadístico con T – Student, se realizó con un nivel de significación “ $\alpha = 5\%$ ”, donde la región de aceptación es del 95%, con 4 grados de libertad.

A continuación, se muestra la prueba T - Student para dos muestras emparejadas.

**Tabla 69***Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, Notas Conceptuales*

	<i>Experimental</i>	<i>Control</i>
Media	12.2	9.4
Varianza	0.7	1.3
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0.681385144	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	7.483314774	
P(T<=t) una cola	0.000852579	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.001705157	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

**Fuente:** Elaboración propia.

Por los datos obtenidos en la tabla anterior, se puede indicar que al aplicar la unidad didáctica basada en robótica mejora el aprendizaje conceptual de temas matemáticos, ya que  $0.001705157 < 0.05$ , quedándonos con la hipótesis afirmativa:

**H1:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **mejora** el aprendizaje **conceptual** en las matemáticas en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS AFIRMATIVA**).

También se puede indicar que; **“Si existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de notas conceptuales entre el grupo de control y el grupo experimental”**.

#### **5.1.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS PROCEDIMENTAL.**

**H0:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **no mejora** el aprendizaje **Procedimental** en matemáticas, para estudiantes de primer grado de primaria (**HIPÓTESIS NULA**).

**H1:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **mejora** el aprendizaje **Procedimental** en las matemáticas, para estudiantes de primer grado de primaria (**HIPÓTESIS AFIRMATIVA**).

**Tabla 70**  
*Notas procedimentales del experimento*

Número	Grupo experimental salida	Grupo de control salida
1	12	9
2	11	8
3	14	11
4	13	10
5	13	9

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 71**  
*Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, Notas experimentales*

	<i>Experimental</i>	<i>Control</i>
Media	12.2	10
Varianza	0.7	2.5
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0.56694671	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	3.772968873	
P(T<=t) una cola	0.009777106	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.019554213	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

**Fuente:** Elaboración propia.

Por los datos obtenidos en la tabla anterior, se puede indicar; al aplicar la unidad didáctica basada en robótica mejora el aprendizaje procedimental de temas matemáticos, ya que  $0.019554213 < 0.05$ , quedándonos con la hipótesis afirmativa:

**H1:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **mejora** el aprendizaje **procedimental** en las matemáticas en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS AFIRMATIVA**).

También se puede indicar que; **“Si existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de notas procedimentales entre el grupo de control y el grupo experimental”**.

### **5.1.7. PRUEBA ACTITUDINALES.**

Para este tema se aplicó una encuesta a los estudiantes del grupo experimental, la finalidad de este proceso es preguntar sobre aspectos de diseño de la unidad didáctica basada en robótica, también se preguntó sobre el nuevo enfoque de enseñanza frente al desarrollado habitualmente.

La encuesta fue aplicada a cinco niños con TDAH (grupo experimental) de un total de diez niños, las preguntas están orientadas a la experiencia que ellos tuvieron con la unidad didáctica basada en robótica.

Los resultados de la encuesta son las siguientes:

Distribución de la frecuencia de la opinión de las estudiantes con referencia a la pregunta **“Te agrada la unidad didáctica basada en robótica”**.

**Tabla 72**  
*Distribución de la pregunta agrado a la unidad didáctica*

Alternativa.	Frecuencia.	Porcentaje.
Mucho o sí.	4	80%
Regular o tal vez.	0	0 %
Nada o no.	1	20 %

**Fuente:** Elaboración propia.

Distribución de la frecuencia de la opinión de las estudiantes con referencia a la pregunta **“Aprendes mejor las matemáticas con la unidad didáctica”**

**Tabla 73***Distribución de la pregunta aprensión de matemáticas*

Alternativa.	Frecuencia.	Porcentaje.
Mucho o sí.	5	100%
Regular o tal vez.	0	0 %
Nada o no.	0	0 %

**Fuente:** Elaboración propia.

Distribución de la frecuencia de la opinión de las estudiantes con referencia a la pregunta

**“Te parece estresante los juegos de la unidad didáctica”****Tabla 74***Distribución de la pregunta si es estresante aprender matemática*

Alternativa.	Frecuencia.	Porcentaje.
Mucho o sí.	1	20 %
Regular o tal vez.	1	20 %
Nada o no.	3	60 %

**Fuente:** Elaboración propia.

Distribución de la frecuencia de la opinión de las estudiantes con referencia a la pregunta

**“Es mejor la enseñanza con unidad didáctica o la tradicional”.****Tabla 75***Distribución de la pregunta enseñanza tradicional versus unidad didáctica*

Alternativa.	Frecuencia.	Porcentaje.
Mucho o sí.	5	100 %
Regular o tal vez.	0	0 %
Nada o no.	0	0 %

**Fuente:** Elaboración propia.

Distribución de la frecuencia de la opinión de las estudiantes con referencia a la pregunta

**“Te motiva la unidad didáctica para aprender matemática”.**

**Tabla 76**

*Distribución de agrado de la pregunta sobre motivación*

Alternativa.	Frecuencia.	Porcentaje.
Mucho o sí.	3	60 %
Regular o tal vez.	1	20 %
Nada o no.	1	20 %

**Fuente:** Elaboración propia.

## **5.2. VALIDACIÓN DE IMPULSIVIDAD.**

### **5.2.1. PARTICIPANTES.**

La presente investigación está compuesta por un grupo de 10 estudiantes, los cuales se encuentran en el Colegio Clorinda Matto de Turner. La edad de los participantes se encontró entre los 9 y 10 años de edad. En relación con la impulsividad de estos estudiantes no se cuenta con más información además del previo diagnóstico de TDAH.

En esta investigación los participantes fueron elegidos en base a un diagnóstico previo de TDAH realizado por el psicólogo de los colegios y al deseo de las familias de cada niño por participar del estudio, es necesario mencionar que en estas instituciones educativas existen estudiantes con diagnóstico de TDAH menores a los 8 años que no fueron seleccionados para este experimento ya que la aplicación del test de la escala de impulsividad requiere niños mayores de 8 años ya que según (Brunas-Wagstaff, Tilley, Verity, Ford, & Thompson, 1997, pp.19-25) la impulsividad funcional, relacionada con la tendencia a tomar decisiones rápidas en situaciones apropiadas, que es similar a la escala impulsividad cognitiva del BIS-11c, ha tenido coeficientes de consistencia interna bajos en niños entre 8 y 9 años con  $\alpha=.38$ , 11 y 12 años con  $\alpha=.50$  y 15 y

16 años con  $\alpha=.51$ , en este sentido el número de participantes de la investigación se ve reducida a 10 estudiantes.

Finalmente, es importante mencionar que el contacto con las familias de los estudiantes, en ambas instituciones, fue por medio de los docentes. Asimismo, se les preguntó a las familias si deseaban que sus hijos participaran de manera voluntaria en el presente estudio.

### **5.2.2. MEDICIÓN.**

Luego de la revisión bibliográfica se decidió trabajar con la Escala de Impulsividad de Barratt (BIS-11C) para niños, además de estar adaptada a un contexto lingüístico propio del idioma subcontinente americano y validado en el idioma español, el BIS-11C según (Chachin Pinzon, 2014, pp.402) para las escalas impulsividad motora e impulsividad no planificadora presentan una fiabilidad aceptable para niños.

Sin embargo, la escala impulsividad cognitiva, asociada con una impulsividad funcional, en esta adaptación ha tenido una consistencia interna baja. No obstante, este instrumento de medición de la impulsividad diseñada para niños “permite acceder a tres factores de segundo orden denominados impulsividad motora, impulsividad atencional e impulsividad no planeada” (Patton, Stanford, & Barratt, 1995, pp.768-774.).

“El formato de respuesta es tipo Likert en la que cada ítem es puntuado del 0 al 3, a mayor puntaje, mayor nivel de impulsividad” (Patton, Stanford, & Barratt, 1995, pp.768-774).

El mayor puntaje es de 78 correspondiente al puntaje con calificación 3 de todos los ítems, la menor es de 0. La prueba cuenta con ítems inversos 1, 9, 10 11, 12, 19, 22, 26 y directos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24 y 25 los cuales serán considerados durante el proceso de calificación.

La calificación para los directos es:

- Raramente o nunca 0 puntos.
- Ocasionalmente 1 punto.
- A menudo 2 puntos.
- Siempre 3 puntos.

La calificación para los indirectos es:

- Raramente o nunca 3 puntos.
- Ocasionalmente 2 punto.
- A menudo 1 puntos.
- Siempre 0 puntos.

**Tabla 77**

*Escala de medición diseñada para medir la impulsividad BIS-11C*

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Instrucciones: Las personas son diferentes en cuanto a la forma en que se comportan y piensan en distintas situaciones. Ésta es una prueba para medir algunas de las formas en que usted actúa y piensa. No se detenga demasiado tiempo en ninguna de las oraciones. Responda rápida y honestamente.

	Raramente o nunca (0)	Ocasionalmente (1)	A menudo (2)	Siempre siempre (3)	o casi siempre
Organizo las cosas que hago					
Hago las cosas sin pensarlas					
Decido rápidamente					
Cuando mis amigos me preguntan algo, puedo responder rápidamente					
Me cuesta trabajo estar atento					
Pienso con rapidez					
Organizo mi tiempo libre					
Me desespero con facilidad)					
Me concentro rápidamente					

Ahorro lo que más puedo  
Me gusta pensar bien las cosas  
Hago planes para el futuro  
Digo cosas sin pensar  
Soy de los primeros en levantar la mano en  
clase cuando el profesor hace una pregunta  
Cambio con facilidad mi manera de pensar  
Actúo sin pensar  
Cuando estoy haciendo algo que requiere  
concentración, me distraigo con facilidad  
Me dejo llevar por mis impulsos  
Me gusta pensar las cosas  
Cambio con frecuencia de amigos  
Compro cosas sin pensar  
Soluciono los problemas uno por uno  
Gasto más de lo que tengo  
Cuando estoy pensando en algo me distraigo  
con facilidad  
Me cuesta trabajo quedarme quieto en el cine  
o en clase  
Organizo mis actividades

---

**Puntuación total:** \_\_\_\_\_ I.cognitiva: \_\_\_\_\_ I.motora: \_\_\_\_\_ I.no planeada: \_\_\_\_\_

---

**Fuente:** Patton et al. (1995, p. 768-774)

### **5.2.3. PROCEDIMIENTO.**

En esta investigación psicométrica se administró al grupo de 10 estudiantes la escala BIS – 11C, es aplicado a los dos grupos (control y experimental) al finalizar la investigación de tal manera que se realizara una comparación de medias para verificar la existencia de diferencias significativas entre el nivel de impulsividad entre estos dos grupos al aplicar la unidad didáctica basada en robótica durante los 3 meses.

Como se mencionó, se decidió explorar la existencia de diferencias entre los puntajes obtenidos en el BIS – 11C entre los dos grupos de (control y de experimento) cuando se aplica la

unidad didáctica planteada. Para ello, el grupo de control está constituido por 5 estudiantes que durante 3 meses han estado sujetos a clases de educación en temas matemáticos y ejercicios de manejo de impulsividad para niños con TDAH, estos dos puntos están basadas en una metodología tradicional es decir una metodología que es impartida en instituciones educativas de donde proceden los estudiantes. El siguiente grupo denominado grupo experimental, está conformado por 5 estudiantes sujetos a enseñanza en temas educativos y a ejercicios de manejo de impulsividad contemplados e incluidos en la unidad didáctica planteada en la presente investigación.

Con el propósito de identificar la existencia de diferencias significativas entre los dos grupos obtenidos en la escala se empleó el estadístico de prueba T - Student mediante este se visualiza las diferencias significativas entre los tres factores de impulsividad (impulsividad motora, impulsividad no planificada e impulsividad cognitiva) de los dos grupos (control y experimental).

#### **5.2.4. PRUEBA DE IMPULSIVIDAD MOTORA.**

Para determinar la impulsividad motora mediante la escala BIS-C (Patton, Stanford, & Barratt, 1995) se debe tener en cuenta que los ítems para esta valorización son:

**Tabla 78**  
*Escala de impulsividad motora*

<b>Tipo de impulsividad</b>	<b>No.</b>	<b>Ítems</b>
Motora	2	Hago las cosas sin pensarlas
	5	Me cuesta trabajo estar atento
	8	Me desespero con facilidad
	13	Digo cosas sin pensar
	15	Cambio con facilidad mi manera de pensar
	16	Actúo sin pensar
	17	Cuando estoy haciendo algo que requiere concentración, me distraigo con facilidad
	18	Me dejo llevar por mis impulsos
	20	Cambio con frecuencia de amigos
	21	Compro cosas sin pensar
	23	Gasto más de lo que tengo
	24	Cuando estoy pensando en algo me distraigo con facilidad
	25	Me cuesta trabajo quedarme quieto en clase

**Fuente:** Patton et al. (1995)

Según (Patton et al., 1995), el puntaje obtenido entre 19 a 39 indica alta prevalencia de impulsividad motora, la experimentación en este punto consiste en determinar si la variación de puntaje obtenido por los dos grupos es significativa frente a la aplicación de la unidad didáctica basada en tecnología en un contexto cuasi-experimental.

**H0:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **no mejora el manejo de la impulsividad motora** en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS NULA**).

**H1: (HIPÓTESIS AFIRMATIVA).**

En la siguiente tabla se aprecia la sumatoria de los valores para la impulsividad motora en la escala de Barratt para los dos grupos planteados para el experimento:

**Tabla 79***Valores del factor de impulsividad motora según BIS – 11C*

Número	Grupo experimental salida	Grupo de control salida
1	25	26
2	22	25
3	26	25
4	25	24
5	25	27

**Fuente:** Elaboración propia.

En la siguiente tabla se aprecia el tratamiento estadístico con T – Student, se realizó con un nivel de significación “ $\alpha = 5\%$ ”, donde la región de aceptación es del 95%, con 4 grados de libertad.

**Tabla 80***Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, impulsividad motora*

	<i>Experimental</i>	<i>Control</i>
Media	12.2	9.4
Varianza	0.7	1.3
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0.681385144	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	7.483314774	
P(T<=t) una cola	0.000852579	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.001705157	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

**Fuente:** Elaboración propia.

De los datos obtenidos de la tabla anterior, se puede señalar que al aplicar la unidad didáctica basada en robótica mejora **el manejo de la impulsividad motora**, ya que  $0.001705157 < 0.05$ , quedándonos con la hipótesis afirmativa:

**H1:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **mejora el manejo de la impulsividad motora** en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS AFIRMATIVA**).

También se puede indicar que; **“Si existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio del manejo de impulsividad motora entre el grupo de control y el grupo experimental”**.

### 5.2.5. PRUEBA IMPULSIVIDAD NO PLANIFICADA.

Para determinar la impulsividad no planificada mediante la escala BIS-C se debe tener en cuenta que los ítems para esta valorización son:

**Tabla 81**  
*Escala de impulsividad no planificada*

<b>Tipo de impulsividad</b>	<b>No.</b>	<b>Ítems</b>
No Planificada	1	Planeo las cosas que hago
	7	Organizo mi tiempo libre
	10	Ahorro lo que más puedo
	11	Me gusta pensar bien las cosas
	12	Hago planes para el futuro
	19	Me gusta pensar las cosas
	22	Soluciono los problemas uno por uno
	26	Organizo mis actividades

**Fuente:** (Patton et al., 1995)

Según (Patton et al., 1995), el puntaje obtenido entre 17 a 24 indica alta prevalencia de impulsividad no planificada, la experimentación en este punto consiste en determinar si la variación de puntaje obtenido por los dos grupos es significativa frente a la aplicación de la unidad didáctica basada en tecnología en un contexto cuasi-experimental.

**H0:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **no mejora** el **manejo de la impulsividad no planificada** en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS NULA**).

**H1:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **mejora** el **manejo de la impulsividad no planificada** en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS AFIRMATIVA**).

En la siguiente tabla se aprecia la sumatoria de los valores para la impulsividad no planificada en la escala de Barratt para los dos grupos planteados para el experimento:

**Tabla 82**

*Valores del factor de impulsividad no planificada según BIS – 11C*

Número	Grupo experimental salida	Grupo de control salida
1	21	22
2	20	23
3	22	21
4	20	19
5	21	22

**Fuente:** Elaboración propia.

En la siguiente tabla se aprecia el tratamiento estadístico con T – Student, se realizó con un nivel de significación “ $\alpha = 5\%$ ”, donde la región de aceptación es del 95%, con 4 grados de libertad.

**Tabla 83**

*Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, impulsividad no planificada*

	<i>Experimental</i>	<i>Control</i>
Media	12.2	9.4
Varianza	0.7	1.3
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0.681385144	
Diferencia hipotética de las medias	0	

Grados de libertad	4
Estadístico t	7.483314774
P(T<=t) una cola	0.000852579
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786
P(T<=t) dos colas	0.001705157
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105

**Fuente:** Elaboración propia.

Por los datos obtenidos en la tabla anterior, se puede indicar que al aplicar la unidad didáctica basada en robótica mejora el **manejo de la impulsividad no planificada**, ya que  $0.001705157 < 0.05$ , quedándonos con la hipótesis afirmativa:

**H1:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **mejora el manejo de la impulsividad no planificada** en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS AFIRMATIVA**).

También se puede indicar que; **“Si existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio impulsividad no planificada entre el grupo de control y el grupo experimental”**.

#### 5.2.6. PRUEBA DE IMPULSIVIDAD COGNITIVA.

Para determinar la impulsividad no planificada mediante la escala BIS-C se debe tener en cuenta que los ítems para esta valorización son:

**Tabla 84**  
*Escala de impulsividad cognitiva*

Tipo de impulsividad	No.	Ítems
Cognitivo	3	Decido rápidamente
	4	Cuando mis amigos me preguntan algo, puedo responder rápidamente
	6	Pienso con rapidez

---

9	Me puedo concentrar rápidamente
14	En el colegio, soy de los prime-ros en levantar la mano cuando el profesor hace una pregunta

---

**Fuente:** (Patton, Stanford, & Barratt, 1995)

Según (Patton, Stanford, & Barratt, 1995), el puntaje obtenido entre 7 a 15 indica alta prevalencia de impulsividad cognitiva, la experimentación en este punto consiste en determinar si la variación de puntaje obtenido por los dos grupos es significativa frente a la aplicación de la unidad didáctica basada en tecnología en un contexto cuasi-experimental.

**H0:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **no mejora el manejo de la impulsividad cognitiva** en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS NULA**).

**H1:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **mejora el manejo de la impulsividad cognitiva** en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS AFIRMATIVA**).

En la siguiente tabla se aprecia la sumatoria de los valores para la impulsividad cognitiva en la escala de Barratt para los dos grupos planteados para el experimento:

**Tabla 85**  
*Valores del factor de impulsividad cognitiva según BIS – IIC*

---

Número	Grupo experimental salida	Grupo de control salida
1	10	14
2	13	13
3	12	13
4	14	12
5	13	12

---

**Fuente:** Elaboración propia.

En la siguiente tabla se aprecia el tratamiento estadístico con T – Student, se realizó con un nivel de significación “ $\alpha = 5\%$ ”, donde la región de aceptación es del 95%, con 4 grados de libertad.

**Tabla 86**

*Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, impulsividad cognitiva*

	<i>Experimental</i>	<i>Control</i>
Media	12.2	9.4
Varianza	0.7	1.3
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0.681385144	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	7.483314774	
P(T<=t) una cola	0.000852579	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.001705157	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

**Fuente:** Elaboración propia.

Por los datos obtenidos en la tabla anterior, se puede indicar que al aplicar la unidad didáctica basada en robótica mejora el **manejo de la impulsividad cognitiva**, ya que  $0.001705157 < 0.05$ , quedándonos con la hipótesis afirmativa:

**H1:** La aplicación de la unidad didáctica basada en robótica **mejora el manejo de la impulsividad cognitivo** en niños diagnosticados con TDAH (**HIPÓTESIS AFIRMATIVA**).

También se puede indicar que; **“Si existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio impulsividad cognitiva entre el grupo de control y el grupo experimental”**.

### **5.2.7. IMPULSIVIDAD SEGÚN BARRATT.**

Realizando la sumatoria de los tres factores de impulsividad (motora, no planificada y cognitiva) se obtienen los siguientes valores:

**Tabla 87***Impulsividad total según BIS – 11C.*

---

<b>Número</b>	<b>Grupo experimental salida</b>	<b>Grupo de control salida</b>
1	56	62
2	55	61
3	60	59
4	59	55
5	59	61

---

**Fuente:** Elaboración propia.

Estos valores, para los dos grupos tienen puntajes mayores a 55 (según BIS – 11C) por lo que se puede indicar que los niños participantes en el experimento son muy impulsivos, naturalmente este puntaje es característica de niños con TDAH.

Pero se observa que los niños del grupo experimental experimentan menores valores de impulsividad.

## CONCLUSIONES.

1. Se diseñó e implementó una unidad didáctica basada en robótica que mejoró el aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal en matemáticas. Además, su aplicación mejoró el manejo de la impulsividad motora, no planificada y cognitiva en niños diagnosticados con TDAH, con un nivel de confianza del 95%.

2. Se construyó un guante robótico basado en sensores flexos resistivos y un acelerómetro para controlar los movimientos de la mano y el brazo robótico, utilizados para trasladar figuras con temas matemáticos a una plataforma informática. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en las notas conceptuales (fundamentos básicos en matemática), ya que se obtuvo  $P(T \leq t)$  dos colas  $0.001705157 < 0.05$ , en las notas procedimentales (procedimiento en resolución de problemas matemáticos), se obtuvo  $0.019554213 < 0.05$  y en la prueba actitudinal (valores que logran los estudiantes en relación a la metodología de enseñanza) se obtuvo mayor predisposición al nuevo enfoque de enseñanza frente al desarrollado habitualmente, todo ello desarrollado en un contexto investigativo cuasi experimental mediante muestreo por conveniencia (accesibilidad a información), estos fueron dispuestos por el tutor del turno mañana de la institución educativa, la investigación tuvo un nivel de significación  $\alpha = 5\%$ , una región de aceptación del 95% y 4 grados de libertad para la prueba T-Student. Esto datos evidencia la mejora del aprendizaje en matemáticas mediante la unidad didáctica basada en robótica, dentro de una estrategia didáctica lúdica denominada “TRASLADANDO FIGURAS”.

3. Se desarrolló un juego denominado “YANQUEN POO” utilizando el guante robótico con sensores flexos o galgas que generan un valor cuando se le aplica una fuerza de deformación proveniente de cada uno de los cinco dedos y una pantalla de computadora que reconoce mediante Open CV las respuestas de operaciones matemáticas marcadas en las figuras

geométricas de interacción. Este juego demostró una diferencia estadística significativa en el manejo de la impulsividad motora, no planificada y cognitiva, ya que se obtuvo para los tres casos  $P(T \leq t)$  con un nivel de significación  $\alpha = 5\%$ , una región de aceptación del 95% y 4 grados de libertad para la prueba T-Student por lo que se evidencia una mejora en el control de la impulsividad y fomenta el apego a normas de manera divertida.

4. Fue necesario realizar estímulos visuales para mantener la atención en matemáticas por los niños con diagnóstico de TDAH, por lo que se implementó una plataforma con una cámara web para colocar figuras geométricas de colores relacionadas con temas matemáticos, basados en conocimientos conceptuales y procedimentales. Estas figuras fueron procesadas en tiempo real mediante OpenCV, esto se debe que la conversión a escala de grises antes del procesamiento acelera el tiempo de respuesta, disminuyendo la cantidad de datos que deben ser procesados, por lo que esto mejora la eficiencia general de la aplicación desarrollada.

5. Durante todo el estudio se aplicó T-Student a los puntajes obtenidos a los dos grupos de experimentación, donde para el manejo de la impulsividad (motora, no planificada, cognitiva) y el aprendizaje de las matemáticas (conceptual, procedimental, actitudinal) con la nueva metodología de aprendizaje obtuvo un  $P(T \leq t)$  con un nivel de significación  $\alpha = 5\%$ , una región de aceptación del 95% y 4 grados de libertad, se puede indicar que la unidad didáctica desarrollado en el presente trabajo de investigación es aplicable.

## **RECOMENDACIONES.**

1. Desarrollar e implementar una unidad didáctica específica para niños con diagnóstico de autismo, enfocada en el apoyo al aprendizaje en diversas áreas de educación básica. Esta unidad debería incluir materiales y actividades adaptadas a las necesidades sensoriales y de comunicación de estos niños, promoviendo un entorno de aprendizaje inclusivo y efectivo.

Adicionalmente brindar capacitación al personal: Educar a los docentes y personal de apoyo en técnicas de enseñanza y manejo de niños con autismo, asegurando que sepan cómo utilizar las unidades didácticas y adaptar su enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante.

2. Implementar unidades didácticas especializadas para apoyar el aprendizaje en diversas áreas de educación básica, incluyendo Idiomas, Ciencias de la Comunicación, Ciencias Ambientales, Química, Física. Estas unidades deben diseñarse para ser interactivas y basadas en la tecnología, utilizando herramientas como la robótica educativa y el reconocimiento de imágenes para hacer el aprendizaje más dinámico y atractivo.

Adicionalmente considerar actualizaciones de librería Emgu CV usado para el reconocimiento de imágenes y colores, también realizar evaluaciones periódicas del impacto de estas unidades didácticas en el aprendizaje de los estudiantes, ajustando y mejorando los materiales y métodos basados en los resultados obtenidos y fomentar la colaboración entre profesores de distintas áreas para desarrollar unidades didácticas integradas que promuevan un aprendizaje multidisciplinario.

3. Optimizar el diseño del brazo robótico aumentando los grados de libertad de la mano a 6 (GDL) para una mayor flexibilidad y precisión en los movimientos. Sustituir el giroscopio por

sensores de movimiento avanzados ubicados en el brazo del usuario, permitiendo que el sistema robótico emule con mayor exactitud los movimientos del brazo y la muñeca del usuario. Esta mejora facilitará un control más natural y intuitivo del brazo robótico, mejorando su utilidad en aplicaciones educativas y terapéuticas.

Adicionalmente realizar pruebas exhaustivas con usuarios finales para validar las mejoras y ajustar el diseño en función de su retroalimentación, asegurando que el brazo robótico cumpla con las expectativas y necesidades reales de los usuarios y proveer documentación detallada y soporte técnico para los usuarios del brazo robótico, facilitando su uso y mantenimiento.

4. Incorporar tecnologías adicionales como realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR) en las unidades didácticas para enriquecer la experiencia de aprendizaje. Estas tecnologías pueden ayudar a visualizar conceptos abstractos y proporcionar experiencias de aprendizaje inmersivas y atractivas.

Adicionalmente asegurar que todas las escuelas tengan acceso a la tecnología necesaria, incluidos dispositivos AR/VR y software adecuado, para implementar estas unidades didácticas de manera efectiva y capacitar a los docentes en el uso de AR y VR en el aula, proporcionando guías y recursos para integrar estas tecnologías en sus planes de estudio.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Altamirano Santillán, E. V., & Vallejo Vallejo, G. E. (2017). *LLave electromagnética con combinación de un dígito para accionamiento de un servomotor, mediante el uso del Arduino y Simulink*. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.
- Arduino. (1 de Enero de 2016). *ARDUINO.CC*. Retrieved 11 de Enero de 2019, from Obtenido de Arduino Genuino: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Arduino C.C. (01 de Enero de 2020). *Arduino C.C*. Retrieved 03 de Junio de 2023, from Arduino C.C: <https://forum.arduino.cc/t/adafruit-pca9865-arduino-uno-no-mueve-el-servo/919135>
- Atao Eulate, J. (2019). *Enfoque lúdico computarizado en el desarrollo (trastorno por déficit de atención con hiperactividad) del nivel de educación inicial de la I. E. I. N° 277-14 de Andahuaylas 2017*. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui.
- Barkley , R. (1994). *Impaired delayed responding: a unified theory of attention deficit hyperactivity disorder. En Disruptive Behaviour Disorders: Essays in Honor of hyperactivity disorder. En Disruptive Behaviour Disorders: Essays in Honor of Herbert Quay*. New York.: D.K. Routh.
- Barkley, R. (2002). *Niños Hiperactivos, Como Comprender y Atender sus necesidades Especiales*. Carolina del Sur: Ediciones Paidós ibérica.
- Barratt. (1993). *Impulsivity: Integrating cognitive, behavioral, biological and environmental data*. Washington D.C: American Psychological Association.
- Barrera Lombana, N. (2014). *Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula*. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Barrera, H. G. (2013). *Propuesta lúdico- pedagógica para abordar el trastorno por déficit de atención e hiperactividad de cuatro niños de segundo de primaria del colegio liceo eucarístico mixto*. Bogota: Universidad Libre de Colombia.
- Becerra Vásquez, H. (2017). *Diseño de un sistema para medir la fuerza de corte en el acero sae 1020 utilizando galgas extensométricas*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Benedet. (2002). *Neuropsicología cognitiva: aplicaciones a la clínica y a la investigación. Fundamento teórico y metodológico de la neuropsicología cognitiva*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Biederman. (1993). Patterns of psychiatric comorbidity, cognition, and psychosocial functioning in adults with attention deficit disorder. *American Journal of Psychiatry*, 1978.

- Boujon, & Quaireau. (1999). *Atención, aprendizaje y rendimiento escolar: aportaciones de la psicología cognitiva y experimental*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Brunas-Wagstaff, Tilley, Verity, Ford, & Thompson. (1997). *Functional and dysfunctional impulsivity in children and their relationship to Eysenck's impulsiveness and venturesomeness dimensions*. Tarragona: Personality and Individual Differences.
- Buss, & Plomin. (1975). *A temperament theory of personality development*. New York: Wiley.
- Calixto Flores, L. (2022). *TDAH no tratado puede llevar a consecuencias graves*. Lima: Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas (INCN).
- Cervera. (2011). *Coordinación y control de robots móviles basado en agentes*. RiuNet.
- Chachin Pinzon, N. (2014). *Consideraciones y Reflexiones Acerca de la Versión Colombiana de la Escala Barratt de Impulsividad para Niños (BIS-11c)\**. Cali: Universidad Cooperativa de Colombia sede Cali - Colombia.
- Chahín-Pinzón, N. (2014). *Consideraciones y Reflexiones Acerca de la Versión Colombiana de la Escala Barratt de Impulsividad para Niños (BIS-11c)*.
- Chauta Roza, C. J. (2018). *Estrategias pedagógicas y didácticas para niños con TDAH entre 4 y 7 años*. Bogota: Universidad de San Buenaventura.
- Chauta, C. R. (2008). *Estrategias pedagógicas y didácticas para niños con TDAH entre 4 y 7 años*. Bogota: Universidad de San Buenaventura.
- Chousa, C. C. (2017). *Las TIC para la intervención educativa en TDAH: un estudio bibliométrico*. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Cobacho, P. (2005). *Cómo hacer programación didáctica y unidades didácticas*. Grupo Editorial Universitario, 100.
- Coll. (1991). *Psicología y curriculum*. Barcelona: Paidós.
- Contreras. (1998). *Didáctica de la educación física: un enfoque constructivista*. Barcelona: INDE.
- Cosi, S., Vigil, C., & CanalsZ. (2008). *Desarrollo de la versión mejorada del BIS-11c: Relaciones con agresividad en X Jornadas de la Sociedad Española para la Investigación de las Diferencias Individuales*. Salamanca.
- Davila Iriarte, A. (2023). *El trastorno por déficit de atención e hiperactividad y las relaciones interpersonales con sus pares en niños en edad escolar: revisión aplicada*. Lima: Universidad de Lima.

- Delgado Sarmiento, Y. V. (2019). *Influencia de la aplicación de software de simulación electrónica en el aprendizaje procedimental de los estudiantes del 4to Y 6to semestre de electrónica industrial del Instituto de Educación Superior Tecnológico "Pedro P. Díaz" de Arequipa en el 2018*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Dickman. (1990). *Functional and dysfunctional impulsivity, personality and cognitive correlates*. Texas: Journal of Personality and Social Personality,.
- Dueñas Guevara, M. A., & Mendoza Marin, A. (2023). *Solución tecnológica para niños con TDAH mediante el uso de realidad*.
- Echegaray Ugarte, I. A., & Urquieta Rodriguez, L. (2013). *Programa de intervención cognitivo-conductual para disminuir los rasgos del TDAH en niños de la I.E.P Claret*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.
- Escamilla. (1993). *Unidades didacticas: una propuesta de trabajo en el aula*. Zaragoza: Coleccion aula reforma.
- Espino Tapia, Y. I., & Yerba Vilca, L. M. (2019). "PROGRAMA DE MINDFULNESS "AULAS FELICES" Aplicado a estudiantes con trastorno por déficit de atención con hiperactividad - TDAH. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Esteinou. (1998). *Espacios de comunicación*. México: Madrid: Universidad Iberoamericana.
- Evenden. (1999). *Varieties of impulsivity*. *Psychopharmacology*. Berlin.
- Eysenck, Pearson, Easting, & Allsopp. (1985). *Age norms for impulsiveness, venturesomeness and empathy in adults*. *Personality and Individual Differences*. Washington DC.
- Fernández Castillo, & Gutiérrez. (2009). Atención selectiva, ansiedad, sintomatología depresiva y rendimiento académico en adolescentes. *Electronic Journal of Educational*, 76.
- Filomeno, A. E. (Setiembre de 2006). El Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad en las últimas cuatro décadas y media en el Perú. Problemas actuales y búsqueda de soluciones. *Revista Medica Herediana*, 3.
- Fundacion CADAH. (1 de Enero de 2012). *fundacioncadah.org*. Retrieved 12 de Febrero de 2019, from *fundacioncadah.org*:  
[https://www.fundacioncadah.org/j289eghfd7511986\\_uploads/20120607\\_Px1w2Ugwtzfxq00ORFap\\_0.pdf](https://www.fundacioncadah.org/j289eghfd7511986_uploads/20120607_Px1w2Ugwtzfxq00ORFap_0.pdf)
- Galvis. (2007). *Fundamentos de tecnología educativa*. Costa Rica: EUNED.

- García Calderón . (2012). *Déficit de atención con o sin hiperactividad en alumnos del nivel primario de una institución educativa de Ventanilla*. Callao: Universidad San Ignacio de Loyola.
- García, M. I. (2003). *La Autorregulación del Aprendizaje Escolar*. La Habana: Editorial/Editor.
- Gil Julca, J. C., & Guevara Collantes, C. A. (2018). *Análisis y determinación de enfermedades en el fruto del mango utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- GoldFire Electrónica. (10 de Enero de 2010). *GoldFire Electrónica*. Retrieved 03 de Marzo de 2023, from GoldFire Electrónica: [https://coldfire-electronica.mercadoshops.com.mx/MLM-1444816560-sensor-de-flexion-resistivo-largo-flexo-sensor-arduino-pic-\\_JM](https://coldfire-electronica.mercadoshops.com.mx/MLM-1444816560-sensor-de-flexion-resistivo-largo-flexo-sensor-arduino-pic-_JM)
- González Pienda. (2008). El rendimiento escolar. Un análisis de las variables que lo condicionan. *Revista galego portuguesa de psicología de educación*, 247-258.
- Groba, B. G. (2015). *Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el funcionamiento en la vida diaria de niños con trastorno del espectro del autismo*. Coruña: Universidad de coruña.
- Hart, Lahey, & Loeber. (1995). Devel change in attention deficit hyperactivity disorder in boys: a four year longitudinal study. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 749.
- Hernández de León, G. M. (2012). *Trastorno por déficit de atención con hiperactividad en niños de nivel primario (estudio realizado en Colegio los Niños del Señor)*. Quetzaltenango: Universidad Rafael Landívar.
- Ibáñez. (1992). Planificación de unidades didácticas. *En aula N-1*, 100.
- Iglesias Castro, I. (2016). *Detección de pisada usando galgas extensométricas*. Sevilla: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla.
- Inmoov. (20 de Enero de 2014). *Inmoov*. Retrieved 04 de Julio de 2023, from Inmoov: <http://www.r2d2.media-conversions.net/R2.nextgen.arm.box.html>
- Korona, D. (2017). *Equipo de control y mando procesos en el hogar y sus alrededores*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Krüger Dextre, P., & Villanueva Gómez, R. R. (2019). *Efectos de la aplicación del programa consciencia plena en el control inhibitorio de niños entre 9 y 12 años diagnosticados con TDAH*. Lima: Universidad Antonio Ruiz de Montoya.

- Labarrere, A. (1994). *Pensamiento: análisis y autorregulación en la actividad cognoscitiva de los alumnos*. Mexico: Ángeles editores.
- Lemos. (2006). Validez predictiva de la escala de síntomas prodrómicos. *Actas Esp Psiquiatr*, 223.
- León. (2008). Atención plena y rendimiento académico en estudiantes de secundaria. *European journal of education and psychology*, 26.
- Levy, Hay, McStephen, Word, & Waldman. (1997). Attention deficit hyperactivity disorder: a category or a continuum?. Genetic analysis of a large scale twin study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 744.
- López Cerón, C. (2015). *Desarrollo de un sistema para la monitorización de contracción muscular en base a un sensor de presión en superficie*. Valencia: escuela tecnica superior ingenieros industriales valencia.
- López Verástegui, G. O. (2014). *Implementación de algoritmos de procesamiento de imágenes en FPGA*. México, D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Mannuzza, Klein, Bessler, & Malloy. (1998). Adult psychiatric status of hyperactive boys grown up. *American Journal of Psychiatry*, 498.
- Meneses Benítez , G. (2007). *El proceso de enseñanza – aprendizaje: el acto didáctico*. Barcelona: Universitat Rovira I Virgili.
- Molina, Hinshaw, & Swanson. (2009). The MTA at 8 years: prospective follow-up of children treated for combined-type ADHD in a multisite study. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 500.
- Morales, R. (2012). Aplicaciones domóticas con Android y Arduino. *Revista Tecnológica*, 6-10.
- Moya Llican, K. (2017). *Impulsividad y ansiedad estado - ansiedad rasgo en niños de consulta externa del Departamento de Psicología de un Hospital, Lima 2017*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Muñoz Chavez, D. I. (2017). *Programa juegos didácticos para desarrollar la atención en el área de matemática en niños y niñas de cinco años de una Institución Educativa, Trujillo-2017*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Murillo, J. (2011). *Métodos de investigación de enfoque experimental*. Universidad Autónoma de Madrid.

- Navarrete Enríquez, J. (2015). *Prototipo G.T.S.B-1 (guante traductor de señas básicas), para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje*. Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Noriega Guerrero, M. A. (2015). *Diseño de algoritmos para la sincronización de servosistemas con aplicación en procesos de manufactura*. San Luis Potosí: CIATEQ.
- Nourbakhsh, Crowley, Bhave, Hamner, & Wilkinson. (2005). The robotic autonomy mobile robots course: Robot design, curriculum design, and educational assessment. *Autonomous Robots*, 103 - 127.
- Obano, E. M. (2015). *Diseño de una unidad didáctica orientada al aprendizaje basado en la resolución de problemas del concepto de interés, apoyada en entornos digitales, para tres grupos de estudiantes del grado noveno del Tolima*. Ibagua: Universidad del Tolima.
- Orjales. (2005). *Déficit de atención con hiperactividad. Manual para padres y educadores*. Madrid: CEPE.
- Patton, Stanford, & Barratt. (1995). *Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale*. San Francisco: Journal of Clinical Psychology.
- Peralta Zarate, F. (2009). *Diseño y construcción de un robot humanoide*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pineda Santos, M. A. (2016). *Trastorno por déficit de atención e hiperactividad en las escuelas de San Pedro Sula, 2016*. Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras en el Valle de Sula.
- Quispe Limpe, M. T., & Rayan Suni, O. (2017). *Aplicación móvil para el aprendizaje de matemáticas de los niños con Síndrome de Down en el Centro de Educación Básica Especial Nuestra Señora del Carmen*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- RAE. (2001). *Diccionario de la lengua española*. Madrid: Espasa Calpe.
- Rodríguez Álvarez, C. (2016). *Caracterización de la impulsividad medida con la escala de impulsividad de Barrat (BIS-11) en una muestra de pacientes colombianos con enfermedad de Huntington*. Universidad Nacional de Colombia, Medicina Interna. Bogota: Unidad de Neurología.
- Ruiz Rojas, G. A. (2005). *Diseño, construcción y caracterización de un sensor para medir cargas a tensión por extensometría*. Huajuapán de León: Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- Rutter. (2008). *Child and Adolescent Psychiatry*. Blackwell: Oxford.

- Sánchez Bañuelos. (2000). *Análisis del deporte en edad escolar. Una alternativa para el futuro*. Sevilla: Patronato Municipal de Dos Hermanas.
- Sánchez Sánchez, R. (2008). *Conceptos y definiciones Cinemática*. España: Universidad de Huelva.
- Shin Shi. (2013). *Emgu CV Essentials*. Birmingham: Packt Publishing.
- Soutullo, C. E. (2008). *Convivir con Niños y Adolescentes con Trastornos por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH)*. Madrid: Editorial Médica Panamericana S.A.
- Stanford MS, Mathias CW, Dougherty DM, Lake SL, Anderson NE, & Patton JH. (2009). *Fifty years of the Barratt Impulsiveness Scale: An update and review*. Texas: Pers Individ.
- Suazo. (2006). *Inteligencias múltiples, manual practico para el nivel elemental*. Puerto Rico: Editorial Puerto Rico.
- Sutherland, K. S. (Noviembre de 2020). *La Guía de Scrum*. [scrumguides.org](http://scrumguides.org).
- Tejedor, González, & Garcia. (2008). Estrategias atencionales y rendimiento académico en estudiantes de secundaria. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 132.
- Troncos Riofrio , M. (2016). *Diseño y ensamble de un brazo robot como módulo de laboratorio para el escaneo de curvas en 3D*. Piura: Universidad de Piura.
- Usuga, O. A. (2014). *Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza aprendizaje de la multiplicación de números naturales en el grado tercero de la institución educativa derka santo domingo del municipio de Medellín*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- Viera Maza, G. (2017). *Procesamiento de imágenes usando opencv aplicado en raspberry pi para la clasificación del cacao*. Universidad de Piura.
- Vigotsky. (1979). *Teoría del Aprendizaje*.
- Wender. (1995). *Attention deficit hyperactivity disorder in adults*. New York: Oxford University Press.
- Zurita Valentina, M. (2016). *La Robótica en el Club de Ciencia y Tecnología N°514 de la ciudad de Mar del Plata. El desarrollo de competencias para aprender a aprender*. Mar de Plata: Siglo 21.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

BIS-11C: Barrat Impulsivity Scale

CIE-10: Clasificación internacional de enfermedades, décima revisión

DC: Direct Current

DSM-IV: Manual Diagnóstico y Estadístico de los trastornos mentales

I<sup>2</sup>C: (I<sup>2</sup>C) Inter integrated circuits

ICSP: In Circuit Serial Programming (Programación en serie de circuito)

KΩ: Kilo ohmios

L\*A\*H: Largo por Ancho por Altura

MDF: Medium Density Fibreboard (Tableros de fibra de densidad media)

OpenCV: Open Source Computer Vision

PLA: Polylactic Acid

PWM: pulse width modulation (modulación de ancho de pulso)

SPI: Serial Peripheral Interface (Interfaz periférica en serie)

TDAH: Trastorno por déficit de atención e hiperactividad

Velostat: Sensor para capturar valores de deformación

VGA: Video Graphics Array (Matriz de gráficos de vídeo)

ZDP: Zona de desarrollo próximo

## ANEXOS

**Repositorio de Código Fuente:** Se detalla el repositorio donde está el código fuente usado en la programación del Arduino (maestro y esclavo).

[https://github.com/sahaluka/brazo\\_robotico](https://github.com/sahaluka/brazo_robotico)

### Tabla 88

*Anexo: Especificaciones técnicas del Arduino Nano*

---

Descripcion	Especificaciones tecnicas
Microcontrolador	ATmega328
Tensión de Operación (nivel lógico)	5 V
Tensión de Entrada (recomendado)	7-12 V
Tensión de Entrada (límites)	6-20 V
Pines E/S Digitales	14 (6 proveen salida PWM)
Entradas Analógicas	8
Corriente máxima por cada PIN de E/S	40 mA
Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 2KB son usados por el bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Frecuencia de reloj	16 MHz

---

---

Dimensiones	18.5mm x 43.2mm
-------------	-----------------

---

**Fuente:** (Korona, 2017, p. 38)

**Tabla 89**

*Anexo: Especificaciones técnicas del Servo motor*

---

<b>Descripcion</b>	<b>Especificaciones tecnicas</b>
Voltaje de Operación:	3.0 - 7.2V
Velocidad:	0.1seg / 60 grados
Torque reposo:	1.3Kg x cm (4.8V), 1.6Kg (6.0V)
Ancho de pulso:	4useg (Dead band)
Peso:	9g
Engranajes:	Nylon
Dimensiones:	22*11.5*27 mm
Longitud del conductor:	150mm

---

**Fuente:** elaboracion propia

**Tabla 90**

*Anexo: Especificaciones técnicas del ADLX345*

---

<b>Descripción</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>
Comunicación:	I2C y SPI
Voltaje de funcionamiento:	4V a 6V

---

---

Rango de voltaje de E / S:	1.7V a 3.6V
Temperatura de funcionamiento:	-40 ° C a 85 ° C
Tamaño:	3 mm × 5 mm × 1 mm

---

**Fuente:** elaboracion propia

**Tabla 91**

*Anexo: Especificaciones técnicas del motor SG5010*

---

<b>Descripcion</b>	<b>Especificaciones tecnicas</b>
Stall Torque:	3.1Kg-cm (4.8V); 6.5Kg-cm (6.0V)
Velocidad de Funcionamiento:	0.17seg/60° (4.8V sin carga); 0.4seg/60° (6V)
Ancho del pulso:	entre 650uS y 2350uS
Dimensiones:	40.2*20.2*43.2 mm
Temperatura de Trabajo:	0°C hasta +55°C
Dead Band Width:	20useg
Voltaje de Operación:	4.8-6 Volts
Engranajes de	Nylon
Cable de conexión de	150mm
Frecuencia de reloj	16 MHz
Utilizado para	ala fija de avión, coche rc, robótica

---

**Fuente:** (Korona, 2017, p. 38)

**Tabla 92***Anexo: Especificaciones técnicas de batería de litio*

<b>Descripcion</b>	<b>Especificaciones tecnicas</b>
Materiales:	Cilíndrico batería de Ion de litio
tensión:	3.7V
Capacidad:	2800mah

**Fuente:** elaboracion propia**Tabla 93***Anexo: Especificaciones técnicas Tira de led cálido blanco*

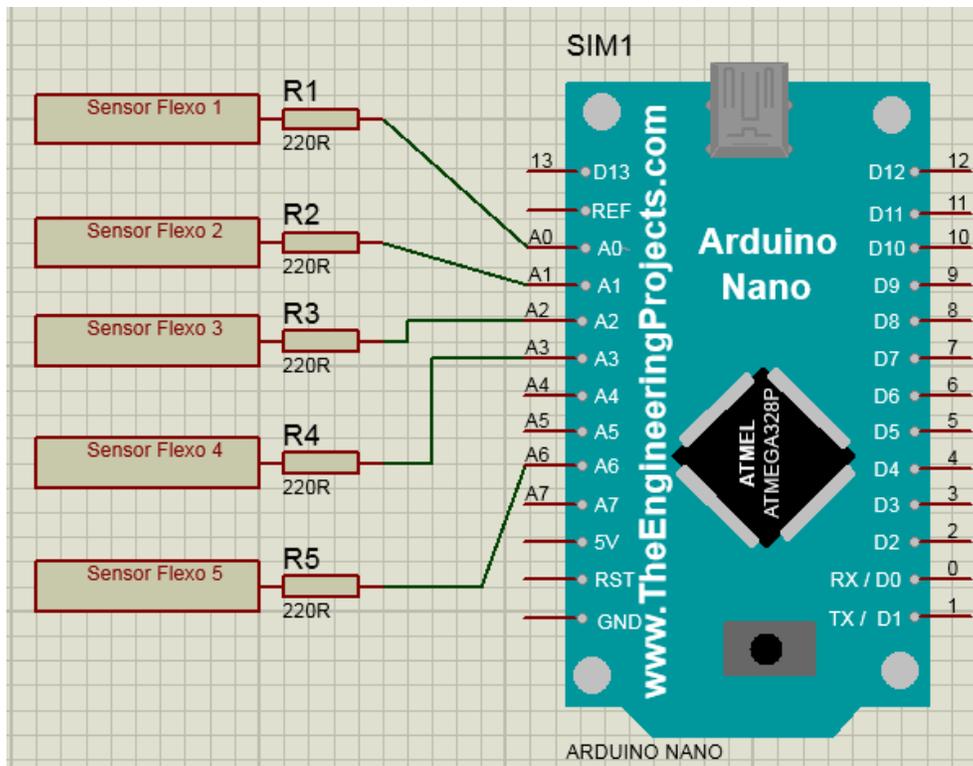
<b>Descripcion</b>	<b>Especificaciones tecnicas</b>
Voltaje de Operación:	9 – 14 V
Grados de proyección	120°
Consumo total	24 W
Consumo por metro	4.8 W
Lúmenes	1200 lm* (en blanco puro)
Temperatura de operación	-20°--+80°

**Fuente:** elaboracion propia**Tabla 94***Anexo: Especificaciones técnicas velostat*

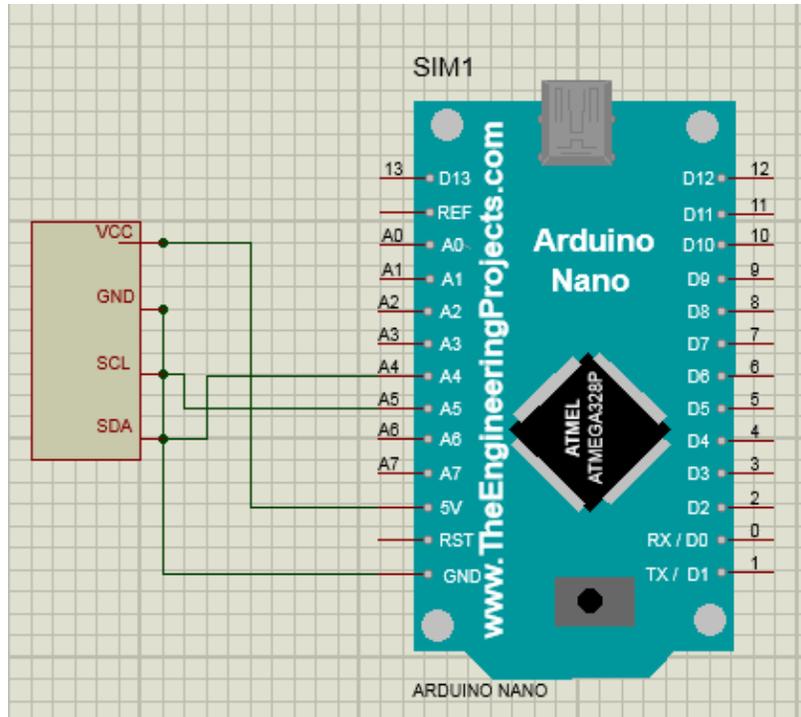
<b>Descripcion</b>	<b>Especificaciones tecnicas</b>
--------------------	----------------------------------

Dimensiones:	11"x11" (28cmx28cm)
Grosor:	0.1mm
Peso:	18.66 g
Límites de temperatura:	-45°C a 65°C (-50°F a 150°F)
Termosellable	-----
Resistividad de volumen:	<500 ohm-cm
Resistividad superficial:	< 31,000 ohms/sq.cm

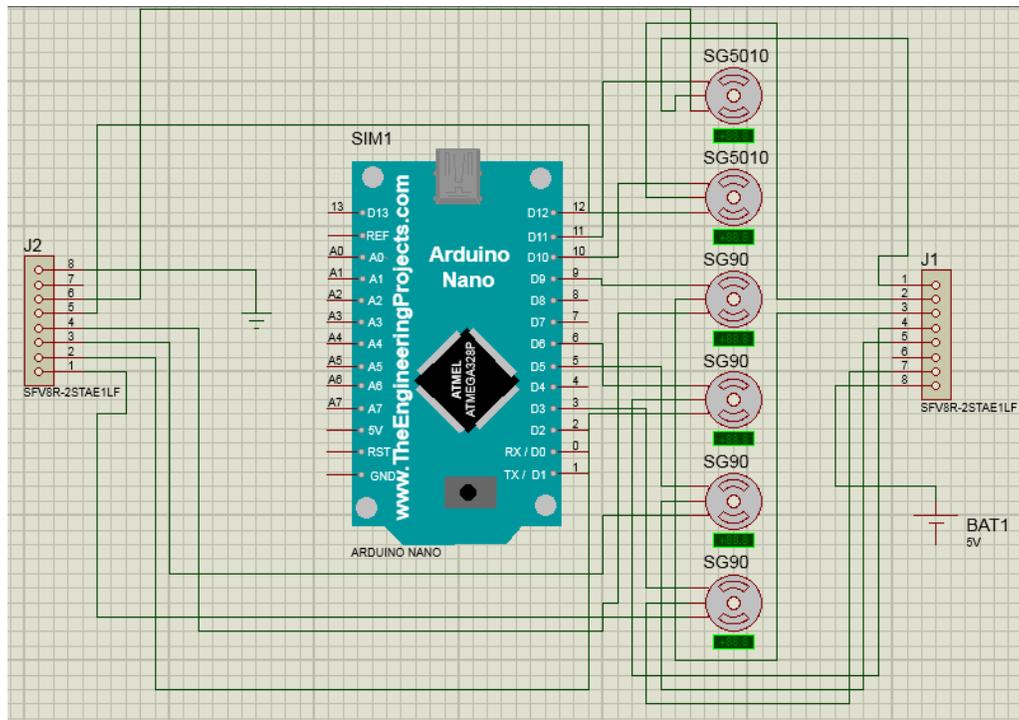
**Fuente:** elaboracion propia



**Figura 41:** Anexo: puertos analógicos Arduino y Sensores (Elaboración propia)



**Figura 42:** Anexo: puertos analógicos Arduino y ADLX345 (Elaboración propia)



**Figura 43:** Anexo: puertos digitales Arduino y servo motores (Elaboración propia)

### **Constancia de validación**

**PATRICIA ENCISO VALENCIA**, con documento de identidad N° 43005502, de profesión psicólogo y número de colegiatura N° 26297, he revisado el instrumento del proyecto de tesis denominado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN ROBÓTICA PARA LA AUTO REGULACIÓN DE LA CONDUCTA EN NIÑOS CON TDAH DE 5 A 10 AÑOS DE EDAD”**, que desarrollaron los tesisistas: bachiller en ingeniería informática y de sistemas **ALEX MANSILLA ZUÑIGA**, bachiller **SAUL HANS LUNA KANCHA**; para obtener el grado académico de ingeniero informático y de sistemas.

Tras evaluar cada una de las funcionalidades del instrumento “unidad didáctica” y de contrastarlo con la teoría existente al respecto, valido la unidad didáctica puesto que reúne las condiciones requeridas para manejar la impulsividad motora, cognitiva y no planificada en niñas con diagnóstico de TDAH en la institución educativa Clorinade Matto de Turner de la ciudad del Cusco.


Patricia Enciso Valencia  
PSICOLOGA  
C.P.S.P. 26297

**Psic: Patricia Enciso Valencia**

DNI: 43005502