

**REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL**

***Diseño de un robot programado con realidad aumentada que sirva como herramienta terapéutica para tratar tdah y tea.***

**Autor: Giovanni Daniel Guzmán Izquierdo**

**Tesis presentada para obtener el título de:  
Maestro en Ciencias de la Computación**

**Nombre del asesor:  
Rubén Fernando Rueda Chávez**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación “Dr. Silvio Zavala” que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo “Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada”, se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**“DISEÑO DE UN ROBOT PROGRAMADO CON REALIDAD  
AUMENTADA QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA  
TERAPÉUTICA PARA TRATAR TDAH Y TEA”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**PRESENTA**

**ING. GIOVANNI DANIEL GUZMÁN IZQUIERDO**

**ASESOR**

**DR. RUBÉN FERNANDO RUEDA CHÁVEZ**

**CLAVE: 16PSU0049F  
ACUERDO: MAES091101**

**MORELIA, MICHOACÁN**

**AGOSTO DE 2020**



“Nuestros primeros esfuerzos son puramente instintivos, impulsos de una imaginación vívida e indisciplinada. A medida que envejecemos, la razón se afirma y nos volvemos cada vez más sistemáticos y de diseño. Pero esos primeros impulsos, aunque no son inmediatamente productivos, son del momento más importante y pueden dar forma a nuestros destinos.”

(Nikola Tesla)

## Resumen

En esta investigación se muestra como se diseña y programa un robot tipo delta, se propone el diseño de un software con realidad aumentada que sirva como terapia para niños que tengan el trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH) y el trastorno del espectro autista (TEA). Se realizó un estudio de campo dentro del Instituto Latino de Morelia, al ser una investigación cuasi experimental era necesario conocer el número de niños que padecían de estos trastornos, así como cuales eran sus conductas más comunes; se propone una investigación cualitativa y cuantitativa para conocer cuáles son las áreas sociales y académicas más vulnerables de los niños dentro del Instituto Latino de Morelia, se utilizó el método científico durante toda la investigación para diseñar el software que sirva de terapia funcional para controlar el desfase social o académico de los niños con TDAH y TEA.

Durante la presente investigación se utilizó un estudio correlacional para conocer el efecto que tiene el uso de la tecnología en pacientes que presentan dichos trastornos y como el uso de la misma influye en su desempeño académico y social. Se analizaron varias terapias que se utilizan actualmente y se analizó el efecto neurológico que estas terapias tienen, por esta razón se decidió enfocar el diseño del software en excitar las neuronas espejo de los pacientes, ya que al estar en crecimiento los infantes estas neuronas tienen la capacidad de captar mayor información, siendo muy útiles para realizar una terapia funcional.

Palabras clave: tecnología, robot, autismo, software, neuronas espejo, déficit de atención.

## **Abstract**

This investigation shows how a delta-type robot is designed and programmed, the design of an augmented reality software is proposed to serve as therapy for children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and autism spectrum disorder (ASD). A field study was carried out within the Instituto Latino de Morelia, as it was a quasi-experimental investigation, it was necessary to know the number of children who suffered from these disorders, as well as what their most common behaviors were; A qualitative and quantitative investigation is proposed to know which are the most vulnerable academic and social areas of children within the Instituto Latino de Morelia, in the same way the scientific method will be used throughout the research in order to design the software that serves of functional therapy to control the social or academic gap of children with attention deficit hyperactivity disorder and autism spectrum disorder. A correlational study was used to know the effect that the use of technology has in patients who present these disorders and how the use of it will increase their academic and social performance. Several therapies that are currently used were analyzed and the neurological effect that these therapies have was analyzed, for this reason it was decided to focus the design of the software on exciting the mirror neurons of the patients, since as patients are growing these neurons have the ability to retain a lot of information, being very useful for performing functional therapy.

**Keywords:** Technology, robot, autism, software, mirror neurons, attention deficit

## ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	IV
<b>Abstract</b> .....	V
<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Antecedentes .....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	7
1.3. Objetivos .....	9
1.3.1. Objetivo general.....	9
1.3.2. Objetivos particulares .....	9
1.4. Justificación .....	10
1.5. Alcances y delimitaciones.....	11
<b>CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL</b> .....	12
2.1. Marco contextual.....	12
2.1.1. Ley federal de educación .....	12
2.1.2. Derechos educativos de los niños en Michoacán.....	13
2.1.3. Nueva Escuela Mexicana .....	13
2.2. Marco institucional .....	14
2.2.1 Instituto Latino de Morelia .....	14
2.2.2 Universidad Vasco de Quiroga .....	15
2.3. Marco conceptual.....	16
2.4. Marco Referencial.....	18
2.5. Marco Teórico.....	20
2.5.1. TDAH .....	20

	VII
2.5.2. Características y conductas .....	20
2.5.3. TEA.....	22
2.5.5. Robótica .....	24
2.5.6 Realidad aumentada .....	44
2.5.7 Software .....	45
2.5.8 Neuronas espejo .....	46
2.5.9 Robótica Pedagógica.....	48
2.5.10 Aplicación móvil.....	49
2.5.11 Cuestionario .....	66
2.5.12 Entrevista .....	67
2.5.13 SPSS y Atlas TI .....	70
2.5.14 Fuerzas de Porter.....	71
2.5.15 Marketing digital.....	74
2.5.16 Matriz de congruencia del marco teórico.....	77
2.6 Conclusión de los marcos de la tesis.....	80
<b>CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA .....</b>	<b>84</b>
3.1. Diseño de la investigación .....	84
3.2 Enfoque de la investigación .....	88
3.3 Instrumentos de recopilación de información.....	89
3.3.1 Instrumentos cualitativos .....	89
3.3.2 Instrumentos cuantitativos .....	89
3.4. Población.....	89
3.5. Hipótesis y variables .....	90



3.6. Herramientas de recolección de datos.....	91
3.6.1. Cuestionario .....	91
3.6.2. Observación .....	92
3.7. Validación de los instrumentos .....	92
3.7.1 Validación de cuestionario.....	92
3.7.2. Validación de observación.....	94
3.8. Procedimiento estadístico .....	94
3.9. Pretest.....	95
3.10. Prueba piloto .....	95
3.11. Matriz de congruencia.....	95
3.12. ítems de la matriz .....	96
3.12.1. ítem de examen .....	96
3.12.2. ítem de observación .....	96
3.12.3. ítem de tabla comparativa .....	97
3.12.4. Ítem de cuestionario.....	98
CAPÍTULO 4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN .....	103
4.1 Análisis de resultados .....	103
4.1.1 SPSS.....	103
4.1.2 Análisis Porter.....	107
4.2 Interpretación de resultados .....	111
4.2.1 SPSS.....	111
4.2.3 Porter.....	113
4.3 Conclusiones generales.....	115

CAPÍTULO 5 PROPUESTA .....	116
5.1 Propuesta general .....	116
5.2 Propuesta.....	117
5.3 Diseño del robot Delta .....	117
5.3.1 Análisis geométrico del robot .....	119
5.3.2 Análisis de cinemática inversa.....	122
5.3.3 Análisis de cinemática directa .....	123
5.4 Software para programar el robot tipo delta .....	123
5.4.1 Matlab .....	123
5.4.2 Arduino .....	124
5.4.3 LabVIEW .....	125
5.4.4 Programación Matlab.....	126
5.4.5 Programación LabVIEW .....	130
5.4.6 Integración de Matlab y LabVIEW.....	133
5.4.7 Librería LabVIEW para visión artificial.....	139
5.5.8 Conexión .....	141
5.5 Diseño de la Aplicación móvil.....	143
5.5.1 Flutter.....	143
5.5.2 Firebase .....	143
5.5.3 Aplicación móvil.....	144
5.6 Modelo conceptual.....	151
5.7 Arquitectura de TI.....	152
5.8 Modelo integrador de la información.....	152

	X
5.9 Modelo de la estrategia de TI.....	153
5.10 Propuesta final .....	154
<b>Conclusiones</b> .....	156
<b>Recomendaciones</b> .....	159
<b>Referencias</b> .....	161
<b>Apéndices</b> .....	172

**Índice de figuras**

Figura 2.1: Sensor de proximidad reed/ rectangular / IP68 / IP65. Fuente: Festo 2017 ..... 31

Figura 2.2: Detectores de proximidad SIE. Fuente: Festo 2017 ..... 31

Figura 2.3: Sensores de contacto mecánicos. fuente: Google images ..... 32

Figura 2.4: Pirámide de niveles de control. Fuente: elaboración propia ..... 34

Figura 2.5 (ARDUINO, 2020) ATmega 168/328P- Arduino Pin Mapping. Obtenido de:  
<https://www.arduino.cc/en/Hacking/PinMapping168>..... 35

Figura 2.6: Componentes de un servomotor. Recuperado de:  
<https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/servomotor/> ..... 37

Figura 2.7: Componentes de un motor a pasos. Recuperado de: <https://www.luisllamas.es/tipos-motores-rotativos-proyectos-arduino/> ..... 38

Figura 2.8: LR Mate 200 iD/7L. Fuente: Fanuc, 2017 ..... 40

Figura 2.9: Robot delta M-1iA/0.5A. Fuente: Fanuc, 2017 ..... 41

Figura 2.10: Robot colaborativo CR-14iA/L. Fuente: Fanuc 2017 ..... 42

Figura 2.11: Handle. Recuperado de: <https://www.bostondynamics.com/handle> ..... 43

Figura 2.12: (Díaz-Bravo, Laura; Torruco-García, Uri; Martínez-Hernández, Mildred; Varela-Ruíz, Margarita, 2013) recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000300009&script=sci\\_arttext#a9f1](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000300009&script=sci_arttext#a9f1) ..... 69

Figura 2.13: Figura 2.1 Figura 13 (Díaz-Bravo, Laura; Torruco-García, Uri; Martínez-Hernández, Mildred; Varela-Ruíz, Margarita, 2013) Recuperado de:  
<http://www.scielo.org.mx/img/revistas/iem/v2n7/a9f2.jpg> ..... 70

Figura 2.14: (Diagrama de las 5 fuerzas de Porter) recuperado de  
<https://www.5fuerzasdeporter.com/> ..... 72

Figura 2.15: Recuperado de (Rey, 2004) .....	74
Figura 2.16: Recuperado de (Kotler, 2001) .....	75
Figura 4.1: Cadena de valor actual. Fuente: elaboración propia.....	107
Figura 4.2: Fuerzas de Porter. Fuente: elaboración propia .....	108
Figura 4.3: Diamante de Porter. Fuente: elaboración propia .....	111
Figura 4.4: Cadena de valor mejorada. Fuente: elaboración propia .....	115
Figura 5.1: Robot paralelo patentado por W.L.V Pollard. Recuperado de: <a href="https://www.researchgate.net/figure/Robot-paralelo-patentado-por-WLV-Pollard_fig2_240618328">https://www.researchgate.net/figure/Robot-paralelo-patentado-por-WLV-Pollard_fig2_240618328</a> .....	118
Figura 5.2: (a)Esquema del Robot tipo Delta. (b) Parámetros geométricos. Recuperado de: <a href="http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v21n1/v21n1a05.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v21n1/v21n1a05.pdf</a> .....	119
Figura 5.3: Rótula esférica. Recuperado de: <a href="http://spanish.stainlesssteeldeepgrooveballbearings.com/sale-10302249-m18-1-5-threaded-ball-joint-ends-si18-t-k-spherical-rod-end-ball-joints.html">http://spanish.stainlesssteeldeepgrooveballbearings.com/sale-10302249-m18-1-5-threaded-ball-joint-ends-si18-t-k-spherical-rod-end-ball-joints.html</a> .....	120
Figura 5.4: Vistas laterales y parámetros geométricos del robot paralelo tipo Delta (Lomelí Rodríguez, 2011).....	121
Figura 5.5: Robot paralelo tipo Delta Clavel. (Gudiño Lau, Jorge; Navarro Gutiérrez, Henry; Alcalá Rodríguez, Janeth; Charre Ibarra, Saida, 2017) .....	127
Figura 5.6: Parámetros geométricos. Recuperado de: <a href="http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v21n1/v21n1a05.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v21n1/v21n1a05.pdf</a> .....	128
Figura 5.7: Plano 3D. Fuente: Elaboración propia .....	128
Figura 5.8: Movimiento manual por el usuario. Fuente: elaboración propia.....	129
Figura 5.9: Gráfico de robot delta. Fuente: elaboración propia .....	129

Figura 5.10: Bloques de comunicación a puerto serial y Arduino. Fuente: elaboración propia.	130
Figura 5.11: Seleccionar puerto serie. Fuente: elaboración propia.....	131
Figura 5.12: Conexión de servos en LabVIEW con LINX. Fuente: elaboración propia.....	132
Figura 5.13: Control numérico. Fuente: elaboración propia.....	133
Figura 5.14: Insertar While Loop. Fuente: elaboración propia.....	134
Figura 5.15: Insertar MATLAB script. Fuente: elaboración propia .....	135
Figura 5.16: Bloque de MATLAB script. Fuente: elaboración propia .....	136
Figura 5.17: Operación matemática para darle valor al servo. Fuente: elaboración propia .....	137
Figura 5.18: Inicio de programa. Fuente: elaboración propia.....	137
Figura 5.19: Movimiento del robot. Fuente: elaboración propia .....	138
Figura 5.20: Movimiento dir. Fuente: elaboración propia .....	138
Figura 5.21: Motion and visión. Obtenida de: <a href="https://docs.google.com/document/d/1h-9x7rkCtu8ZJMEh2-rPUs1PozEieeaNgNUKKIj9LVI/edit">https://docs.google.com/document/d/1h-9x7rkCtu8ZJMEh2-rPUs1PozEieeaNgNUKKIj9LVI/edit</a> .....	139
Figura 5.22: Bloques de IMAQ. Fuente: elaboración propia.....	140
Figura 5.23: Processing an Image. Fuente: (NationalInstruments, 2020).....	140
Figura 5.24: Bloque si detecta objeto. Fuente: elaboración propia.....	141
Figura 5.25: Conexión servomotor a Arduino. Fuente: elaboración propia .....	142
Figura 5.26: Inicio de Sesión TEAAR. Fuente: elaboración propia .....	145
Figura 5.27: Menú de la aplicación. Fuente: elaboración propia.....	146
Figura 5.28: Pregunta. Fuente: elaboración propia .....	147
Figura 5.29: Menú de juegos. Fuente: elaboración propia.....	148
Figura 5.30: Pantalla principal del juego. Fuente: elaboración propia .....	149

Figura 5.31: Imagen representativa. Fuente:

<http://realidadaumentadaperu.blogspot.com/2017/09/nuevo-concepto-de-mantenimiento.html> ..... 150

Figura 5.32: RA en robótica. Fuente: [https://www.shutterstock.com/image-photo/smart-logistic-](https://www.shutterstock.com/image-photo/smart-logistic-warehouse-technology-augmented-reality-702095194)

[warehouse-technology-augmented-reality-702095194](https://www.shutterstock.com/image-photo/smart-logistic-warehouse-technology-augmented-reality-702095194)..... 150

**Índice de tablas**

Tabla 2.1 Historia de la robótica.....	27
Tabla 2.2 Matriz de congruencia del marco teórico .....	77
Tabla 3.1 Hipótesis de la investigación. ....	91
Tabla 3.2 Matriz de congruencia .....	96
Tabla 3.3 Ítem de observación .....	97
Tabla 3.4 Ítem de tabla comparativa.....	98
Tabla 3.5 Ítem de cuestionario.....	98
Tabla 4.1 Procesamiento de casos. ....	103
Tabla 4.2 Estadística de fiabilidad .....	104
Tabla 4.3 Estadística de la fiabilidad .....	104
Tabla 4.4 Estadística del elemento.....	105
Tabla 4.5 Matriz fuerzas de Porter.....	109
Tabla 4.6 Estadísticas de total de elemento .....	111



**Índice de diagrama**

Diagrama 5.1: Modelo conceptual.....	151
Diagrama 5.2: Arquitectura de TI. Fuente: elaboración propia .....	152
Diagrama 5.3: Modelo integrador. Fuente: elaboración propia .....	153
Diagrama 5.4: Estrategia de TI. Fuente: elaboración propia .....	154

## CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

El trastorno del espectro autista es un trastorno que cada vez se presenta con mayor frecuencia en los infantes y la tendencia es que el número aumente de forma gradual; a nivel mundial se calcula que 1 de cada 160 niños tiene el trastorno del espectro autista (OMS, 2019), sin embargo, en México un estudio realizado por la organización internacional estadounidense Autism Speaks señaló que 1 de cada 115 niños padecen este trastorno, cifra que de acuerdo con la secretaria de salud del país es un número muy elevado y esto podría generar un problema de salud pública. (Fombonne, Eric; Marcin, Carlos; Manero, Ana Cecilia; Bruno, Ruth; Diaz, Chistian, Villalobos, Michele; Ramsay, Katrina; Nealy, Benjamin, 2016)

En la presente investigación se muestra cómo se construye un robot delta desde el armado mecánico, la programación y la conexión de los diferentes elementos que componen un robot, este robot cuenta con un software para programarlo equipado con realidad aumentada de tal manera que el propósito de esta máquina es poder dar una terapia funcional a niños que padezcan el trastorno de déficit de atención e hiperactividad conocido comúnmente como TDAH y un derivado que es el trastorno del espectro autista conocido como TEA.

Existen diferentes terapias que se han utilizado desde la década de los 80's para contrarrestar el efecto del espectro autista, sin embargo, todas son monótonas y tienden a ser estresantes para los pacientes que presentan este trastorno; en los últimos años se han implementado diferentes técnicas didácticas en el salón de clases con la finalidad de que los niños que tienen el trastorno del espectro autista tengan menos desfase en sus habilidades sociales y académicas, sin embargo, no han resultado ser tan funcionales como se esperaba.

Con el paso de los años se descubrió que el ser humano cuenta con unas neuronas conocidas como espejo, estas se encargan de replicar cualquier comportamiento que las neuronas

logran captar; lo cual para efectos de esta investigación es sumamente importante ya que mediante esta parte neuronal de los pacientes se puede contrarrestar los efectos negativos que tienen estos trastornos en los pacientes.

Esta investigación tiene como objetivo brindar una herramienta tecnológica funcional que ayude a los niños que presentan déficit de atención e hiperactividad y autismo, esta herramienta funcionara mediante un robot que se programara de forma virtual en una aplicación móvil, dando diferentes modalidades de juego dependiendo los distintos padecimientos que se identificaron en los niños entre 6 y 10 años del Instituto Latino de Morelia.

Primeramente, se utilizó un enfoque mixto, en el cual se realizó un estudio cualitativo acerca de las condiciones y conductas de los pacientes que tienen este trastorno en el ambiente, principalmente en el entorno social, el estudio cuantitativo es importante para conocer el nivel académico específicamente en el área de matemáticas y habilidades lectoras de los pacientes. Dentro de la investigación se utilizaron estudios correlacionales, es importante conocer el efecto que tiene el uso de tecnología en niños que tienen TDAH o TEA, y cuál será su efecto futuro en su desempeño social y académico. Por último, se tiene un grupo de control con infantes que padecen conductas similares dentro de cada trastorno realizando una cuasi experimentación.

## 1.1. Antecedentes

El término Trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es relativamente nuevo ya que se dio a la luz en los años 70's cuando se comenzaron a observar conductas en los niños, en las cuales no ponían atención y se la pasaba aparentemente "en su mundo", al observar a un grupo de niños se comenzó a observar que tenían conductas similares pero diferentes a la de un niño común de la época; este trastorno tiene diferentes consecuencias y una de ellas es el Trastorno del Espectro Autista (TEA)

"El autismo infantil es un síndrome del comportamiento de disfunción neurológica, caracterizado por una alteración de las interacciones sociales recíprocas, anomalías de la comunicación verbal y no verbal, actividad imaginativa empobrecida y un repertorio de actividades e intereses característicamente restringidos. El autismo se define a un nivel conductual (tipología) y no a un nivel biológico (etiología). Sin embargo, en los últimos años se ha avanzado en el conocimiento de condiciones neurobiológicas presentes en este tipo de trastornos." (Cornelio Nieto, 2009)

"Los factores neurobiológicos de los trastornos de la comunicación relacionados con el espectro autista se han analizado en base a las evidencias científicas y se han descrito hallazgos neuroanatomopatológicos, de neuroimagen, neuro bioquímicos y neurofisiológicos." (Muñoz Yunta, 2005)

El trastorno de déficit de atención e hiperactividad es un desorden neural en los individuos y el Trastorno del espectro autista, es una consecuencia del TDAH. Estos trastornos son conocidos como enfermedades silenciosas debido a que no es muy fácil diagnosticar a una persona que tenga este padecimiento y si no se atiende a tiempo puede tener consecuencias.

Este trastorno se da comúnmente en niños y por lo general no se detecta a tiempo razón por la cual no se da al infante un tratamiento adecuado provocando consecuencias que afectan al infante en su vida adolescente y en su vida adulta. Las personas con estos trastornos se caracterizan por tener dificultades de conducta personal y social, afectando de esta manera todo su entorno y la forma en la que viven.

Anteriormente se consideraba que estos trastornos eran meramente conductuales, con el tiempo y el avance de la tecnología se ha comprobado que es un padecimiento neuronal, que afecta de manera biológica al individuo que sufre este trastorno, sin embargo, las consecuencias no son biológicas sino conductuales.

Existen diferentes estudios donde se describe cómo afecta el TDAH y TEA académica y socialmente a las personas que sufren de estos trastornos, dando en ellos algunas recomendaciones pedagógicas y psicológicas para tratar con las personas que sufren TDAH, apoyándolas para que puedan desarrollar todas sus habilidades intelectuales y sociales.

Uno de los métodos más usados en la actualidad para combatir y ayudar a los infantes a tener una vida más tranquila es la musicoterapia, las personas con TDAH tienden a ser muy sensibles en todos sus sentidos, especialmente del oído, ellos pueden escuchar frecuencias para las cuales el oído humano de una persona sin este trastorno no está preparado. Se han realizado diferentes estudios en animales para poder ofrecer otra herramienta además de la música terapia y se ha encontrado que al ser un problema biológico, se puede utilizar neuronas para poder combatir el problema.

“El SNE (sistema nervioso entérico) consiste en un conjunto de neuronas que controla nuestros movimientos y, además, responde de forma específica a los movimientos e intenciones de movimiento de otros sujetos. Por otra parte, estas neuronas no sólo responden a los

movimientos de los demás, sino que participan en la generación de nuestros propios movimientos. Son neuronas con respuestas que se han denominado bimodales: visuales y motoras.” (Rizzolatti, 2006)

Desde los 70’s y hasta la fecha se han buscado diferentes didácticas para ayudar a los niños que tienen TDAH para mejorar su desarrollo personal y académico, algunas de ellas son: **ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS Y DIDACTICAS PARA NIÑOS CON TDAH ENTRE 4 Y 7 AÑOS**, escrita por Claudia Jhoanna Chauta Roza en 2008, en la cual propone un modelo educativo especial para utilizar con los infantes entre el rango de edad de 4 a 7 años con TDAH. En su investigación aborda temas desde los derechos de los niños en su país, hasta los fármacos que se utilizan para combatir el TDAH, debido a que hay algunos infantes que necesitan de medicina para poder llevar su vida cotidiana, ya que sin estos ellos podrían sufrir consecuencias como: desesperación, ansiedad, depresión, entre otras.

Claudia realizo una investigación de campo en la cual decidió observar a los niños que tienen TDAH y como se desenvolvían académicamente en varias escuelas de su localidad, en donde descubrió que, aunque los niños tengan TDAH cada uno de ellos se desenvuelve diferente y actúa diferente dependiendo de las situaciones que se le presentaran en el camino, ella tomo fotografías e hizo un diario de campo en el cual tenía las memorias de día a día como se comportaban los niños con TDAH.

Después de analizar las fotografías y las memorias que tenía en su diario, ella procedió a dar una propuesta didáctica y pedagógica para que estos niños mejoraran sus habilidades académicas, en la cual, ella primero decidió hacer un análisis en cada uno de los niños con TDAH para conocer sus gustos y habilidades, para posteriormente potenciar las habilidades que el infante había mostrado, enseñándolo de la manera que el infante con TDAH mejor le

convenga, para posteriormente llevar un registro de cómo fue evolucionando el niño en el proceso.

A menudo se considera que esta enfermedad silenciosa no afecta los sentimientos de los niños, y es por eso que se decidió consultar la siguiente investigación realizada en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, en el año 2014, por el Lic. Martín Barroso Santana, esta investigación aborda: Estrés en compañeros de salón de un alumno integrado con Trastorno por Déficit de atención con Hiperactividad, en donde se toca el tema de la dificultad que tienen los niños con estos trastornos para adaptarse al entorno.

Menciona Barroso que los niños con TDAH tienden a sentir rechazo por parte de sus compañeros, incluso en ocasiones se sienten atacados por sus compañeros, a estos niños les afecta de una manera muy particular el no tener el desempeño académico como sus compañeros, algo que aparentemente no sucede.

En su investigación aborda el estrés como tema principal, y como afecta a los niños con TDAH, de igual manera da algunas recomendaciones y menciona investigaciones en las cuales aclara cómo evitar que estos niños sufran estrés y cómo adaptarlos a sus compañeros mediante apoyo de docentes y familiares, así como con didácticas que puedan ser agradables al niño en cuestión.

Como se mencionó anteriormente el método más común para combatir el TDAH es la musicoterapia y por eso se decidió consultar el siguiente artículo de divulgación científica: **ALUMNOS CON TDAH Y MUSICOTERAPIA: CÓMO TRABAJAR EN PRIMARIA PARA MEJORAR EL DESARROLLO PERSONAL Y ESCOLAR EN ESTOS NIÑOS**, escrito en 2014 por Julio César Llamas Rodríguez en España.

Llamas Rodríguez en su investigación aborda temas sobre como el docente debe de ayudarse de la musicoterapia para ayudar a los infantes con TDAH, de igual manera menciona las reacciones que puede tener un niño, así como las deficiencias que tienen los niños con TDAH. Esta terapia alternativa es muy utilizada y tiene la versatilidad que la pueden practicar en casa o en la escuela y el resultado va a ser el mismo.

En su investigación Rodríguez menciona un caso práctico de un niño español de 8 años de edad que está cursando 3ro de primaria, que tiene algunas características de los niños con TDAH, donde el investigador señala que es responsabilidad de los docentes, los compañeros y sobre todo el apoyo de los padres de los infantes que tienen TDAH, colaborar para que el niño pueda tener los resultados esperados al someterse a esta terapia alternativa.

Dentro del aula del estudio y de todas las aulas donde hay un niño con TDAH existen factores de riesgo el TDAH es un padecimiento hereditario donde el padre o la madre pueden tener también este trastorno, razón por la cual se considera que la musicoterapia además de ayudar a los infantes puede ayudar a los padres que en su momento padecieron o padecen TDAH.

## **1.2. Planteamiento del problema**

“Los trastornos de neurodesarrollo afectan a entre un 15 y 20 % de la población en infantil” (Peterson, 2014). La detección tardía, así como la falta de un diagnóstico fiable y por consecuencia la falta de un tratamiento acorde a las necesidades de cada infante conlleva a una vida adulta llena de secuelas a causa de estos padecimientos.

En los últimos años el número de infantes con trastornos de déficit de atención o del espectro autista ha aumentado de manera considerable, y Morelia como ciudad y la escuela en donde se realizará el estudio no están exentas.



La tecnología ha ido evolucionando a través del tiempo, y siempre ha estado buscando solucionar problemas que se le presentan en la vida cotidiana a la humanidad, entonces es ahí donde surge la posibilidad de realizar un proyecto en el cual por medio de robótica se pueda desarrollar una herramienta para ayudar a los niños a superar estos trastornos y a fortalecer su personalidad y su seguridad.

Los métodos actuales que se utilizan para ayudar a los niños que sufren de estos trastornos de neurodesarrollo son bastante didácticos pero muy repetitivos, es entonces donde surge la siguiente pregunta: ¿Cómo desarrollar un sistema didáctico que no se vuelva rutinario y ayude constantemente a los infantes que sufren estos trastornos?

En México la robótica es una realidad y basta con voltear a ver la publicidad de algunas instituciones educativas en donde anuncian que se impartirán clases de robótica a niños desde nivel básico, entonces surge la siguiente pregunta ¿Si ya se utiliza la robótica como un método de enseñanza en los infantes, por qué no utilizarla para ayudar a aquellos que sufren algún problema neuronal?

La robótica en México es una disciplina que poco a poco comienza a tener mayor importancia desde niveles básicos hasta profesionales. La robótica es una rama que incentiva a los niños y jóvenes a desarrollar su imaginación y sobre todo a aplicar conocimientos en diseño y matemáticas de una manera distinta a lo que se acostumbraba años atrás. La robótica está basada en modelos matemáticos y se sabe que las matemáticas es uno de los principales problemas en el aspecto académico en todos los niveles en el país, debido a que se tiene la idea de que es una ciencia muy cuada y los métodos de enseñanza de esta ciencia son de la misma manera.

La realidad aumentada ha crecido en los últimos años y aunque nació con la idea de ser un medio de entretenimiento, poco a poco se ha convertido en una herramienta que tiene un sin

fin de usos no solo en el ámbito de entretenimiento, también en el ámbito educativo y social; es por esta razón que se considera imperante añadir ambas tecnologías en una solución ante un problema real que viven miles de niños.

Entonces basándonos en los anteriormente mencionado surge la siguiente pregunta de investigación:

¿La falta de una herramienta de tecnología aplicada como apoyo en el sector educativo para niños entre 6 y 10 años que padecen TDA y/o TEA en el Instituto Latino de Morelia ha generado un atraso en el fortalecimiento de la habilidad de la toma de decisiones como elemento fundamental de su desarrollo?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Diseñar un software con realidad aumentada para la programación de un robot tipo delta, que mediante las llamadas “neuronas espejo” sirva de herramienta didáctica para mejorar el desempeño académico y mejorar las habilidades sociales en niños entre 6 y 10 años del Instituto Latino de Morelia que presenten TDAH y TEA

#### **1.3.2. Objetivos particulares**

- Identificar el número de niños entre 6 y 10 años que padecen estos trastornos.
- Conocer las técnicas didácticas que existen para combatir estos trastornos.
- Proponer una herramienta digital que sirva como herramienta didáctica para combatir el TDAH y TEA.
- Diseñar una herramienta funcional de ayuda contra el TDAH y TEA.

#### **1.4. Justificación**

En la actualidad los robots y la realidad aumentada comienzan a utilizarse en el ámbito educativo, por lo cual se considera relevante poder utilizarlo como una herramienta didáctica para combatir el TDAH y TEA.

La tecnología y los robots llegaron para quedarse, actualmente los utilizamos para resolver tareas que pueden ser riesgosas para el ser humano o como herramienta de ayuda en tareas monótonas que representan realizar los mismos movimientos de forma continua varias veces.

Se requiere modernizar el sistema que se utiliza actualmente para ayudar a los niños que sufren estos trastornos, algunos de ellos si no es que la gran mayoría de los que se han detectado tienen afición por la robótica y la tecnología, razón por la cual se puede considerar que hacer un robot con la programación que se propone sería una excelente herramienta para ayuda a los infantes.

Para el Instituto Latino de Morelia es importante mantenerse a la vanguardia en servicios educativos integrales, buscando brindar a los educandos una educación de calidad con calidez en la cual cualquier estudiante sin importar su condición pueda desarrollarse plenamente en todas las fases de su vida.

La universidad Vasco de Quiroga se ha caracterizado por ser una institución que busca ayudar a la sociedad, especialmente a la parte más vulnerable de la misma, es por esta razón que el desarrollo de un proyecto que pueda ayudar a que los niños que tienen cierta condición especial puedan integrarse de manera idónea a la sociedad y que puedan desempeñarse de mejor manera en el ámbito educativo nutren el espita de la instrucción en donde buscan generar agentes de cambio que hagan un bien por la sociedad, siguiendo los pasos de don Vasco de Quiroga.

### **1.5. Alcances y delimitaciones**

Se realizarán las primeras pruebas en el instituto latino de Morelia en niños entre 6 y 10 años, para conocer que habilidad social y académica se debe fortalecer más.

- Una vez concluidas las pruebas, se acudirá a asociaciones de psicólogos en el estado para validar y mejorar la herramienta propuesta, y de esta manera crear el diseño del software.
- Se pretende que el proyecto esté listo en un plazo no mayor a 12 meses a partir de la fecha en que sea validado este proyecto.
- Se espera que dentro de los 12 meses se pueda programar de manera idónea el robot, sin el desarrollo del software al 100%; dejando dentro de estos 12 meses y prototipo funcional de robot y un prototipo simulado del software.

## **CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

### **2.1. Marco contextual**

Para poder realizar esta investigación de deben tomar en cuenta algunos factores de los cuales depende se pueda realizar esta investigación de la manera adecuada y se puedan obtener los resultados esperados.

Actualmente las leyes sobre educación en México han estado cambiando y evolucionando, se han creado nuevas reformas y formas de ver la educación, se han creado diferentes modelos mediante los cuales se pretende que los educandos adquieran ciertas habilidades sin dejar de lado los conocimientos generales; con la nueva escuela mexicana(NEM) y con la comisión nacional de los derechos humanos(CNDH) es importante tener en cuenta algunos factores que serán útiles en el desarrollo de esta investigación.

#### **2.1.1. Ley federal de educación**

En México en el artículo 3 constitucional se menciona que todos los niños tienen derecho a recibir educación básica (primaria y secundaria) por parte del estado, esta educación tiene que ser de calidad, en donde los niños puedan desarrollar todas sus habilidades intelectuales y sociales, así mismo fomentar el amor a los lábaros patrios, el amor por el prójimo y la concientización de ayudar a los países del mundo respetando la justicia y la independencia de cada uno de ellos.

En el artículo 24 constitucional se menciona que la educación impartida por el estado (federal, estatal o municipal) es gratuita, y es laica por lo cual se respetan las creencias y costumbres de cada uno de los niños pertenecientes a la institución, de igual manera menciona que no se puede juzgar a nadie por su condición intelectual razón por la cual una de las labores principales del estado es combatir la ignorancia, fanatismo y prejuicios de los niños.

### **2.1.2. Derechos educativos de los niños en Michoacán**

En La ley de educación para el estado de Michoacán de Ocampo, publicada en el periódico oficial del estado, el 28 de febrero de 2014, se menciona que los derechos educativos que rigen el estado se basan en los mencionados en la Constitución política de los estados unidos mexicanos, estableciendo de esta manera una manera de trabajar conjunto entre el estado y la federación.

En el artículo 3 de esta ley se menciona que todos los niños tienen el mismo derecho a recibir educación básica sin importar sus condiciones físicas o mentales, por lo que se podría entender que todas las escuelas en el estado de Michoacán de Ocampo deben de ser inclusivas, sin discriminar a ningún niño que padezca alguna discapacidad.

En el artículo 6 de esta ley se menciona que además de ser laica y gratuita como lo menciona la ley federal, la educación en el estado debe de ser humanista, científica, universal, integral, democrática, nacional y de calidad, lo que quiere decir que se toma en cuenta a todos los individuos promoviendo el respeto por todos los integrantes de la sociedad, empleando un pensamiento crítico y filosófico, llevando a tener una educación integra y de calidad. En esta ley se menciona que el Estado es encargado de proveer las herramientas necesarias para poder impartir una educación con las características mencionadas en el artículo sexto.

### **2.1.3. Nueva Escuela Mexicana**

La nueva escuela mexicana esta nutrida de nuevos paradigmas educativos, desde este momento el centro del aprendizaje es el alumno, algo un poco diferente a los que se había hecho por varios años, tanto padres de familia como docentes se tienen que actualizar y perder el miedo al cambio inminente que se está presentando.

Como lo menciona Alejandro Hernández Ríos en un post que realizó en el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación: “La educación en México ha sido un tema trascendental desde hace más de dos décadas, debido a los constantes avances científicos y tecnológicos, y a la globalización. A partir de este año lectivo viviremos una nueva etapa en el desarrollo de los procesos de aprendizaje, debido a la implementación del modelo de la Nueva Escuela Mexicana.” (Hernández Ríos, 2019).

Los puntos más importantes de la NUM son:

- Inclusión
- Equidad
- Interculturalidad
- Educación de calidad
- Excelencia bajo principio de justicia social

## **2.2. Marco institucional**

### **2.2.1 Instituto Latino de Morelia**

El Instituto Latino de Morelia es una institución educativa, comprometida con el medio ambiente y la sociedad con más de 30 años de existencia en la ciudad de Morelia, Michoacán, teniendo una oferta educativa desde maternal, hasta nivel medio superior, contando con convenios con la Universidad Latina de América de nivel superior.

A través de los años el Instituto Latino de Morelia se ha caracterizado por mantenerse a la vanguardia educativa, siendo una de las primeras instituciones en el estado en implementar clases de inglés y computación, así como ha sido una de las pioneras en la educación bicultural del estado de Michoacán, incluso implementando sistemas educativos de clase mundial como es

sistema uno internacional(UNOi), el cual es un modelo educativo que busca implementar lo último en tecnología y en pedagogía para poder dar una educación de calidez a todos y cada uno de sus alumnos.

#### **2.2.1.1 Misión**

Favorecer la educación integral del educando, mediante métodos pedagógicos que optimicen el aprendizaje, permitiéndole desarrollar sus competencias, para mejorar su desempeño académico y sea capaz de comprender y asumir su responsabilidad social con sentido humano y ético, contribuyendo a preservar el medio ambiente, a fin de elevar su calidad de vida y el de sus semejantes.

#### **2.2.1.2 Visión**

Aspira a ser una institución de vanguardia, reconocida como una sólida opción educativa, que, mediante la innovación y mejora continua de sus procesos, forme educandos aptos, con interés permanente por aprender y con actitud positiva para insertarse socialmente y aportar su esfuerzo para alcanzar el desarrollo sustentable del estado y del país.

### **2.2.2 Universidad Vasco de Quiroga**

Considerada como la universidad privada más grande del estado de Michoacán la universidad Vasco de Quiroga se ha caracterizado por formar grandes profesionistas con una alta calidad humana, razón por la cual siempre está interesada en desarrollar proyectos en pro de la sociedad michoacana.

La Institución se fundó en enero de 1979, en Morelia, Michoacán, por un grupo de michoacanos, encabezados por el Ing. César Nava Miranda, quienes creyeron en la realidad de una utopía: la de don Vasco de Quiroga.



La Universidad Vasco de Quiroga se define como una institución católica que sigue el espíritu y el ideario de don Vasco de Quiroga. Tiene el compromiso de formar personas integrales que busquen siempre el servicio a la gente que menos tiene, menos puede o menos sabe. Al mismo tiempo, ofrece un producto educativo de alta calidad y precios accesibles.

#### **2.2.2.1 Misión**

Formar personas integralmente, inspirados en el humanismo católico de don vasco de Quiroga, para que sean agentes de cambio comprometidos con el bien común de la sociedad.

#### **2.2.2.2 Lema**

“Educere in Veritate”

Buscamos educar y no sólo capacitar profesionalmente; ser promotores de la cultura cristiana y no sólo ser espejo de la realidad; promover la justicia social y no lamentarnos de no tenerla entre nosotros; colaborar en la transformación de la sociedad y no mantenernos al margen. Esto, y más, es a lo que aspiramos conscientes del desafío que nos espera por ser una universidad católica.

### **2.3. Marco conceptual**

- Software: programa de computadora para realizar alguna acción.
- Robot: Herramienta utilizada por el hombre para facilitar un trabajo.
- Realidad aumentada: Herramienta tecnológica que permite alterar el entorno en el que estamos.
- Sensor: elementos físicos que utiliza un robot para poder tomar decisiones.
- Sentido: característica que tienen los seres humanos para percibir e identificar diferentes cosas.

- Sistema educativo: modelo a seguir para enseñar a los educandos de una manera diferente a la tradicional.
- Musicoterapia: Terapia a través de sonidos difícilmente identificables para el oído humano.
- Trastorno: Cambio o alteración que se produce en la esencia o las características permanentes que conforman una cosa o en el desarrollo normal de un proceso.
- Enfermedad silenciosa: Son aquellas que no se identifican con facilidad, y que cuando se encuentran pueden estar muy avanzadas.
- Neuronas espejo: Se denominan neuronas espejo o neuronas cubelli, a cierta clase de neuronas que se activan cuando un animal ejecuta una acción y cuando observa esa misma acción al ser ejecutada por otro individuo. (AsociaciónEducar, s.f.)
- Neurobiología: La neurobiología es el estudio de las células del sistema nervioso y la organización de estas células dentro de circuitos funcionales que procesan la información y median en el comportamiento. (AsociaciónEducar, s.f.)
- Etimología: Origen de una palabra.
- Tipología: Estudio de los tipos o modelos que se usan para clasificar en diversas ciencias o disciplinas científicas.
- Trastorno por déficit de atención (TDA)
- Trastorno por déficit de atención e hiperactividad(TDAH)
- Trastorno del espectro autista (TEA)
- Trastorno de oposición desafiante (TOD)
- Trastorno de conducta (TC)

- Trastorno de aprendizaje (TA)
- Trastorno de ansiedad y depresión (TAD)

## 2.4. Marco Referencial

La robótica en conjunto con el TDAH no se ha investigado a gran escala, razón por la cual todas las referencias que están en estos documentos hablan de cómo tratar el TDAH y cómo funciona la neurobiología en los seres humanos, por separado.

La investigación de Rizzolatti llamada “Las neuronas en espejo: Los mecanismos de la empatía emocional.” Sera fundamental en esta investigación ya que de esta manera se entenderá la manera adecuada de cómo funcionan las neuronas espejo, de igual manera muestra cómo se activan y que necesita el ser humano para que estas neuronas comiencen a funcionar sin que el ser humano se dé cuenta.

La investigación de Chauta Roza “ESTRATEGIAS PEDAGOGÍCAS Y DIDACTICAS PARA NIÑOS CON TDAH”, nos dara un preambulo de las estrategias que pueden ser utilizadas y como tratar a los niños con este padecimiento, razon por le aul se considera que estas dos obras seran fundcamentales para la realizacion exitosa de esta investigacion.

Por su parte la realidad aumentada y otras TICS ya han sido investigadas para poder ofrecer diagnósticos y como recursos didácticos en el aula mediante estímulos cognitivos que no son otra cosa más que un proceso mental del ser humano, un aspecto interesante es la influencia que la realidad aumentada ha tenido en la neurociencia, resultando ser la mejor alternativa para poder trabajar con las neuronas espejo.

Una investigación que fungirá como pieza clave en esta investigación lleva el título de “Uso de nuevas tecnologías TICS – realidad aumentada para tratamiento de niños TEA un diagnóstico inicial” donde se menciona “El objetivo de la investigación fue realizar un

diagnóstico de la predisposición de uso de nuevas tecnologías - realidad aumentada (RA) como recurso didáctico en el proceso comunicacional, social y cognitivo en niños diagnosticados con Trastorno del Espectro Autista (en adelante TEA)” (Romero Pazmiño, Mónica; Harari, Ivana, 2017); esta investigación es importante debido a que es necesario conocer el comportamiento de los niños que padecen este trastorno con respecto a la tecnología y también conocer la experiencia de los padres que en algún punto han usado esta herramienta.

El artículo nombrado “Interfaces gestuales aplicadas como complemento cognitivo y social para niños con TEA”, nos muestra pruebas que ya se han hecho con infantes con TEA utilizando las tecnologías de la información; donde los autores mencionan lo siguiente: “Uso de nuevas tecnologías TICS - realidad aumentada para tratamiento de niños TEA un diagnóstico inicial” (Contreras, Victor Hugo; Fernandez, Daniel Alejandro; Pons, Claudia Fabiana )

Esta investigación analiza la asociación entre el logro de aprendizaje en matemáticas, el estilo cognitivo en la dimensión dependencia-independencia de campo y la realidad aumentada (RA) en un ambiente virtual de aprendizaje. (Buitrago-Pulido, 2015); en esta investigación se aborda un caso específico de matemáticas y como mediante diferentes técnicas; la realidad aumentada permite al paciente obtener mejores resultados en las áreas de matemáticas.

## **2.5. Marco Teórico**

### **2.5.1. TDAH**

El trastorno por déficit de atención con hiperactividad ha cambiado de nombre con los años y con las características que se presentan que las personas que padecen este trastorno, anteriormente se le conoció como disfunción cerebral mínima, hiperquinesia, trastorno hiperquinético, todos los nombres tienen en común que es un padecimiento que afecta alguna parte del cerebro. “Los estudios con imágenes cerebrales han demostrado cambios en el funcionamiento de la glucosa en las áreas de la corteza prefrontal y el estriado. Sin duda se requieren nuevas investigaciones que relacionen el funcionamiento de áreas específicas por subtipos del padecimiento.

El Dr. Ignacio Pascual-Castroviejo dice: “Los trastornos por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) vienen definidos por la presencia de tres síntomas fundamentales: 1. Disminución de la atención. 2. Impulsividad. 3. Hiperactividad.” (Pascual-Castroviejo, 2008)

El TDAH presenta diferentes trastornos a consecuencia de este, como son:

- Trastorno del espectro autista (TEA)
- Trastorno de oposición desafiante (TOD)
- Trastorno de conducta (TC)
- Trastorno de aprendizaje (TA)
- Trastorno de ansiedad y depresión (TAD)
- Trastorno de bipolaridad (TB)

### **2.5.2. Características y conductas**

- Problemas de conducta:

- Prestar atención
- Tolerar una situación aburrida
- Controlar sus impulsos
- La transición de una actividad divertida a otra
- Controlar su nivel de actividad

- Problemas de aprendizaje

Los niños con problemas de aprendizaje presentan las siguientes dificultades:

- Hacer rimas
  - Asociar sonidos con símbolos
  - Poner en secuencia los sonidos en el orden correcto
  - Seguir instrucciones
  - Repetir en voz alta palabras que no le son familiares
  - Confundir símbolos matemáticos básicos como “+” y “-”
  - Cometer los mismos errores de cálculo por descuido, una y otra vez
- Problemas de depresión
- Irritabilidad
  - Cambios en las rutinas del sueño
  - Cambios en el apetito

- Cambios en el rendimiento académico
- Pérdida del interés en los amigos y las actividades que solía disfrutar
- Miedos irracionales
- Aislamiento de los miembros de la familia
- Problemas de ansiedad
  - Ansiedad generalizada
  - Ansiedad social
  - Ansiedad por separación
  - Trastorno obsesivo-compulsivo
- Problemas de autoestima
  - Adicciones
  - Autolesiones
- Problemas de conducta desafiante
  - Negativista desafiante
  - Conducta mala
  - Desregulación destructiva del estado de animo

### **2.5.3. TEA**

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un trastorno neurobiológico del desarrollo que ya se manifiesta durante los tres primeros años de vida y que perdurará a lo largo de todo el ciclo vital.

“Las personas con autismo tienen perfiles cognitivos atípicos, de modo que puede observarse alteración de la cognición y de la percepción social, además de disfunción ejecutiva y

procesamiento de la información atípico. Estos perfiles se basan en un desarrollo neuronal anormal, en el que la genética, junto con factores ambientales, desempeña un papel clave en la etiología.” (Bonilla, Maria Fernanda; Chaskel, Roberto)

Los síntomas fundamentales del autismo son dos:

- Deficiencias persistentes en la comunicación y en la interacción social.
- Patrones restrictivos y repetitivos de comportamiento, intereses o actividades.

Algunos indicadores para detectar el TEA son:

- Falta de intereses por tener amigos.
- No se integran a las actividades.
- Son muy nobles, no entienden los chistes y solo hablan lo necesario.
- No les gusta el contacto físico.
- Parecen estar en su propio mundo.
- Son muy rutinarios
- Pueden presentar temores a cosas que cualquier otro niño no tendría.

#### **2.5.4. Asociación entre TDAH y TEA**

Para que se produzca del TEA se tiene que presentar primero TDAH, el TEA es uno de los padecimientos más conocido en niños y es aquí este se desarrolla hasta los 12 años aproximadamente a partir de ahí este comienza a tener características de otros trastornos como los que se mencionaron arriba, sin embargo, en los niños entre 6 y 10 es muy común y es importante tratarlo por las consecuencias que ya se mencionaron anteriormente.



## 2.5.5. Robótica

### 2.5.5.1 Historia

Los robots no son algo nuevo en el mundo, desde tiempos muy remotos el hombre ha buscado la manera de hacer las cosas más sencillas, los griegos al principio buscaban la perfección física en una figura, con el tiempo comenzaron a intentar que esas figuras hicieran los movimientos de los humanos; los autómatas tampoco son algo nuevo estos existen desde el siglo XVIII, cuando en Francia y suiza los artesanos integraban mecanismos a sus artículos de manera que estos se movieran de manera independiente. (Ollero Baturone, 2007)

Hacia “el año 1300 a. C., Amenhotep, hijo de Hapu, hace construir una estatua de Memon, rey de Etiopía, que emite sonidos cuando la iluminan los rayos del sol al amanecer. Los egipcios desarrollaron modelos matemáticos muy avanzados y construyeron automatismos muy sofisticados, como el reloj de agua. Se tiene constancia de la existencia del ábaco ya entre el año 1000 y 500 a d C, aunque existen dudas sobre si fue en Babilonia o en China dónde fue inventado. Este ingenio matemático permitió el desarrollo de la computación y la inteligencia artificial que fueron desarrollándose paralelamente al interés por los automatismos y el diseño de máquinas imitadoras del ser humano. En la mitología judeocristiana, reflejada en la Biblia, Adán puede ser considerado por como el primer autómatas de la historia. Dios lo creó a partir de un material moldeable (barro), después lo programó y le dio las primeras instrucciones.” (Sánchez Martin F. , 2007)

“El inicio de la robótica actual puede fijarse en la industria textil del siglo XVIII, cuando Joseph Jacquard inventa en 1801 una máquina textil programable mediante tarjetas perforadas. La revolución industrial impulsó el desarrollo de estos agentes mecánicos, entre los cuales se

destacaron el torno mecánico motorizado de Babbitt (1892) y el mecanismo programable para pintar con spray de Pollard y Roselund (1939). Además de esto, durante los siglos XVII y XVIII fueron construidos en Europa muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de los robots. Jacques de Vaucansos construyó varios músicos de tamaño humano a mediados del siglo XVIII. Esencialmente se trataba de robots mecánicos diseñados para un propósito específico: la diversión. En 1805, Henri Maillardert construyó una muñeca mecánica que era capaz de hacer dibujos. Una serie de levas se utilizaban como ' el programa ' para el dispositivo en el proceso de escribir y dibujar. Estas creaciones mecánicas de forma humana deben considerarse como inversiones aisladas que reflejan el genio de hombres que se anticiparon a su época.” (Espantoso Miranda, 2009)

Curiosamente el termino robot no apareció sino hasta principios del siglo XX, cuando un novelista checo en una obra teatral titulada “Rossum´s Universal Robots”, utilizo el término de robot para una especie de androide que sustituía las actividades que tenía que realizar el ser humano, a partir de ese momento surgieron una serie de acontecimientos en donde las maquinas comienzan a tomar mayor relevancia en las industrias, dándole más importancia a la producción en serie que ya existía en ese momento, y no solo eso sino que esas ideas las llevaron a que se realizaran más obras de teatro del mismo tipo, e inclusive se realizaran películas en donde los robots ya eran lo que todos conocen como un autómeta. (Richard, 1985)

Isaac Asimov un reconocido escritor de ciencia ficción; realizo algunos escritos donde hablaba sobre los robots; a él se le atribuye del hecho de pasar de ser un concepto de robot a ser una ciencia como llamada robótica. “La imagen de robot que aparece en su obra llamada “Circulo Vicioso” es el de una máquina bien diseñada y con una seguridad garantizada que actúa de acuerdo con tres principios.” (Espantoso Miranda, 2009)

Los tres principios son:

- “Un robot no puede actuar contra un ser humano o, mediante inacción, que un ser humano sufra daños.”
- “Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, salvo las que entren en conflicto con la primera ley.”
- “Un robot debe proteger su propia existencia, a no ser que esté en conflicto con las dos primeras leyes.” (Asimov, 1942)

“Los avances en inteligencia artificial son paralelos a los de la robótica. En los años 40 Huffman, aporta sus investigaciones algoritmos de combinatoria realimentada que permiten desarrollar sistemas secuenciales provistos de una cierta capacidad de memoria útil para construir una serie de funciones progresivas. La formalización del tratamiento de los automatismos se basa en el álgebra de Boole y en la teoría de autómatas finitos. Entre 1943 y 1946 H Goldstine, P Eckert y J Mauchly, del Ballistic Research Laboratory (BRL), construyen la primera computadora digital de la historia a la que denominan ENIAC (Electronic Numerical Integration and Calculator) con la que la computación contemporánea se consolida y se introduce en las empresas.” (Sánchez Martin F. , 2007)

Con el tiempo el término de robot se fue perfeccionando, al grado de que ya eran utilizados para realizar tareas humanas, simulando los movimientos de una persona. “En la actualidad los robots se han convertido en una herramienta de ingeniería indispensable para realizar un servicio que para un ser humano representa riesgo o dificultad.” (Ollero Baturone, 2007)

En la última década ha aumentado el uso de sistemas automatizados en la industria, esto debido a que año con año la precisión que se requiere en los procesos cada vez es mayor. La

mayoría de estas mejoras van enfocadas a evitar el trabajo pesado por parte de sujetos, y también en erradicar el error humano. (Alonzo, 2014)

En la tabla 2.1 se puede observar cómo han evolucionados los robots a través del tiempo, cual es la importancia y aportación de cada uno de ellos para desarrollos futuros, quien invento o diseño el robot, así como el nombre del robot y el año en que dicho robot fue inventado.

Tabla 2.1 Historia de la robótica

Fechas	Importancia	Nombre del robot	Inventor
<b>Siglo I a. C.y antes</b>	Descripciones de más de 100 máquinas y autómatas, incluyendo un artefacto con fuego, un órgano de viento, una máquina operada mediante una moneda, una máquina de vapor, en Pneumática y Autómata de Herón de Alejandría	Autómata	Ctesibio de Alejandría, Filón de Bizancio, Herón de Alexandria, y otros
<b>1495</b>	Diseño de un robot humanoide	Caballero mecánico	Leonardo da Vinci
<b>1738</b>	Pato mecánico capaz de comer, agitar sus alas y excrementar.	Digesting Duck	Jacques de Vaucanson
<b>1800's</b>	Juguetes mecánicos japoneses que sirven té, disparan flechas y pintan.	Juguetes Karakuri	Hisashige Tanaka

<b>1921</b>	Aparece el primer autómatas de ficción llamado "robot", aparece en R.U.R.	Rossum's Universal Robots	Karel Čapek
<b>1930's</b>	Se exhibe un robot humanoide en la Exposición Universal entre los años 1939 y 1940	Elektro	Westinghouse electric Corporation
<b>1942</b>	La revista Astounding Science Fiction publica "Círculo Vicioso" (Runaround en inglés). Una historia de ciencia ficción donde se da a conocer las Tres leyes de la robótica	SPD-13 (apodado "Speedy")	Isaac Asimov
<b>1948</b>	Exhibición de un robot con comportamiento biológico simple	Elsie y Elmer	William grey Walter
<b>1956</b>	Primer robot comercial, de la compañía Unimation fundada por George Devol y Joseph Engelberger, basada en una patente de Devol	Unimate	George Devol
<b>1961</b>	Se instala el primer robot industrial	Unimate	George Devol
<b>1963</b>	Primer robot "palletizing"		

<b>1973</b>	Primer robot con seis ejes electromecánicos	Famulus	KUKA Robot Group
<b>1975</b>	Brazo manipulador programable universal, un producto de Unimation	PUMA	Victor Scheinman
<b>1982</b>	El robot completo (The Complete Robot en inglés). Una colección de cuentos de ciencia ficción de Isaac Asimov, escritos entre 1940 y 1976, previamente publicados en el libro Yo, robot y en otras antologías, volviendo a explicar las tres leyes de la robótica con más ahínco y complejidad moral. Incluso llega a plantear la muerte de un ser humano por la mano de un robot con las tres leyes programadas, por lo que decide incluir una cuarta ley "La ley 0 (cero)"	Robbie, SPD-13 (Speedy), QT1 (Cutie), DV-5 (Dave), RB-34 (Herbie), NS-2 (Nestor), NDR (Andrew), Daneel Olivaw	Isaac Asimov

<b>2000</b>	Robot Humanoide capaz de desplazarse de forma bípeda e interactuar con las personas	ASIMO	Honda Motor Co. Ltd
-------------	---	-------	---------------------

Fuente: Principales Hitos (Liza Borja, 2016)

## 2.5.5.2 Componentes de un robot

### 2.5.5.2.1 Sensores

Un sensor es un dispositivo especial que se utiliza para detectar ciertas situaciones que pudieran ser de importancia, esto funcionan produciendo un impulso mecánico o electrónico a una acción que previamente se ejecutó.

Existen diferentes tipos de sensores que pueden ser aplicador en el desarrollo de esta investigación son;

- Magnéticos.

“Estos sensores son aquellos que funcionan mediante la generación de un campo magnético entre un imán y un metal o entre 2 imanes, el tiempo de reacción en estos sensores es bastante rápido.” (Fernández Amador, 2005)

En la figura 2.1 se puede apreciar de forma visual como está compuesto este sensor, se logra apreciar que tiene un recubrimiento de plástico en la parte donde el sensor detecta si hay o no hay un campo magnético, mientras del otro lado se observan tres cables los cuales irán conectados al microcontrolador y la fuente de poder dependiendo la configuración del instrumento.



Figura 2.1: Sensor de proximidad reed/ rectangular / IP68 / IP65. Fuente: Festo 2017

- Inductivos

“Los sensores de proximidad inductivos son aquellos que detectan la cercanía de un metal; y son muy utilizados en áreas pequeñas debido a que su tamaño es adecuado para este tipo de tareas, tienen la característica de que su velocidad de reacción es muy rápida, son extremadamente precios y resistentes.” (Fernández Amador, 2005)

Actualmente Festo es uno de los mayores proveedores de equipos de automatización y control industrial en el mundo, por consecuencia es importante que todo su equipo este actualizado a las necesidades del mercado; en la figura 2.2 se observa un sensor de proximidad o inductivo, este sensor activa y envía una señal al microcontrolador cuando detecta algo cerca.



Figura 2.2: Detectores de proximidad SIE. Fuente: Festo 2017

- Mecánicos



“Este tipo de sensor cambia su compartimiento de manera mecánica, al ser puesto bajo una acción física. Estos sensores son utilizados para medir el desplazamiento, la presión, el flujo, etc.” (Fernández Amador, 2005)

Los sensores mecánicos necesitan forzosamente el contacto con una superficie para lograr activarse, en la figura 2.3 se puede observar un modelo de sensor mecánico, se puede observar que debajo de la palanca se encuentra un push-button de color rojo por lo cual el sensor no se activara sino hasta que la palanca logre presionar ese botón que se encuentra debajo.



Figura 2.3: Sensores de contacto mecánicos. Fuente: Google images

#### 2.5.5.2.2 Control

Los sistemas de control en los robots suelen componerse en 3 niveles. El primer nivel o también conocido como nivel inferior es aquel en el que se realizan las tareas de servo control o revisión de articulaciones, la mayoría de los robos industriales tienen el control mencionado anteriormente debido a que tienen una retroalimentación y la velocidad de los movimientos puede llegar a causar ciertas alteraciones en el robot. El segundo nivel o nivel intermedio es aquel en el que se observan las trayectorias que va a realizar el robot, en este punto los

mecanismos deben recibir por medio de un micro controlador la información suficiente para poder moverse de una manera idónea. El tercer nivel o nivel superior es aquel en el que se involucra la interacción robot-humano, es aquí donde el usuario puede supervisar y planificar las tareas a realizar por el robot.

- Microcontrolador

Es un circuito electrónico integrado de gran capacidad, es un chip en el que se incluyen todos los elementos que anteriormente se conocían como controlador; los elementos que contienen los microcontroladores son:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior. }
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.)
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

Es importante definir los niveles de control del robot ya que de esta manera se puede entender de mejor manera que no solo consta de un programa, sino que más bien es un conjunto de tareas que se realizan en diferentes instancias y momentos pero que tienen como finalidad lograr la movilidad de un robot, en la figura 2.4 se observa cómo se comportan los niveles en forma de pirámide, principalmente proponiendo que un robot no puede ser completamente autónoma o completamente manual, y al final siempre habrá una relación entre hombre y máquina.

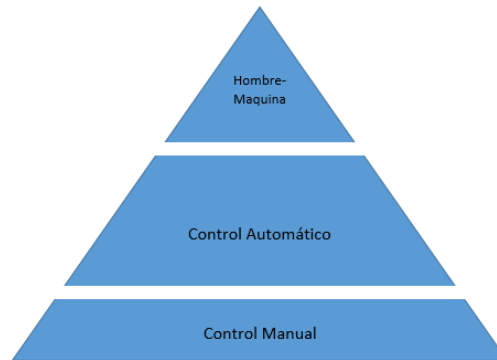


Figura 2.4: Pirámide de niveles de control. Fuente: elaboración propia

“Arduino Uno es una placa de microcontrolador basada en ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada / salida digital (de los cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; simplemente conéctelo a una computadora con un cable USB o enciéndalo con un adaptador de CA a CC o una batería para comenzar” (Sánchez Carrizo, 2017). Puede jugar con su UNO sin preocuparse demasiado por hacer algo mal, en el peor de los casos, puede reemplazar el chip por unos pocos dólares y comenzar de nuevo. (ARDUINO, 2020)

Es importante conocer como está constituido el ATmega328-P debido a que de esta forma tendrá sentido como es que está constituida y como trabajo el Arduino uno que es el que se utilizara para la presente investigación. En la figura 2.5 se observan los componentes mencionados anteriormente principalmente los siguientes:

- 6 entradas analógicas
- 14 entradas/salidas digitales
- 6 salidas PWM, tomadas de las 14 anteriores

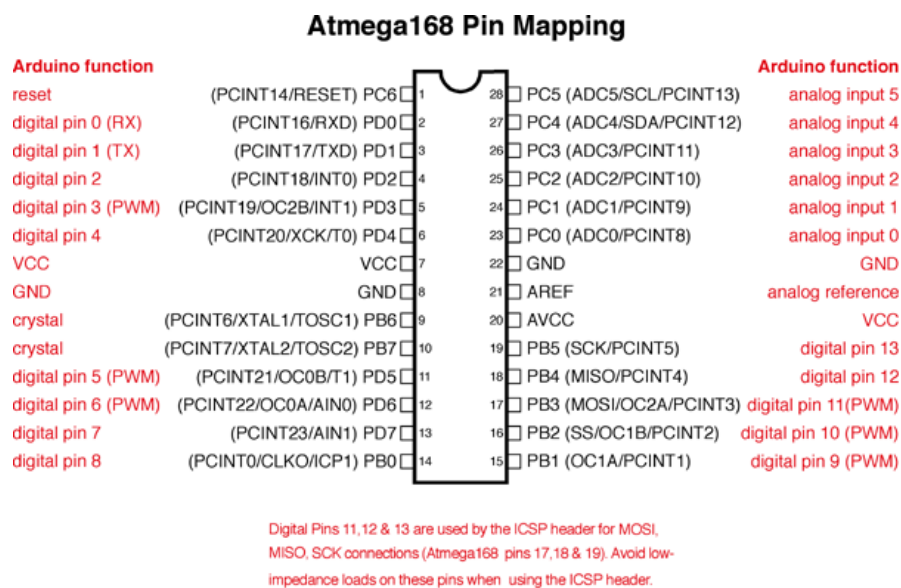


Figura 2.5 (ARDUINO, 2020) ATmega 168/328P- Arduino Pin Mapping. Obtenido de:

<https://www.arduino.cc/en/Hacking/PinMapping168>

## Programación

La programación en lenguaje C, es un nivel de programación de alto nivel el cual es muy similar a otros lenguajes de programación como java o C#, en donde incluso se utilizan las mismas sentencias para ciertas operaciones. Las ventajas de este lenguaje de programación es que es muy práctico y tiene algunas funciones y librerías que ayudan a que el código no sea tan robusto y pueda ser más entendible para el desarrollador.

### 2.5.5.2.1 Motores

Según la Real academia española (RAE) un motor es una maquina destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energía.

Dentro de la robótica existen principalmente tres tipos de motores que son utilizados para la elaboración y funcionamiento de un robot los cuales son:

- **Servo motor**

Un Servo “es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que una señal codificada exista en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje.” (González, 2016)

El servomotor se caracteriza por su capacidad para posicionarse de forma inmediata en cualquier posición dentro del rango de operación. La posición del servo se realiza por la aplicación de pulsos de una determinada duración al terminal de control. Por cada pulso el servo girará un cierto ángulo (depende de las características del servo). (Alvaro, Diseño e implementación de un módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general., 2014)

Los servomotores tienen diferentes elementos que unidos logran el funcionamiento antes mencionado, en la figura 2.6 se puede apreciar cómo está compuesto un servomotor internamente, así como los nombres de cada uno de los elementos que lo forman.

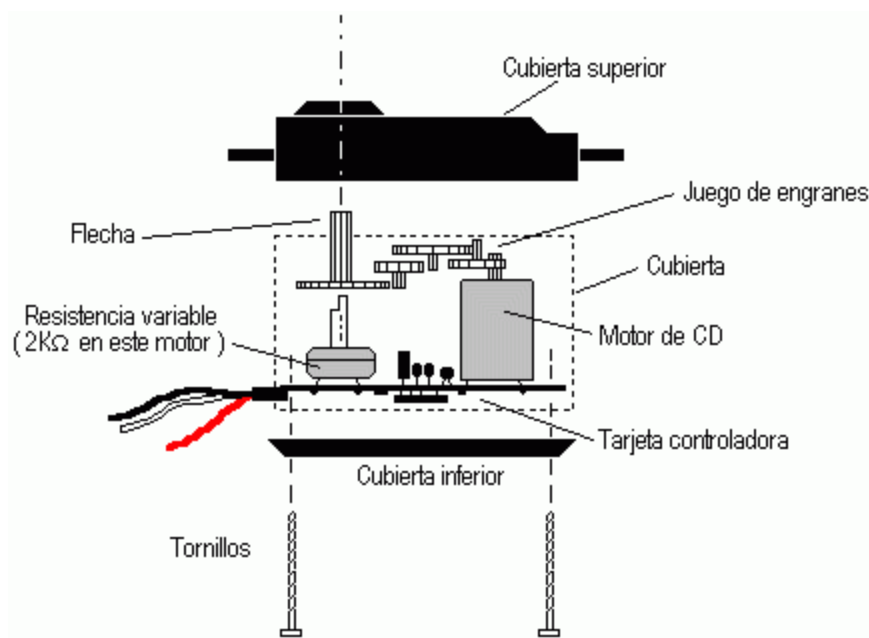


Figura 2.6: Componentes de un servomotor. Recuperado de:

<https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/servomotor/>

- **Motor paso a paso**

“La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde  $90^\circ$  hasta pequeños movimientos de tan solo  $1.8^\circ$ , es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso ( $90^\circ$ ) y 200 para el segundo caso ( $1.8^\circ$ ), para completar un giro completo de  $360^\circ$ .” (Rivera Rivera, 2018)

Característica importante de este tipo de robots es su gran fidelidad en los movimientos, por lo cual es usado en robots que requieren mucha precisión, a diferencia de los servomotores cuando a un motor a pasos se le quita su energía de alimentación el motor se queda enclavado en la última posición usada, esto quiere decir que los motores no pierden su fuerza y guardan su posición, los servomotores al quitar la energía pierden todo el torque y la forma del robot se pierde cosa que no sucede con un motor paso a paso.

“Los motores eléctricos, en general, basan su funcionamiento en las fuerzas ejercidas por un campo electromagnético y creadas al hacer circular una corriente eléctrica a través de una o varias bobinas. Si dicha bobina, generalmente circular y denominada estator, se mantiene en una posición mecánica fija y en su interior, bajo la influencia del campo electromagnético, se coloca otra bobina, llamada rotor, recorrida por una corriente y capaz de girar sobre su eje.” (Vivar & López, 2013)

Como lo menciona (Vivar & López, 2013), los motores a pasos necesitan excitar las bobinas internar para que pueda circular una corriente eléctrica, en la figura 2.7 se observa los componentes de un motor a pasos, quitando la tapa inferior del motor en la parte izquierda y en la derecha con una abstracción del motor.

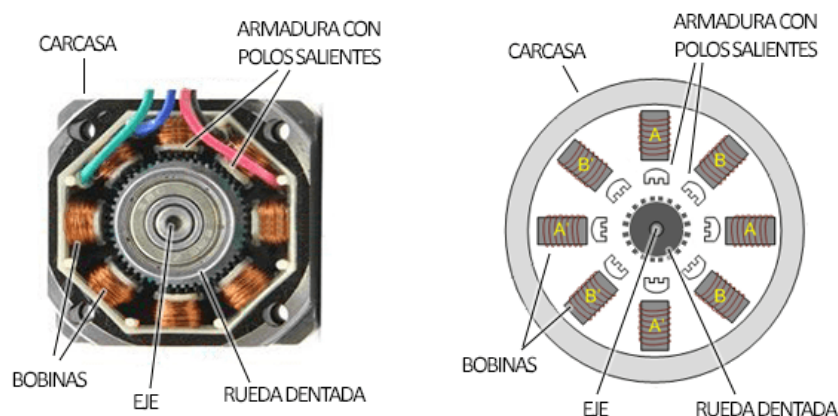


Figura 2.7: Componentes de un motor a pasos. Recuperado de: <https://www.luisllamas.es/tipos-motores-rotativos-proyectos-arduino/>

### **2.5.5.3 Tipos de robots**

Un robot es una máquina que realiza actividades que representan ciertos riesgos para los humanos. En estas máquinas se integran por componentes de diferentes tipos, por ejemplo, componentes mecánicos como ruedas, electrónicos como un microcontrolador, eléctricos como las conexiones de potencia que se necesitan para que la maquina funciones de manera idónea, aso como la comunicación y el control que debe de haber en todo el dispositivo. (Ollero Baturone, 2007)

Existen diferentes tipos de robots:

#### **2.5.5.3.1 Serie**

Los robots tipo serie son aquellos en los cuales sus articulaciones están formadas por una serie de barras que están conectadas entre sí de una manera que permiten el libre movimiento de la siguiente barra en una sola dirección. (Batz Squimux, 2005)

La empresa japonesa de nombre FANUC es uno de los principales proveedores de robots a nivel mundial, en la figura 2.8 se puede apreciar un robot tipo serie de 6 grados de libertad capaz de sostener una carga de 7 kg y con un alcance máximo de 911mm.





Figura 2.8: LR Mate 200 iD/7L. Fuente: Fanuc, 2017

### 2.5.5.3.2 Paralelo

Estos robots son el contrario al anterior mencionado, estos robots son cadenas cinemáticas cerradas esto quiere decir que cada cadena o articulación es independiente. Son más sencillos a comparación de los robots tipo serie y su área de trabajo es mucho menor, sin embargo, tienen la ventaja de ser más ligeros y de poder realizar tareas a mayor velocidad que un robot tipo serie. En el análisis matemático además de tomarse en cuanto la cinemática directa también se debe de tomar en cuenta el movimiento. (Batz Squimux, 2005)

Los robots paralelos tienen gran versatilidad y agilidad, por lo cual tienden a ser muy rápidos y eficaces cuando de tareas delicadas se trata, un ejemplo de este tipo de robots en el robot tipo delta tal como se muestra en la figura 2.9, se observa un robot industrial que tiene 6 ejes, esto quiere decir que tiene 2 ejes cada brazo, la capacidad de carga de este robot muy poca comparada con el anterior robot y sus alcances son mucho menores al solo poder sostener 1kg y tener un alcance de 280mm.



Figura 2.9: Robot delta M-1iA/0.5A. Fuente: Fanuc, 2017

### 2.5.5.3.3 Poliarticulado

Los robots de este tipo son los más comunes dentro del mundo de los robots, estos tienen la característica de ser máquinas muy funcionales, tienen la desventaja de que su espacio de trabajo es limitado, sin embargo, tiene la gran ventaja de que es un robot que se puede mover en diferentes grados de libertad dependiendo del diseño y su funcionalidad, pueden moverse en solo dos dimensiones e inclusive algunos tienen la capacidad de moverse en tres dimensiones.

Los brazos robóticos son un ejemplo claro de este tipo de robot, estos son utilizados para poder desarrollarse de manera ortodoxa con objetos en un plano. (Batz Saquimux, 2005)

La figura 2.10 muestra un robot poli articulado, en la actualidad son los robots que a nivel industrial más uso tienen.



Figura 2.10: Robot colaborativo CR-14iA/L. Fuente: Fanuc 2017

#### **2.5.5.3.4 Robot móvil**

Como su nombre lo indica estos robots tienen un mayor grado de movilidad, tienen la característica de moverse sobre ruedas o sobre una banda, dando la sensación de moverse sobre un carro; tienen la característica de que son robots con un grado mayor de inteligencia debido a que poseen una programación avanzada, la cual les permite esquivar obstáculos o dificultades que se le presenten en el camino mediante diferentes tipos de sensores e inclusive algunos tienen inteligencia artificial. (Batz Saquimux, 2005)

Existen diferentes tipos de robot móvil, y por lo general son utilizados para transportar cosas pesadas de un lugar a otra, como en almacenes, bibliotecas, etc. En la figura 2.11 se observa a Handle un robot móvil desarrollador por BostonDynamics, este robot es capaz de ordenar 360 cajas en un lapso de una hora, tiene un brazo capaz de alcanzar hasta 3 metros de distancia y sostener 15 kilogramos, además de que gracias a su diseño puede alcanzar una velocidad de hasta 4 metros/ segundo.



Figura 2.11: Handle. Recuperado de: <https://www.bostondynamics.com/handle>

#### **2.5.5.4 Visión artificial**

Se define como visión artificial, aquella rama de la inteligencia artificial mediante la cual se pueden procesar imágenes digitales como si fuera el ojo humano. La visión artificial tiene un proceso el cual es:

- Capturar imágenes.
- Memorización de la información.
- Proceso de la información:
- Interpretación.

En la actualidad la visión artificial es muy utilizada a nivel industrial debido a que ayuda a automatizar y corregir procesos, algunas de las tareas que realiza la visión artificial son:

- Identificación e inspección de objetos.
- Determinación de la posición de los objetos en el espacio.
- Establecimiento de relaciones espaciales entre varios objetos (guiado de robots)

- Determinación de las coordenadas importantes de un objeto.
- Realización de mediciones angulares.
- Mediciones tridimensionales.

### **2.5.6 Realidad aumentada**

“La Realidad Aumentada, a partir de ahora RA, es una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por ordenador” (Prendes Espinosa, 2015); por lo que se entiende la realidad aumentada no reemplaza el entorno, sino que lo altera.

“La Realidad Aumentada (RA) adquiere presencia en el mundo científico a principios de los años 1990 cuando la tecnología basada en a) ordenadores de procesamiento rápido, b) técnicas de renderizado de gráficos en tiempo real, y c) sistemas de seguimiento de precisión portables, permiten implementar la combinación de imágenes generadas por el ordenador sobre la visión del mundo real que tiene el usuario. En muchas aplicaciones industriales y domésticas se disponen de una gran cantidad de información que están asociadas a objetos del mundo real, y la realidad aumentada se presenta como el medio que une y combina dicha información con los objetos del mundo real.” (X. basogain, M; K., Espinosa; C.,Roueche; J.C, Olabe)

La gran diferentes entre la realidad aumentada y la realidad virtual es que la aumentada altera el entorno y la virtual lo reemplaza, esto no es otra cosa más que en la realidad aumenta al mundo real le agregan algunos complementos que pudiera ser útiles dependiendo el uso que se le dé a la tecnología, mientras en la realidad virtual puedes estar inmerso en un mundo totalmente ajeno al real y sentir que realmente te encuentras en ese otro mundo.

La realidad aumentada requiere de diferentes dispositivos que en conjunto son capaces de crear estas ilusiones en el mundo real, estos elementos son una pantalla monitor, un software ex

profeso, una cámara y un marcador; el marcador es un símbolo que está en diferentes objetos y puede ser un código de barras e incluso algún dato codificado, la cámara se encarga de leer estos símbolos y pasarlos al software, este a su vez los interpreta y envía una visualización en 3D del objeto. (IPN, 2020)

Una de las aplicaciones más conocidas de realidad aumentada es “Pokémon Go”, una aplicación bastante conocida ya que en el mundo real aparece distintos avatares de la caricatura, estos avatares pueden aparecer en cualquier lugar, pero necesitas la cámara para poder ver estas figuras tridimensionales a través de la pantalla de un Smartphone o Tablet.

### **2.5.7 Software**

“Software es un término informático que hace referencia a un programa o conjunto de programas de cómputo que incluye datos, procedimientos y pautas que permiten realizar distintas tareas en un sistema informático. Comúnmente se utiliza este término para referirse de una forma muy genérica a los programas de un dispositivo informático” (varios, s.f.)

Para la realización de este proyecto se utilizarán dos softwares diferentes, uno para hacer todo el análisis matemático del robot y otro para lograr hacer la interacción entre el usuario y el robot

#### **2.5.7.1 Diseño de software del robot**

##### **Matlab**

Matlab se caracteriza por ser un programa con gran desempeño y funcionalidad, además de su capacidad enorme para realizar soluciones matemáticas en un tiempo considerablemente rápido. Este software tiene la flexibilidad de poder conectar micros controladores al mismo, logrando de esta manera comunicación entre arduino y Matlab.

Para poder hacer un robot delta de manera ideal se tiene que realizar el análisis matemático de cinemática directa e inversa, lo que se hace en este análisis son las matrices de las ecuaciones de transferencia de los movimientos del, al ser un robot que se va a mover a en diferentes direcciones

#### **2.5.7.1.1 Lenguaje de programación**

La programación en lenguaje C, es un lenguaje de programación de alto nivel el cual es muy similar a otros lenguajes de programación como java o C#, en donde incluso se utilizan las mismas sentencias para ciertas operaciones. “Las ventajas de este lenguaje de programación es que es muy práctico y tiene algunas funciones y librerías que ayudan a que el código no sea tan robusto y pueda ser más entendible para el desarrollador.” (Rena)

#### **2.5.8 Neuronas espejo**

El cerebro humano ha evolucionado con el paso del tiempo y es lógico porque en un mundo en constante cambio el cuerpo humano aprende a adaptarse y evolucionar y el cerebro no es la excepción, los aprendizajes, el conocimiento hacen que esta evolución sea mayor; gracias al cerebro el humano puede tener diferentes tipos de aprendizaje y es por esa razón que todas las personas tienen capacidad y habilidades distintas.

“El cerebro humano es resultado de un largo pasado evolutivo de 500 millones de años. Más próximamente, hace unos 6 millones de años, en el continente africano tuvo lugar un acontecimiento evolutivo de gran trascendencia, una población de monos antropomorfos evolucionó y surgieron varias especies de Australopitecos o monos bípedos. Estas nuevas especies se extinguieron, salvo una que sobrevivió hasta hace unos 2 millones de años. Para

entonces había cambiado tanto que no se considera especie de australopiteco, y fue preciso encasillarla en un nuevo género, que se denominó Homo.” (García García, 2008)

El cerebro tiene redes neuronales que están conectadas, esta conexión permite crear diferentes ideas de cómo es que funciona la mente en las personas, razón por la cual estas neuronas se han utilizado para dar razón a ciertas patologías como autismo, asperger, trastorno de personalidad, entre otras.

“Estudios con tecnologías de neuroimagen están mostrando las áreas cerebrales comprometidas con la teoría de las mentes de otros y la inteligencia social. Se constata que las tareas que conllevan suponer intenciones, creencias y deseos en otras personas, activan especialmente tres regiones claves de lo que podemos caracterizar como cerebro social: la corteza prefrontal medial, la circunvolución temporal superior y la amígdala.” (García García, 2008)

“El autismo como ceguera de la mente, déficit en la capacidad de empatía, incapacidad congénita para atribuir mente a los demás, se explica cómo alteración en los módulos del cerebro social.” (Frith, 2004)

“La mente humana tiene capacidades metacognitivas, de reflexión, de volver sobre sí misma y tomarse como objeto de conocimiento y mejora. Conocer sobre los procesos cognitivos, motivacionales, emocionales, sobre las propias capacidades y limitaciones, sobre los comportamientos y resultados, es conquista adaptativa de la mente humana. La metacognición se refiere al conocimiento y control de la cognición. Versa sobre el conocimiento de los procesos cognitivos en general, y particularmente el conocimiento que el sujeto tiene de su propio sistema mental, capacidades y limitaciones; por otra parte, implica los efectos reguladores que este conocimiento puede ejercer en su actividad.” (García García, 2008)



Las neuronas espejo tienen una particularidad y es que intentan replicar el comportamiento de algo que observan, estas neuronas tienen la capacidad de realizar tres acciones consecutivas:

- Percepción: esto quiere decir que observan los movimientos y acciones que se realizan, desde las acciones más sencillas como parpadear o mover alguna extremidad.
- Ejecución: en este punto las neuronas guardan información de lo observado e intentan replicarlos a nivel cerebral.
- Intención: en el último punto el cerebro envía las señales a todo el cuerpo para intentar realizar la acción a nivel físico y no solamente mental.

Las investigaciones arrojan que todas las personas tendemos a excitar las neuronas espejo sin siquiera imaginarlo, y un ejemplo muy claro son las emociones, los investigadores dicen que si una persona está triste es capaz de contagiar esa tristeza a las personas a su alrededor tan solo por las neuronas espejo. (Rizzolatti, 2006)

### **2.5.9 Robótica Pedagógica**

Sin lugar a duda la robótica cada día cuenta con mayor presencia en el ámbito educativo, razón por la cual es importante no solo conocer su estructura desde el punto de vista ingenieril, también es importante conocer cómo funciona y qué herramientas se deben aplicar para poder utilizarla con un método educativo.

“El conocimiento de la realidad viene mediatizado por diferentes medios simbólicos (mapas, matemáticas, música, lenguaje escrito, audiovisual, informática...) y debido a sus características intrínsecas y a su relación con la realidad simbolizada cada medio nos ofrece una representación y una posibilidad de tratamiento diferente de la realidad.” (Odorico, 2004).

Al estar inmersos en la tecnología se cuentan con algunas características que son importante para poder impartir robótica de calidad:

- Medio simbólico
- Medio dinámico
- Integración
- Interactividad

Siempre es importante primero dar a conocer las herramientas que se usaran, es decir el primer acercamiento con el robot, lo que sería el medio simbólico, posteriormente es importante tener una actividad para conocer el robot, es decir un primer acercamiento, después se integran las dos primeras partes, para posteriormente dar paso a una interactividad que básicamente es cuando el alumno tiene toda la atención y la posibilidad de trabajar con el robot, sin que algún medio externo intervenga.

“La funcionalidad del software educativo estará determinada por las características y el uso que se haga del mismo, de su adecuación al contexto y la organización de las actividades de enseñanza. Sin embargo, se pueden señalar algunas funciones que serían propias de este medio” (Del Moral, 1998) (Joan y MARQUÉS, 1996)

### **2.5.10 Aplicación móvil**

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) son herramientas tecnológicas que permiten acceder, producir, guardar, presentar y transferir información. (Ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones, s.f.), estas herramientas pasaron de ser un medio de entretenimiento a ser una herramienta con la que vivimos a diario y que se ha vuelto indispensable en el mundo de las empresas.

“Una aplicación móvil es una aplicación informática diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles. Este tipo de aplicaciones permiten al usuario efectuar un variado conjunto de tareas profesional, de ocio, educativas, de acceso a servicios, etc., facilitando las gestiones o actividades a desarrolla.” (Santiago)

Tomando las dos referencias anteriores se podría definir una aplicación móvil como aquella herramienta que puedes tener en un dispositivo móvil que anteriormente solo podías tener en una computadora, un programa que se instala en un Smartphone o Tablet y es capaz de realizar tareas que no se creían posible una década atrás.

Las aplicaciones móviles por lo general se encuentran en las tiendas virtuales dependiendo el sistema operativo que tenga el dispositivo móvil; estas tiendas pueden ser app store, Google play, AppGallery, Microsoft Store, entre otras; estas tiendas mencionadas anteriormente pertenecen a Apple, Google, Huawei y Microsoft siendo las que mayor presencia tienen en el mercado actualidad, cada una de ellas para el sistema operativo que manejan sus dispositivos, iOS, Android, HarmonyOS y Windows pone.

Las aplicaciones móviles tienen el objetivo de estar en un dispositivo por mucho tiempo por esta razón tienen que ser de acceso rápido, poco almacenamiento, gran versatilidad y continuo mantenimiento ya que los sistemas operativos de los dispositivos móviles van actualizándose, también es importante que las aplicaciones sean fáciles de actualizar y que no sean un problema para el dispositivo en el momento de una actualización.

En los últimos años todas estas empresas han comenzado a brindar a los usuarios espacios en la nube, que no es otra cosa más que la aplicación no consume recursos directamente de la memoria del teléfono si no de un almacenamiento que se encuentra en la red, la mayoría de las empresas dan acceso limitado de almacenamiento en la nube, sin embargo, cuenta con planes de

prepago para aquellas personas que requirieren mayor cantidad de aplicaciones en la nube y por ende mayor cantidad de espacio.

Las aplicaciones móviles han evolucionado con el tiempo, en 1984 se cargó la primera “aplicación” en un dispositivo móvil, la cual fue el famoso juego de Tetris; otro juego que fue de los primeros es el llamado “Snake” o “viborita” el cual fue un juego de la compañía de tecnología Nokia, este juego fue programado en 1997 y utilizado por primera vez en el Nokia 6110 y Nokia 3210.

Un fenómeno que revoluciona por completo cómo funcionaban las aplicaciones móviles fue la tecnología WAP (Wireless Application Protocol) por primera vez en muchos años aparecía la tecnología inalámbrica en la primera década del siglo XXI, esta nueva tecnología permitía a los usuarios acceder a versiones reducida de lo que hacían en páginas web, por ejemplo, el correo electrónico.

Por el año 2007 llegó el cambio más drástico y lo que actualmente se conoce, Apple presenta su primer iPhone el primer celular con una pantalla táctil, un celular que revolucionaría la forma de los teléfonos celulares, no obstante, además de revolucionar por su gran diseño, en el año 2008 Apple lanzó la app store, una herramienta que permitiría descargar aplicaciones y que en la actualidad cuenta con más de 2 millones de aplicaciones.

Como se mencionó anteriormente otro gigante de la tecnología Google no podía quedarse atrás y lanzó su propio sistema operativo para teléfonos celulares llamada Android, Google lanzó su propia tienda de aplicación que se conocería como Market Android, para posteriormente pasar a ser Google Play o Play Store, una tienda de aplicación que en tan solo 4 años alcanzó 700,000 aplicaciones.

Desde ese momento y hasta ahora ha sido una lucha entre estos dos gigantes de la tecnología móvil, sin embargo, con el paso del tiempo se les unieron diferentes empresas que ofrecían algo similar a ellos, Microsoft y actualmente Huawei. Pero ¿Cómo funciona o se hace una aplicación móvil?

### **2.5.10.1 Diseño de una App**

El aspecto más importante para desarrollar una app móvil, es considerar precisamente este punto, que estará en un dispositivo móvil; un dispositivo que tiene menos capacidad que una computadora, un dispositivo que su autonomía se basa en una batería y que si desarrollas una app muy pesada la batería rápidamente se descargara, y también punto importante que no solamente son Smartphone, también las tabletas son dispositivos móviles y los tipos de procesadores son diferentes, el tamaño de pantalla y resolución va a varias dependiendo del dispositivo y la app tiene que ser capaz de adaptarse a cualquier dispositivo móvil.

Con una tecnología emergente que se llama machine learning, las aplicaciones tienen la posibilidad de reinventarse por sí solas. Actualmente la mayoría de los Smartphone se conectan a internet en todo momento, una ventaja al momento de desarrollar app, ya que el usuario comenzara a pedir mejorar de las aplicaciones sin darse cuenta, debido a las funcionalidades que tienen los equipos como es el servicio de localización, las recomendaciones que puede dar el dispositivo en algún lugar, entre otras funcionalidades.

Las aplicaciones móviles tienen 5 pasos para su óptimo desarrollo: (Vittone, 2013)

- Conceptualización
- Definición
- Diseño

- Desarrollo
- Publicación

### **2.5.10.2 Sistemas operativos**

Se analizarán dos sistemas operativos para esta investigación, por ser los sistemas operativos más utilizados en la actualidad

#### **2.5.10.2.1 Android**

Cuando un dispositivo pasa de funcionar a hacer la vida más fácil, Android lo respalda. Es la razón por la cual su GPS evita el tráfico, su reloj puede enviar mensajes de texto y su Asistente puede responder preguntas. “Es el sistema operativo dentro de 2.5 mil millones de dispositivos activos. Todo, desde teléfonos 5G hasta tabletas impresionantes, Android los potencia a todos.” (What is Android, s.f.)

Como lo menciona la página oficial de Android, este es un sistema operativo creado para hacer la vida de sus usuarios más fácil, realizar tareas que puede que para el usuario sean muy aburridas, incluso le puedes hablar y el sistema entender cuál es la petición que se le hace al sistema operativo.

Android es una plataforma de código abierto, lo cual indica que cualquier persona tiene acceso, es ideal para desarrolladores, diseñadores. Al ser una herramienta de código abierto cualquier persona puede colaborar para mejorar la aplicación esto quiere decir que no hay una empresa como tal detrás de esta plataforma. Algunas funciones que tiene actualmente es que puede traducir diferentes idiomas al instante, con la cámara web puede detectar diferentes objetos y buscarlos en la web o detectar que canción se escucha en otro dispositivo.

### **2.5.10.2.2 iOS**

Esta es una plataforma de Apple diseñada originalmente para iPhone OS, es decir los Smartphone de la misma marca, sin embargo, con el tiempo la empresa se vio obligada a instalar este sistema operativo en sus iPod y iPad, sin embargo, no se puede instalar este software en dispositivos que sean ajenos a Apple.

### **2.5.10.3 Herramientas para desarrollar Apps**

Existen diferentes apps que sirven para desarrollar diferentes apps, a continuación, se mencionan algunos de los más importantes y utilizados en la actualidad,

#### **2.5.10.3.1 Corona SDK**

Corona es un framework ideal para crear rápidamente aplicaciones y juegos para dispositivos móviles y sistemas de escritorio. Eso significa que puede crear su proyecto una vez y publicarlo en múltiples tipos de dispositivos, incluidos iPhone y iPad de Apple, teléfonos y tabletas Android, Amazon Fire, Mac Desktop, Windows Desktop e incluso televisores conectados como Apple TV, Fire TV y Android TV. (CoronaLabs, 2020)

Esta herramienta es muy completa por su gran versatilidad para convivir con diferentes dispositivos, está basada en la tecnología Lua, y tiene librerías para cualquier necesidad que se tenga como ejemplos, gráficos, análisis, media, entre otras, también puede llamar librerías nativas lo cual es muy interesante ya que se pueden crear aplicaciones híbridas, otra característica importante es que es un software completamente libre.

Corona cuenta con un simulador que permite que el desarrollador simule su aplicación de forma rápida, ya que es un proceso muy sencillo, solo necesitas guardar y actualizar el código y el simulador comenzará a funcionar, esto ayuda a disminuir tiempos en el desarrollo ya que no

necesitas una herramienta de terceros para poder probar la aplicación antes de lanzarla a la tienda de aplicaciones de preferencia.

Al igual que Android, Corona SDK es una plataforma de código abierto que cuenta con una comunidad de aproximadamente 500,000 desarrolladores. (CoronaLabs, 2020) los cuales forman un equipo de trabajo que pueden ayudar a cualquier persona que está en el proceso de aprender a desarrollar aplicaciones móviles, cuentan con un Marketplace que es un lugar donde fácilmente encontraras información y todo lo nuevo que se ha desarrollado con esta plataforma.

#### **2.5.10.3.2 Ionic**

Ionic X es un nuevo y poderoso generador de aplicaciones de bajo código que ayuda a los equipos empresariales a crear impresionantes aplicaciones móviles en minutos. (Ionic, s.f.)

Construye tu interfaz de usuario. Conéctese a los datos. Implementar al instante. Hazlo todo sin escribir una sola línea de código. (Ionic, s.f.)

Esta es una herramienta muy intuitiva en la cual se crean aplicaciones en muy poco tiempo ya que cuenta con una interfaz bastante amigable, además de que se puede estar desarrollando la aplicación y al mismo tiempo estar compilándola en un dispositivo móvil físico, es decir sin simuladores, una ventaja de esta herramienta es el gran alcance a nivel global que tiene razón por la cual siempre habrá alguien que pueda asesorarte en el desarrollo de un proyecto.

Ionic es un SDK completo de código abierto para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas. La versión original fue lanzada en 2013 y construida sobre AngularJS y Apache Cordova.



Las versiones más recientes, conocidas como Ionic 2 o simplemente "Ionic", están basadas en Angular. Ionic proporciona herramientas y servicios para desarrollar aplicaciones móviles híbridas utilizando tecnologías web como CSS, HTML5 y Sass.

### **2.5.10.3.3 Swift**

“Swift es un lenguaje de programación poderoso e intuitivo creado por Apple para desarrollar apps de iOS, Mac, Apple TV y Apple Watch.” Está diseñado para brindar a los desarrolladores más libertad que nunca. Y como es fácil de usar y de código abierto, es ideal para que cualquier persona con una idea pueda hacerla realidad. (Apple, s.f.) básicamente Swift fue creado para que se desarrollen aplicaciones para los dispositivos Apple.

Swift es un lenguaje rápido y eficiente que proporciona información en tiempo real y puede incorporarse fácilmente al código de Objective-C existente. Así, los desarrolladores no sólo pueden programar de una forma más segura y confiable, sino también ahorrar tiempo y enriquecer la experiencia con las apps. (Apple, s.f.), Swift tiene la capacidad de ser 2.6 veces más rápido que Objective-C y 8.4 veces más rápido que Python 2.7. estos datos los obtuvo Apple al aplicar un algoritmo de búsqueda en profundidad.

Swift es gratis y de código abierto, y está disponible para desarrolladores, educadores y estudiantes bajo la licencia de código abierto Apache 2.0. Proporcionamos archivos binarios para macOS y Linux que pueden compilar códigos para iOS, macOS, watchOS, tvOS y Linux. Además, para ayudar a que Swift sea un lenguaje aún más potente, creamos una comunidad donde los usuarios pueden contribuir directamente con el código fuente. (Apple, s.f.)

Una de las características de Swift es que tiene aplicaciones móviles que permiten que niños a muy temprana edad comiencen a aprender este lenguaje mediante juegos que están

disponibles en la tienda de aplicación de Apple, convirtiendo una programación profesional en una programación al alcance de cualquier persona.

### **2.5.10.3.3 Flutter**

Flutter es el kit de herramientas de UI de Google para realizar hermosas aplicaciones, compiladas nativamente, para móvil, web y escritorio desde una única base de código. (Flutter, flutter.io, s.f.)

Flutter ha sido tendencia en los últimos años al ser un framework que sirve para el desarrollo móvil multiplataforma, como se mencionó anteriormente flutter se centra en la interfaz de usuario, brindando de esta manera una mejor experiencia al usuario.

Flutter es un nuevo framework de desarrollo móvil multiplataforma cuyos focos principales están el rendimiento y la interfaz y experiencia de usuario. Utiliza el lenguaje de programación Dart desarrollado por Google, tanto para la interfaz de usuario como para la lógica de la aplicación. Todo el código escrito en Dart se compila utilizando AOT a código máquina en ambas plataformas para así obtener el mayor rendimiento posible. En la parte de la interfaz de usuario, los elementos que componen tanto la interfaz como la interacción se llaman widgets.

En Flutter, todo es un widget: un botón, un menú, un margen, un texto, una fuente o esquema de color, una vista/actividad, incluso la propia aplicación en sí. Estos widgets pueden ser añadidos, modificados, reemplazados o eliminados dinámicamente de la interfaz. Muchos de ellos incorporan animaciones automáticas para cuando se añaden, modifican o eliminan, o se les pueden añadir sin demasiado trabajo, lo que mejora la experiencia de usuario de la aplicación desarrollada. (Flutter, Layouts en Flutter, s.f.)

Actualmente, Flutter permite compilar la aplicación a Android y iOS, aunque en el futuro también permitirá compilar aplicaciones de escritorio (Windows, macOS, Linux), aplicaciones web. Esto aporta una gran versatilidad al desarrollar una aplicación utilizando Flutter dado que se podrá llegar a un público mucho más amplio y en contextos mucho más variados. (Zazo Millán, 2019)

La aplicación Flutter es en sí misma un widget. Los widgets Flutter también admiten animaciones y gestos. La lógica de la aplicación se basa en la programación reactiva. El widget puede tener opcionalmente un estado. Al cambiar el estado del widget, Flutter comparará automáticamente (programación reactiva) el estado del widget (antiguo y nuevo) y renderizará el widget solo con los cambios necesarios en lugar de volver a representar todo el widget.

(Post para programadores, S/F)

Google define Flutter como un SDK de aplicaciones móviles para crear aplicaciones de alto rendimiento y alta fidelidad para iOS y Android, desde una única base de código, cuyo objetivo es permitir a los desarrolladores ofrecer un alto rendimiento aplicaciones que se sienten naturales en diferentes plataformas. (Alfárez, 2018)

Algunas características importantes de flutter son:

- Marco moderno y reactivo.
- Utiliza el lenguaje de programación Dart y es muy fácil de aprender.
- Desarrollo rápido.
- Interfaces de usuario hermosas y fluidas.
- Enorme catálogo de widgets.
- Ejecuta la misma interfaz de usuario para múltiples plataformas.

- Aplicación de alto rendimiento. (Post para programadores, S/F)

No se requiere experiencia en desarrollo móvil para empezar. Las aplicaciones están escritas en Dart, lo que resulta familiar si has utilizado un lenguaje como Java o JavaScript. !La experiencia con lenguajes orientados a objetos es definitivamente útil, pero, incluso los no programadores han desarrollado aplicaciones Flutter! (Flutter, Resumen Técnico, 2019)

Además de estos, Flutter ofrece muchas más ventajas como se menciona a continuación:

- Ser altamente productivo
  - Desarrolla para iOS y Android desde un único código base
  - Haz más con menos código, incluso en un solo sistema operativo, con un lenguaje moderno y expresivo y un enfoque declarativo.
  - Haz un prototipo e itera fácilmente
    - Experimenta cambiando el código y recargando a medida que tu aplicación se ejecuta (con hot reload)
    - Corrige los fallos y continúa depurando desde donde la aplicación se quedó
- Crear experiencias de usuario maravillosas y altamente personalizadas
  - Benefíciate de un amplio conjunto de widgets Material Design y Cupertino (toque iOS) construidos usando el propio framework de Flutter
  - Realiza diseños personalizados, agradables y de marca, sin las limitaciones de los conjuntos de widgets OEM (Flutter, Resumen Técnico, 2019)

A pesar de sus muchas ventajas, el Flutter tiene los siguientes inconvenientes:

- Dado que está codificado en lenguaje Dart, un desarrollador necesita aprender un nuevo idioma (aunque es fácil de aprender).
- El marco moderno intenta separar la lógica y la interfaz de usuario tanto como sea posible, pero, en Flutter, la interfaz de usuario y la lógica se entremezclan. Podemos superar esto usando una codificación inteligente y un módulo de alto nivel para separar la interfaz de usuario y la lógica.
- Flutter es otro marco para crear aplicaciones móviles. Los desarrolladores están teniendo dificultades para elegir las herramientas de desarrollo adecuadas en un segmento muy poblado. (Post para programadores, S/F)

#### **2.5.10.4 Herramientas para desarrollar Apps con Realidad aumentada**

El desarrollo de apps de realidad aumentada es primordial en esta investigación, es por eso que se enumeraran algunas herramientas que sirven para desarrollar apps con esta tecnología y que se pueden conjuntar con las herramientas de desarrollo de apps sencillas.

##### **2.5.10.4.1 LayAR**

Fundada en el verano de 2009, Layar ganó rápidamente la atención internacional como uno de los primeros navegadores de realidad aumentada móvil en llegar al mercado. Nuestra plataforma de desarrollo abierta atrajo a miles de desarrolladores de todo el mundo para crear contenido AR mientras millones descargaban la aplicación Layar para iOS y Android, convirtiendo a Layar en la plataforma más popular del mundo para AR. (Layar, s.f.)

En enero de 2019, se informó que los cofundadores Klein y Lens-FitzGerald habían expresado su interés en volver a comprar la propiedad intelectual de Layar para relanzarla como un negocio independiente.

El navegador utiliza lo siguiente:

- Accelerometer
- Built-in camera
- Compass
- GPS

Nuestra misión es proporcionar herramientas y servicios de la más alta calidad para la realidad aumentada y la impresión interactiva. Nos dedicamos apasionadamente a proporcionar los mejores productos, servicio al cliente y experiencia en la industria. (Layar, s.f.)

#### **2.5.10.4.2 Unity 3D**

La plataforma de desarrollo 3D en tiempo de Unity permite que artistas, diseñadores y desarrolladores trabajen juntos para crear experiencias interactivas y envolventes increíbles. Unity permite una edición e iteración rápidas en sus ciclos de desarrollo, con vistas previas en tiempo real de su trabajo. Puede crear escenas, animaciones o cinemáticas en 2D o 3D directamente en el editor de Unity. (U.Technologies, s.f.)

#### **2.5.10.4.3 Metaio**

Metaio era una compañía privada de Realidad Aumentada (AR) que desarrolló tecnología de software y proporcionó soluciones de realidad aumentada, con sede en Munich, Alemania, y filiales en San Francisco, California, Nueva York, Nueva York y Dallas, Texas, metaio

proporcionó un kit de desarrollo de software (SDK) para la programación de aplicaciones de PC, web, móviles y de realidad aumentada sin conexión personalizada.

Metaio posee una cantidad presumible de software y sdk para trabajar Realidad Aumentada, al correr de los años han ido agregando herramientas poderosas como Junaio, Metaio SDK y Metaio Creator. (Vegas, 2018)

Metaio Creator es un software gratuito que permite crear realidad aumentada de manera fácil y visual. Su instalación es rápida y su entorno es intuitivo. La capacidad de agregar diversos marcadores de diferentes colores y texturas hace que no tengas problemas para trabajar. (Vegas, 2018)

#### **2.5.10.4.4 Metaverse**

Metaverse es la forma más fácil de crear sus propias experiencias de realidad aumentada, con Metaverse puede crear juegos interactivos de realidad aumentada y desafíos para que los estudiantes completen en sus teléfonos o tabletas, esta herramienta es una interfaz e programación en bloque lo cual la hace muy atractiva para los niños, debido a que en este tipo de programación no se programa con código sino con bloques que tienen instrucciones, en esta aplicación se crea una experiencia de realidad aumentada seleccionando bloques de comando y elementos multimedia del menú.

#### **2.5.10.5 Herramientas para desarrollo y análisis de apps**

##### **2.5.10.5.1 Firebase**

Firebase es la nueva y mejorada plataforma de desarrollo móvil en la nube de Google. Se trata de “una plataforma disponible para diferentes plataformas (Android, iOS, web). En muchas ocasiones nos planteamos cómo acceder a un servicio web para tener nuestra aplicación

trabajando con datos en la nube. Por ello surgió Firebase, para proveer una API donde guardar y sincronizar los datos en la nube en tiempo real”. (Guerrón Paspuel, 2018) “Uno de los aspectos que más hay que destacar es la asombrosa documentación que se puede consultar cuando accedemos a la plataforma. Hay una gran cantidad de información interesante y necesaria disponible para todo aquel desarrollador que quiera probar suerte en esta plataforma.”

(Velásquez, 2017)

Es básicamente una base de datos remota, alojada en la nube y capaz de ser accedida desde navegadores y apps para dispositivos, que tiene como principal característica que responde en tiempo real a los cambios realizados en los datos. “En la práctica, mediante Firebase podemos escribir datos en una base de datos y que éstos datos se comuniquen a todos los clientes conectados a esa misma fuente de datos.” (Desarrollo web, 2016)

Firebase es una plataforma proporcionada por Google para crear aplicaciones web y móviles escalables reduciendo tiempos de optimización y desarrollo. Permite a los desarrolladores compilar apps sin la necesidad de administrar la infraestructura de la misma.

Pone a disposición múltiples productos que permiten crear aplicaciones web y móviles con características únicas desde actualización de contenido en tiempo real hasta notificaciones móviles personalizadas para interactuar con los usuarios. Los desarrolladores pueden hacer uso de todos los productos de Firebase, no obstante, algunos de estos tienen características premium los cuales tienen un costo adicional. (Morocho, 2018)

Sus características fundamentales están divididas en varios grupos, podemos agruparlas en:

- **Analíticas:** Provee una solución gratuita para tener todo tipo de medidas (hasta 500 tipos de eventos), para gestionarlo todo desde un único panel.



- Desarrollo: Permite construir mejores apps, permitiendo delegar determinadas operaciones en Firebase, para poder ahorrar tiempo, evitar bugs y obtener un aceptable nivel de calidad. Entre sus características destacan el almacenamiento, testeo, configuración remota, mensajería en la nube o autenticación, entre otras.
- Crecimiento: Permite gestionar los usuarios de las aplicaciones, pudiendo además captar nuevos. Para ello dispondremos de funcionalidades como las de invitaciones, indexación o notificaciones.
- Monetización: Permite ganar dinero gracias aAdMob. (Velásquez, 2017)

Muchas de las apps que existen actualmente reconocen la identidad de un usuario. El reconocimiento de la identidad de un usuario permite guardar los datos de este de manera segura en la nube, ya sea para consultar sus datos o para añadir nuevos. (Velásquez, 2017)

“Firebase Authentication proporciona servicios de backend, SDK fáciles de usar y bibliotecas de IU ya hechas para autenticar usuarios en tu app. Admite autenticación con contraseñas y proveedores de identidades federadas populares, como Google y Facebook. Se integra estrechamente con otros servicios de Firebase y aprovecha estándares industriales como OAuth 2.0 y OpenID Connect.” (Velásquez, 2017)

“Puedes iniciar sesiones usando FirebaseAuth como una solución de autenticación directa completa, o bien usar el FirebaseAuth SDK para integrar manualmente uno o varios métodos de inicio de sesión a la app.” (Velásquez, 2017)

Firebase es una herramienta pensada en el análisis y desarrollo de apps que cuenta con diferentes módulos, los cuales hacen que sea una herramienta completa lo que quiere decir que no se tienen que agregar paquetes o utilizar diferentes softwares para hacer una app completa, brindado de esta forma una herramienta ágil y completa para el desarrollo de aplicaciones.

Algunas de las características más importantes de esta herramienta son:

- **Data:** nos ofrece el acceso para visualizar y editar nuestro modelo de datos. Básicamente lo que editamos es un JSON, ya que el sistema de Firebase es de base de datos documental.
- **Security & Rules:** Nos permite el acceso a una sección donde podemos escribir las reglas de acceso a los recursos dentro de Data, así como la validación que se aplicará para decidir si se permite o no una escritura de información.
- **Simulator:** desde donde podemos simular accesos en diversas situaciones para verificar si tendrían o no permisos para realizar ciertas operaciones.
- **Analytics:** “Una serie de reportes estadísticos con los que podemos monitorar el estado de la aplicación y la cantidad de recursos que están siendo destinados para su funcionamiento (usuarios concurrentes, transferencia, etc).” (Veiga, 2018)
- **Login & Auth:** “desde aquí se puede controlar cuáles son los mecanismos que estarán disponibles para la autenticación de usuarios, tanto email y clave como por redes sociales, junto con los datos de configuración.” (Veiga, 2018)
- **Hosting:** Inicialmente con una ayuda para aprovechar lo que sería un espacio de alojamiento donde desplegar la app realizada. Una vez activado también se pueden controlar aquí las configuraciones del hosting.
- **Secrets:** por último, una página desde donde se administran claves del API de nuestra App que serán utilizadas para accesos del lado del servidor y autenticación por medio de JSON Web Tokens. (Desarrollo web, 2016)

### 2.5.11 Cuestionario

“El cuestionario es un procedimiento considerado clásico en las ciencias sociales para la obtención y registro de datos. Su versatilidad permite utilizarlo como instrumento de investigación y como instrumento de evaluación de personas, procesos y programas de formación. Es una técnica de evaluación que puede abarcar aspectos cuantitativos y cualitativos. Su característica singular radica en que, para registrar la información solicitada a los mismos sujetos, ésta tiene lugar de una forma menos profunda e impersonal, que el "cara a cara" de la entrevista. Al mismo tiempo, permite consultar a una población amplia de una manera rápida y económica.” (García Muñoz, 2003)

A diferencia de la entrevista en un cuestionario las preguntas son más concretas y las respuestas se limitan a las que se definieron para cada pregunta, en este caso no tiene que haber una integración directa entre ambos sujetos.

Algunos autores dicen: “al utilizar esta técnica, el evaluador y el investigador, tienen que considerar dos caminos metodológicos generales: estar plenamente convencido de que las preguntas se pueden formular con la claridad suficiente para que funcionen en la interacción personal que supone el cuestionario y dar todos los pasos posibles para maximizar la probabilidad de que el sujeto conteste y devuelva las preguntas.” (Fox, 1981).

Existen diferentes tipos de preguntas en un cuestionario.

- Según el método de formularse pueden ser abiertas o cerradas
- Preguntas de hecho y opinión: Por lo general estas preguntas están categorizadas y tienen un valor.
- Según su función

- Preguntas filtro: gracias a esta pregunta se pueden derivar otras o no, por ejemplo: ¿Usted tiene hijos varones? Si la respuesta es “sí” puede continuar, si la respuesta es “no” el cuestionario ha terminado.
- Preguntas de control: son preguntas que se realizan con la finalidad de verificar alguna información que ya se obtuvo, es decir es una pregunta que sirve de double-check.
- Preguntas de introducción: gracias a estas preguntas se puede inducir al tema que se va a tocar.
- Preguntas de muelle: estas preguntas también tienen el nombre de preguntas de colchón, porque son preguntas sobre temas complicados o difíciles de tocar, estas preguntas, aunque son bruscas se busca que se amortigüe la pregunta.
- Preguntas de batería: son preguntas que se realizan para completar las respuestas que pudieran quedar en el aire de otras preguntas.

### **2.5.12 Entrevista**

“La entrevista es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos; se define como una conversación que se propone un fin determinado distinto al simple hecho de conversar.” (Diccionario de Ciencias de la Educación, 1983)

De otra manera también se podría definir a la entrevista como una conversación coloquial, en donde dos individuos intentar intercambiar y obtener información de un tema en específico.

La entrevista es muy ventajosa principalmente “en los estudios descriptivos y en las fases de exploración, así como para diseñar instrumentos de recolección de datos (la entrevista en la investigación cualitativa, independientemente del modelo que se decida emplear, se caracteriza

por los siguientes elementos: tiene como propósito obtener información en relación con un tema determinado.” (Díaz-Bravo, Laura; Torruco-García, Uri; Martínez-Hernández, Mildred; Varela-Ruíz, Margarita, 2013).

Dentro de la entrevista existen diferentes tipos los cuales son:

- Estructurada: antes de la entrevista ambas partes conciliaron las preguntas que se realizaran durante la misma, están ordenadas y bajo ningún motivo se puede salir del protocolo u orden que quedo definido en un principio.
- Semiestructurada: aunque las preguntas ya están concretadas, existe cierto margen en el cual el entrevistador puede salirse del protocolo si en algún momento encuentra interesante algún punto que no tenía planeado en el principio.
- No estructurada: son las más informales de las tres, tienen una planeación de tal manera que una pregunta lleva a la otra y en cualquier momento pueden realizarse preguntas imprevistas o de puntos complicados.

La entrevista cuenta con distintas fases:

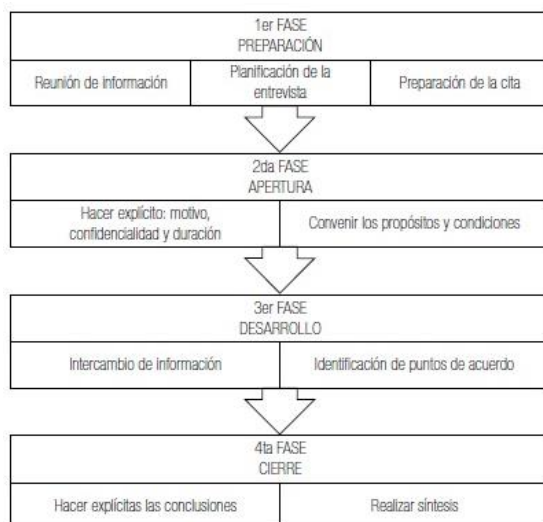


Figura 2.12: (Díaz-Bravo, Laura; Torruco-García, Uri; Martínez-Hernández, Mildred; Varela-Ruíz, Margarita, 2013) recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000300009&script=sci\\_arttext#a9f1](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000300009&script=sci_arttext#a9f1)

El desarrollo de la entrevista se podría considerar el momento más importante de la entrevista debido a que es cuando se intercambia la mayor cantidad de información entre el entrevistado y

el entrevistador, y por esta razón el entrevistador tiene que contar con ciertas características de tal manera que obtenga la mayor cantidad de información posible.

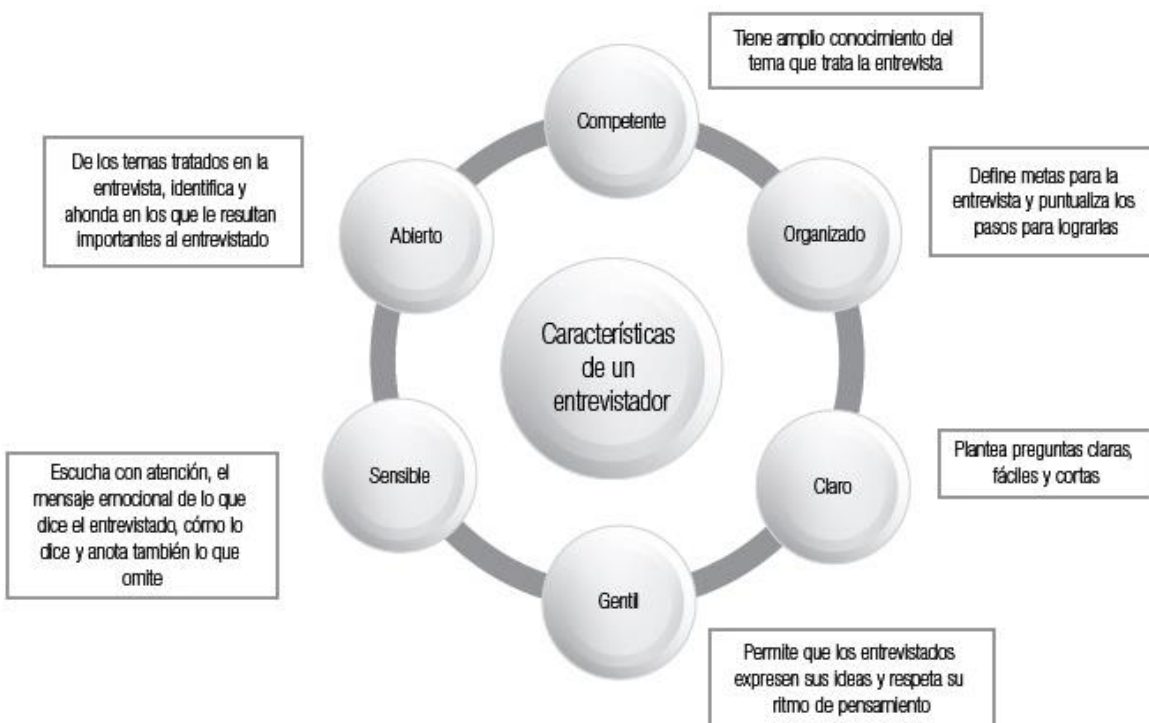


Figura 2.13: Figura 2.1 Figura 13 (Díaz-Bravo, Laura; Torruco-García, Uri; Martínez-Hernández, Mildred; Varela-Ruíz, Margarita, 2013) Recuperado de:

<http://www.scielo.org.mx/img/revistas/iem/v2n7/a9f2.jpg>

### 2.5.13 SPSS y Atlas TI

Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) es un software de análisis estadístico que pertenece a IBM, sirve para potencializar investigaciones y sobre todo el análisis con una solución rápida y potente, cuenta con algunas características como son:

- Interfaz gráfica sencilla.
- Puede ejecutar estadísticas descriptivas.

- Ejecuta estadísticas avanzadas.
- Crea gráficos, tablas y árboles de decisión.

Por su parte “ATLAS.Ti es un potente conjunto de herramientas para el análisis cualitativo de grandes cuerpos de datos textuales, gráficos y de vídeo. La sofisticación de las herramientas le ayuda a organizar, reagrupar y gestionar su material de manera creativa y, al mismo tiempo, sistemática. ATLAS.ti le permite mantenerse centrado en el propio material de investigación. Cualquiera que sea su campo de trabajo, la antropología, las ciencias económicas, la criminología o la medicina.” (ATLAS.ti, 2014)

Una de las características importantes de este software es que permite realizar un análisis cualitativo de gran cantidad de información, en el cual se puede agregar algún archivo de texto, y a partir de esto darle instrucciones al software para que encuentre ciertos patrones o condiciones que se buscan dentro del instrumento de investigación cualitativa que se utilizó.

#### **2.5.14 Fuerzas de Porter**

Michael E. Porter es considerado el padre de la estrategia empresarial y la consultoría actual, ha escrito varios libros entre los que se destaca: *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*; Porter considera que existen principalmente 5 fuerzas que van a determinar el progreso o retroceso a un largo plazo de un mercado basándose en los objetivos y recursos frente a cinco fuerzas que rigen el mundo de la competencia industrial. Porter define un modelo gráfico de cómo funcionan las 5 fuerzas y como se relacionan entre cada una de ellas como se muestra en la Figura 2.14. Estas fuerzas son las que rigen el mundo de la competitividad y los factores que influyen para el éxito o fracaso de un proyecto a largo plazo.





Figura 2.14: (Diagrama de las 5 fuerzas de Porter) recuperado de

<https://www.5fuerzasdeporter.com/>

- Poder de negociación de los clientes: punto importante si existe algo similar al producto desarrollado en el mercado o si el costo del producto es mayor al que ya existe en el mercado, en este punto es importante la negociación debido a que si los compradores se organizan pueden decidir no consumir el producto si no cumple con las características que ellos requieren.
- Rivalidad entre empresas: existen empresas que pueden ser más grandes o tener mayor prestigio o dinero para invertir, punto no menos importante al momento de hacer un análisis de las fuerzas de Porter.
- Amenaza de los nuevos entrantes: en el mercado siempre habrá competencia, empresas con mayor o menor prestigio, es importante detectar a las empresas que se

dedican al mismo giro y que tienen similares características y condiciones económicas y sociales.

- Poder de negociación de los proveedores: dar a los proveedores de la empresa las herramientas mínimas necesarias para que puedan alcanzar el objetivo del producto y de la empresa.
- Amenaza de productos sustitutos: al existir competencia, las empresas comenzarán a introducir productos similares con características casi idénticas, es importante tomar esto en cuenta cuando la competencia comienza a hacer de estos productos algo real y no simplemente una amenaza.

En su libro Porter también menciona que existen seis barreras de entrada:

- La economía a escalas: debes definir quién es la competencia, las grandes compañías producen a gran escala, y las pequeñas producen en pequeña escala.
- La diferenciación de productos: ¿Qué hace a mi producto diferente? Eso es lo que se debe responder el cliente, ellos deben de saber qué es lo que hace a la empresa y al producto diferente los demás que existen en el mercado.
- Las inversiones de capital: es difícil poder invertir para competir contra las grandes compañías, por lo cual al principio podría considerarse un problema.
- Desventaja de costos: punto importante en la diferenciación de productos, si el producto ofertado es de mejor calidad o al menos la misma y tiene un costo menor que los que ya existen en el mercado.
- Acceso a canales de distribución: las empresas establecidas tienen controlado el flujo de distribución de los productos, cuentan con clientes y proveedores potenciales, los

nuevos competidores deben de tener la capacidad de poder entrar a competirle en el medio de distribución a las grandes compañías.

- Política gubernamental: a menudo las políticas de los gobiernos limitan el margen de maniobra para una pequeña empresa, razón por la cual es considerada una barrera en el caso de que el gobierno no otorgue los permisos correspondientes o de paso a la libre competencia.

### 2.5.15 Marketing digital

“El marketing digital es la aplicación de las estrategias de comercialización llevadas a cabo en los medios digitales. Todas las técnicas del mundo off-line son imitadas y traducidas a un nuevo mundo, el mundo online. En el ámbito digital aparecen nuevas herramientas como la inmediatez, las nuevas redes que surgen día a día, y la posibilidad de mediciones reales de cada una de las estrategias empleadas.” (mdmmarketingdigital, 2019)

Dentro del marketing existen algunos elementos que se deben tomar en cuenta los cuales son:

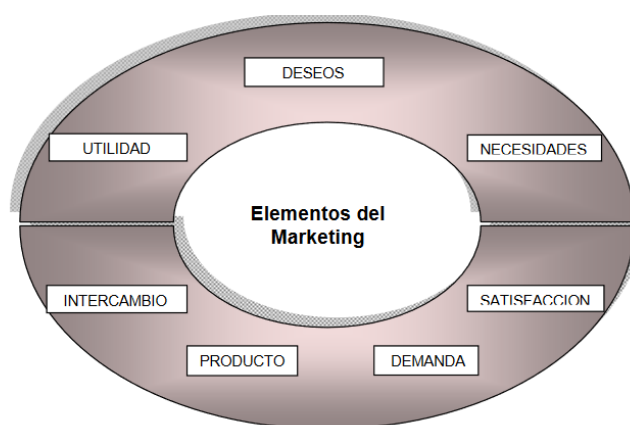


Figura 2.15: Recuperado de (Rey, 2004)

Los mercadólogos utilizan diferentes métodos y herramientas para lograr alcanzar sus objetivos de marketing, es por esto que hacen una mezcla de marketing mediante la cual se centran en diferentes puntos que se deben de satisfacer al cliente. Jerome McCarthy clasifico estas herramientas en cuatro grandes grupos que se les conoce como las 4´p.

- Producto
- Precio
- Promoción
- Plaza



Figura 2.16: Recuperado de (Kotler, 2001)

Con el tiempo esta mezcla fue evolucionando y se convirtió en las 4C's

- Cliente

- Comunicación
- Costo
- Conveniencia

Se realizó la transición de producto a cliente, promoción a comunicación, precio a costo y por último plaza a conveniencia; la mezcla mercadológica no térmica en este punto, ya que

Horario Marchand propone una nueva mezcla conocida como las 3I's que están compuestas por:

- Individuo
- Interactividad
- Impacto
- Ilimitado

Con esta última mezcla se dio la siguiente evolución de las 4P's pasando por las 4C's terminando en las 4I's

- Producto → Cliente → Individuo
- Precio → Costo → Impacto
- Plaza → Conveniencia → Ilimitado
- Promoción → Comunicación → Interactividad

Dentro del marketing digital también es importante definir el perfil comercial de la empresa, en este punto existen diferentes perfiles que son:

- B2B (Business-to-Business): es una negociación entre empresas.
- B2C (Business-to-Consumer): es una negociación entre una empresa y un consumidor en específico.
- C2B (Consumer-to-Business): negociación entre un consumidor y una empresa.

- C2C (Consumer-to-Consumer): negociación entre consumidores
- G2C (Government-to-Consumer): negociación entre el gobierno y consumidores
- C2G (Consumer-to-Government): negociación entre consumidores y gobierno
- B2E (Business-to-Employer): negociación entre empresas y empleado.

### 2.5.16 Matriz de congruencia del marco teórico

A continuación, se presenta en la tabla 2.2 la matriz de congruencia del marco teórico de la investigación.

Tabla 2.2 Matriz de congruencia del marco teórico

Matriz de congruencia del marco teórico			
Pregunta general y particulares	Respuesta general y particulares	Objetivo general y específicos	Capítulo, tema, subtema donde se responde a la pregunta
¿La falta de robótica aplicada como herramienta de apoyo en el sector educativo para niños entre 6 y 10 años que padecen TDA y/o TEA en el Instituto Latino de	No solo en Morelia sino a nivel nacional y mundial, es importante implementar nuevas tecnologías para poder dar solución a los problemas de TDAH que se	Desarrollar un software para la programación de un robot tipo delta, que mediante las llamadas “neuronas espejo” sirva de herramienta didáctica para	En el capítulo 1 en la sección se antecedentes, así como en el capítulo 2 en la sección 2.5.1 y 2.5.2 se especifica la influencia que puede tener la tecnología para

<p>Morelia ha generado un atraso en el fortalecimiento de la habilidad de la toma de decisiones como elemento fundamental de su desarrollo?</p>	<p>presentan en la actualidad.</p>	<p>mejorar el desempeño académico y mejorar las habilidades sociales en niños entre 6 y 10 años del Instituto Latino de Morelia que presenten TDAH</p>	<p>utilizarse como una herramienta contra el TDAH.</p>
<p>¿Cómo afecta el TDAH y TEA en niños entre 6 y 10 años del instituto latino de Morelia?</p>	<p>Los niños reaccionaban distinto ante diferentes situaciones que se les presentaban</p>	<p>Identificar cuáles son las conductas más comunes en los niños con TDAH en el instituto latino de Morelia.</p>	<p>Capítulo 3 Sección 3.3 Instrumentos de recopilación de información</p>
<p>¿Cuáles son los efectos del TDAH en los niños?</p>	<p>Existen diferentes tipos de reacciones que pueden tener los infantes dependen de la situación</p>	<p>Conocer por qué cada niño, aunque tenga el mismo problema, presenta</p>	<p>Capítulo 2 Sección 2.5.2. Características y conductas</p>

	social, familiar, y escolar que vivan.	diferentes conductas y comportamientos	
¿Cuáles son los tratamientos actuales para niños con estos trastornos?	Actualmente el tratamiento más común es la musicoterapia	Demostrar que el método propuesto es más funcional que los ya conocidos	Capítulo 1 Sección 1.1 Antecedentes
¿Qué estrategias didácticas se pueden implementar para combatir estos trastornos?	Las estrategias dependen del paciente, por lo cual no se puede decir que exista un método que funcione por igual a todos los niños que presentan este síndrome	Desarrollar un sistema que pueda adaptarse a todos y cada uno de los infantes que presentan TDAH sin importar el nivel que tengan del síndrome.	Capítulo 2 Sección 2.4
¿Cómo funciona la robótica en el ámbito educativo, enfocada en ayudar	Actualmente no existe un sistema como el propuesto.	Demostrar que el uso de la robótica como una herramienta para	



a combatir estos trastornos?		combatir el TDAH, será funcional 100%	
------------------------------	--	---------------------------------------	--

Fuente: elaboración propia

## 2.6 Conclusión de los marcos de la tesis

Tomando en cuenta los marcos descritos, se puede concluir que en base al marco contextual existen diferentes organizaciones que se encargan de salvaguardar la integridad y la seguridad de los infantes en México, si bien los métodos de enseñanza han evolucionado con el tiempo siempre han estado apegados a lo que marcan las normas mexicanas, un aspecto importante es poder adaptarse el nuevo sistema de educación en México, conocido como la nueva escuela mexicana ya que esta nueva reforma obliga a las diferentes instituciones a contar que varios aspectos que antes no se consideraban importantes, como por ejemplo que todas las instituciones educativas tienen que ser inclusivas y que los docentes tienen que tener la capacidad enseñar a cualquier persona sin importar su condición física o mental.

Tomar como referencia la nueva escuela mexicana para este proyecto toma mayor relevancia ya que con la herramienta propuesta se ayudará a que los docentes brinden una mejor calidad de educación a los menores que tengan algún tipo de TDAH o TEA, logrando de esta forma que se cumpla lo que marca la constitución política de los estados unidos mexicanos, salvaguardando los derechos de los niños y brindando una educación de calidad sin importar las condiciones físicas o intelectuales de los menores.

Dentro del marco institucional se puede concluir que ambas instituciones educativas, el instituto latino de Morelia y la universidad vasco de Quiroga son dos instituciones educativas comprometidas con la sociedad, buscando siempre el bienestar de sus alumnos y de proveer a la

sociedad personas capaces de realizar un cambio; es por esa razón que se considera que ambas instituciones son idóneas para poder llevar a cabo el proyecto y sobre todo para proyectarlo hacia más instituciones con la finalidad de poder ayudar a la mayor cantidad de infantes posibles con esta herramienta propuesta.

En el marco conceptual se analizó las definiciones que pudieran ser difíciles de comprender y que son fundamentales para poder realizar la investigación de una forma correcta, especialmente para los lectores que pudieran no tener mucha noción de definiciones de términos de ingeniería.

Conocer que métodos existen para ayudar a niños con TDAH y TEA es considerado un punto medular de la investigación, es por esa razón que en el marco referencial se colocaron únicamente investigación que tienen un efecto directo en esta investigación, donde se encuentran básicamente estudios que se han hecho a infantes con estos padecimientos y algunos métodos didácticos que se han implementado para poder aumentar las habilidades académicas y sociales de los niños.

El punto medular de la investigación es conocer cómo funcionan las neuronas espejo y es por eso por lo que se citan algunos artículos relacionados al tema, pero no solamente relacionados con las neuronas espejo, sino con todo el sistema neural tomando algunas investigaciones de neurociencia; es importante recordar que este problema (TEA) es una afectación directa al cerebro de los infantes y por eso es importante conocer cómo funciona su cerebro citando temas de neurociencias.

Dentro del marco teórico se encontró que los pacientes con TDAH sufren de diferentes trastornos y uno de ellos es el TEA un hallazgo interesante es que dentro del TEA hay diferentes condiciones y trastornos que se desprende del espectro autista, esto se considera de suma

importancia para la investigación ya que debido a estos hallazgos es complicado atender todos los padecimientos del trastorno no esta herramienta, entonces esto ayudara a delimitar el proyecto y hacerlo por fases.

Las herramientas que se utilizaran para recolectar datos serán el cuestionario, la entrevistas, observación, test; estas herramientas se definieron después de conocer las diferentes herramientas que se utilizan para realizar esta actividad, para fines prácticos de la investigación son los más importante ya que será la única forma de recolectar datos reales sobre los niños como son: nivel de matemáticas, lectura y escritura, habilidades para socializar, reacciones que tienen ante diferentes estímulos, situaciones cotidianas o monótonas que terminan en un ataque, etc.

La herramienta propuesta es en base a tecnología y robótica, razón por la cual se abordaron temas sobre robótica, desde su historia y como el ser humano los ha utilizado para resolver problemas incluso en la actualidad como asistentes personales o doctores, conocer que tipos de robots han existido y existen en la actualidad permite abrir el panorama con la finalidad de saber cuál es el robot ideal para el trabajo que se realizara en esta investigación, de igual forma es necesario conocer los componentes físicos que componen a estas máquinas ya que de esta manera se pueden escoger los materiales idóneos para trabajar con niños que sufren del trastorno del espectro autista.

Por último se realizó un análisis sobre una aplicación móvil y la razón de esto es sencilla, en la actualidad gran parte de los niños que asisten a colegios particulares tienen un dispositivo electrónico que les permite conectarse a la red o descargar aplicaciones, dado esto se decidió que la programación del robot se hará a través de un dispositivo móvil (smartphone o Tablet), para esto se requiere conocer cuáles son las distintas tecnologías que permiten realizar aplicaciones

móviles y cuáles son las ventajas de cada una, así como cómo han evolucionado especialmente porque se requiere una software especial que permite programar realidad aumentada.

## CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño de la investigación

El método que se utilizara para resolver esta investigación es el método científico compuesto por:

- Observación
- Preguntas
- Hipótesis
- Experimentación
- Resultados
- Comprobación

“El método científico es un procedimiento para descubrir las condiciones en las que se presentan sucesos específicos, caracterizado generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica.” (Tamayo y Tamayo, 2003)

Tamayo y Tamayo definen a la investigación como: “un proceso que, mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento.” (Tamayo y Tamayo, 2003)

“Los estudios correlacionales pretenden responder a preguntas de investigación como las siguientes: ¿aumenta la autoestima del paciente conforme transcurre una psicoterapia orientada a él?” (Hernández Sampieri, 2010), básicamente en esta investigación pretendemos responder una pregunta similar ¿aumentara el desempeño académico y social de un niño con TEA utilizando una herramienta tecnológica como terapia?

Algunas veces una investigación puede caracterizarse como básicamente exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa, pero no situarse únicamente como tal. Esto es, aunque un estudio sea esencia exploratoria contendrá elementos descriptivos; o bien, un estudio correlacional incluirá componentes descriptivos, y lo mismo ocurre con los demás alcances. (Hernández Sampieri, 2010).

Tomando en cuenta las definiciones anteriores esta investigación tendrá un enfoque Mixto: cuantitativa, correlacional y experimental; cuantitativa debido a que se tiene una hipótesis que se comprobara mediante datos estadísticos que se obtendrán de una cuasi experimentación. debido a que se tiene a un grupo de niños con las mismas características para probar y mejorar el proyecto y correlacional debido a que esta investigación pretende demostrar cómo afecta una herramienta de software robotizada el comportamiento social y académico de niños con TDAH.

El procedimiento para responder a la pregunta de investigación y lograr los objetivos deseados se realizó en 3 etapas:

En la primera etapa se investigó cuáles son los métodos didácticos actuales que se utilizan para ayudar a los niños con TDAH a desarrollarse de mejor manera en el aspecto social y académico; dichos métodos son arcaicos y en algún momento tienden a ser aburridos y rutinarios para los niños con este trastorno, por lo que se ha descubierto que estos métodos son funcionales momentáneamente, los niños que presentan TDAH tienden a tener una rutina definida, si esa rutina sufre alguna modificación puede afectar el estado emocional del niño, desembocando en una conducta no deseada, es por esto que se dice que los métodos utilizados actualmente son funcionales momentáneamente.

La segunda etapa se especificó que únicamente los niños con cierto nivel de TDAH podrán formar parte de la investigación, momento en el cual se comenzaron a realizar los

primeros test y obtener los primeros datos estadísticos que serán de suma importancia para poder pasar a la tercera y última etapa de la investigación. Durante la investigación se mencionó que dentro del TDAH hay diferentes niveles, lo que provoca diferentes conductas y problemas de los niños con este padecimiento, razón por la cual no se puede trabajar con todos los niños bajo una misma didáctica, por lo que se decidió solo hacer el estudio con los niños que su nivel de TDAH y TEA es similar, para de esta forma tener mayor veracidad en los resultados obtenidos de los test.

La tercera y última etapa se analizó la información obtenida en la segunda etapa sobre el nivel de TDAH en los infantes y se propuso una solución al problema para niños con cierto nivel de TDAH, una vez desarrollado la solución y comprobado que los resultado obtenidos son fiables, se analizara la información de los niños que no estarán en este nivel, de tal manera que se puede ofrecer una solución en un sistema que pueda adaptarse a todos los niños que sufran TDAH desde los que lo tienen poco desarrollado el trastorno hasta los que el desarrollo del trastorno es muy avanzado.

Por último, la investigación es de tipo cuasi-experimental y tecnológica, esto debido a que la investigación está enfocada únicamente a un grupo de niños previamente seleccionado con una condición en común y tecnológica porque se pretende que el problema se pueda resolver por medio de herramientas tecnológicas.

Se realizó un diagrama de actividades (figura 3.1) para la elaboración de esta investigación donde primeramente se definió el tema de investigación y se hizo una investigación inicial recolectando información e investigaciones que serán relevantes para el análisis.

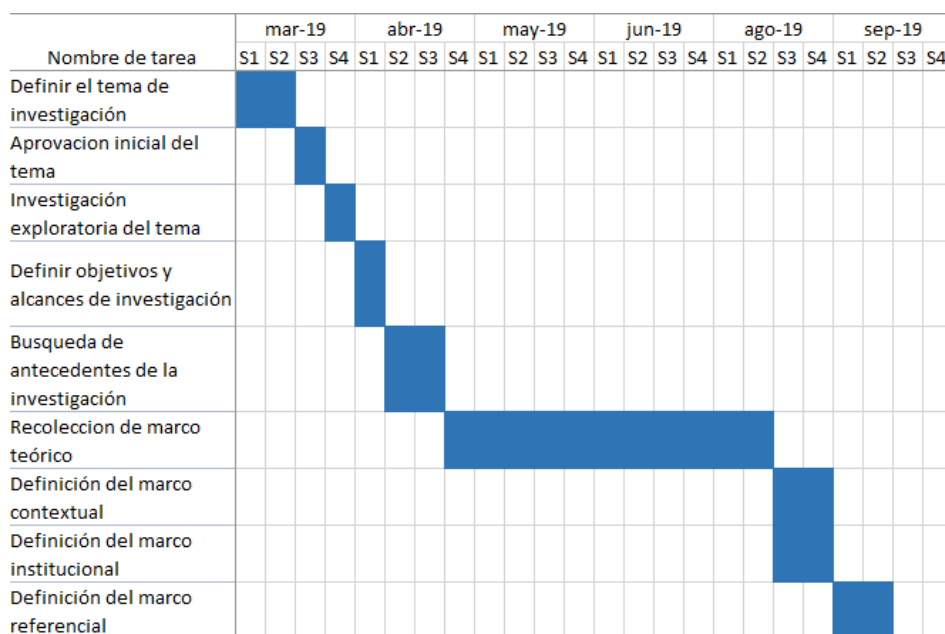


Figura 3.1 Diagrama de actividades de la primera etapa del proyecto. Fuente: elaboración propia

Dentro del diagrama de actividades se definen las tareas que se realizarán durante el desarrollo de la propuesta como se muestra en la figura 3.2. Para mayor claridad se agregó un diagrama de Gantt en el apéndice 1, 2, 3, 4 y 5 donde se muestra el diagrama completo de todas las tareas realizadas desde el primer día de la investigación.



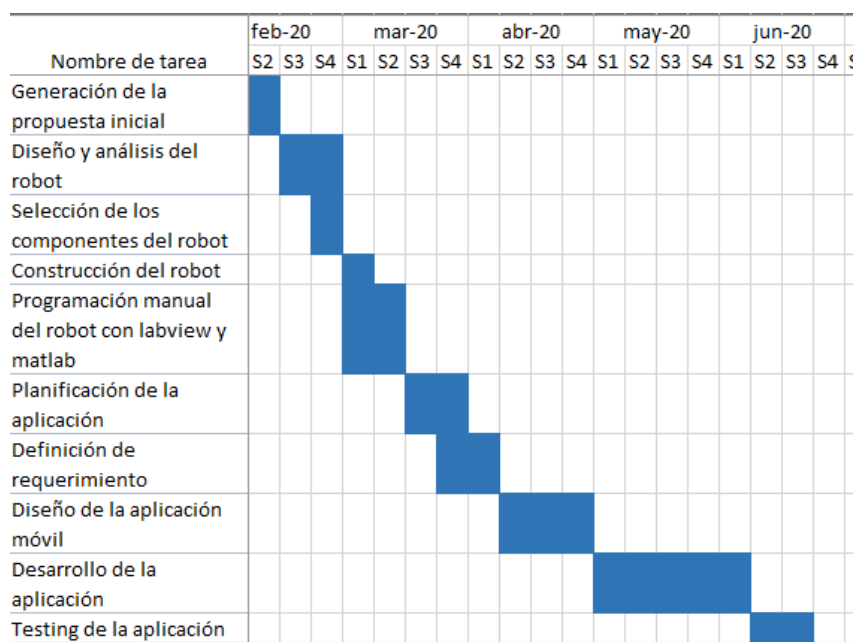


Figura 3.2. Diagrama de actividades para la etapa de la propuesta. Fuente: elaboración propia

### 3.2 Enfoque de la investigación

“Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cualitativos como cuantitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor rendimiento del fenómeno bajo estudio.”

(Hernández Sampieri, 2010)

Esta investigación tiene un enfoque mixto; cualitativo porque se obtendrá información al hacer los test a familiares, docentes y terapeutas sobre el comportamiento de los infantes con el padecimiento TDAH para de esta forma conocer cómo reaccionan los niños ante diferentes estímulos de la misma forma entender cómo se desarrollan en el ambiente social y escolar; cuantitativa porque se harán test académicos para saber cómo es el desempeño académico antes y después de utilizar la herramienta, de tal manera que se pueda hacer una tabla comparativa de la

cantidad de errores y aciertos que se obtengan en ambas pruebas, esta última prueba arrojará resultado que servirán para entender si la herramienta es funcional y como puede mejorar.

### **3.3 Instrumentos de recopilación de información**

Los instrumentos que se utilizaron para recopilar la información son los siguientes:

#### **3.3.1 Instrumentos cualitativos**

- Entrevistas a profesores, familiares y especialistas

Se realizó una entrevista a profesores, familiares y especialistas con la finalidad de obtener información, de tal manera que se pudiera conocer cómo reaccionan los infantes cuando entran en algún tipo de crisis dependiendo el lugar y la compañía que tuvieran en el momento de la crisis, también se realizaron preguntas para conocer qué áreas mentales del niño se pueden ver afectadas para beneficio del infante mediante la tecnología.

- Observación de comportamiento de los niños diagnosticados.

Es importante conocer el comportamiento de los niños con TDAH, así como su reacción antes alguna eventualidad en su rutina o las crisis que presentan en determinado momento, razón por la cual la observación se realizó sin alterar la muestra.

#### **3.3.2 Instrumentos cuantitativos**

- Encuestas a padres de familia, docentes y especialistas, con la finalidad de conocer como es el comportamiento de los niños con respecto a los demás niños de su edad que se desenvuelven en el mismo ámbito académico.

### **3.4. Población**

Al ser una investigación delimitada a niños con TDAH la selección se realizó de la siguiente manera:

- Niños entre 6 y 10 años del instituto latino de Morelia.

La población corresponderá a todos los niños que tienen este trastorno que en total son 7 niños que está confirmado presentan este trastorno y alrededor de entre 6 y 8 niños que están en proceso de canalización por un experto.

De los 7 niños confirmados con este trastorno, 4 están en tercer grado de primaria y tienen 8 años, uno más tiene 10 años y está cursando quinto grado, mientras los 2 restantes tienen 9 años y se encuentran cursando cuarto grado de primaria, los niños en proceso de confirmación con TDAH están en primero y segundo año, por lo que tienen entre 6 y 7 años.

Es importante mencionar que al menos en dos casos de los siete confirmados, la madre o el padre del niño presentan TDAH.

### **3.5. Hipótesis y variables**

En la tabla 3.1 se presenta la hipótesis y las variables que la involucran para resolver el problema de esta investigación.

Tabla 3.1 Hipótesis de la investigación.

<b>Hipótesis</b>		
El uso de un software para programar un robot tipo delta que incluya realidad aumentada excitara las células espejo de un niño con TDAH y TEA y aumentará su desempeño académico y mejorará sus habilidades sociales		
Tipo de hipótesis	Correlacional	
Variables	Usar un software para programar un robot	Aumentará su desempeño académico y mejorará sus habilidades sociales
Definición conceptual	Programas en una tableta que sirve para mover un robot.	El tipo de relación con sus compañeros, así como las habilidades obtenidas en clases.
Definición operacional	Sistemas utilizados para mejorar habilidades en las personas.	Observación del comportamiento de los infantes.

Fuente: elaboración propia

### 3.6. Herramientas de recolección de datos

#### 3.6.1. Cuestionario

Se utilizó un cuestionario debido a que es una de las herramientas más utilizadas para la recolección de datos, permite obtener los datos que se desean y dependiendo de las preguntas se

puede obtener la información con mayor detalle. El cuestionario tiene una serie de pasos a seguir para realizarlo de la forma adecuada:

- Definir que se quiere medir
- Propósito de la escala
- Composición de los ítems
- Numero de ítems
- Contenido
- Definición y ordenación
- Prevención de los sesgos en su cumplimentación
- Codificación de las respuestas

### **3.6.2. Observación**

Se planeó una observación sistemática o estructurada, esto debido a que ya se sabe que se quiere observar en la investigación y no se intervendrá en la misma, solo se tendrá una participación pasiva, en donde se observará el fenómeno como espectador, sin intervenir o alterar el fenómeno.

## **3.7. Validación de los instrumentos**

### **3.7.1 Validación de cuestionario**

Para validar el cuestionario se decidió utilizar el método Delphi, el cual está estructurado en cuatro grandes momentos.

#### **Primer momento**

Se especifica el objetivo de la investigación

#### **Segundo momento**

Se seleccionarán los diferentes expertos que se necesitarán para revisar y analizar el cuestionario que se planteara. Es importante que en este momento se forme un panel de expertos que tengan la siguiente información:

- Objetivo del estudio
- Criterios de selección
- Calendario y tiempo máximo de duración
- Resultados esperados
- Recompensa (crédito, monetaria, etc.)

### **Tercer momento**

En este punto se desarrollan las preguntas donde cada ítem se realizó de manera exhaustiva y con la redacción correcta, en este punto se enviará el cuestionario propuesto al panel de expertos con la finalidad de que localicen errores y mejoren la redacción de las preguntas para obtener la información adecuada.

### **Cuarto momento**

El objetivo del cuestionario es disminuir el margen de error y sesgar el cuestionario. Para la validez del presente instrumento de investigación se realizó lo siguiente en base al método Delphi:

#### **Objetivo (primer momento)**

Desarrollar una herramienta tecnológica que ayude a los que los niños con TDAH mejoren sus habilidades sociales y académicas.

#### **Panel de expertos (segundo momento)**

Dr. Rubén Fernando Rueda Chávez. Experto en investigación científica.

M.C. Sergio Armando Galván Chávez. Experto en electrónica y robótica.

Mtro. Marco Antonio Molina Aguilar. Experto en pedagogía educativa y enseñanza de la lengua.

APE. Centro especializado en los diferentes comportamientos de niños con TDAH, así como expertos en la función de las neuronas espejo del ser humano.

### **Revisión de cuestionario (tercer momento)**

Los diferentes ítems fueron modificados y mejorados para obtener la información deseada acorde a los conocimientos de cada uno de los expertos del panel.

### **Explotación de resultados (Cuarto momento)**

La mayoría de los ítems están colocados en la escala de Likert con la finalidad de poder meter los resultados obtenidos en un SPSS y de esta manera poder validar todo el cuestionario.

### **3.7.2. Validación de observación**

La observación fue validada por diferentes especialistas de la clínica APE, así como por el Mtro. Marco Antonio Molina Aguilar, quien convive con varios niños que tienen TDAH dentro del salón de clases.

## **3.8. Procedimiento estadístico**

Los datos obtenidos fueron puestos en una hoja de cálculo, donde realizo una gráfica donde puede visualizar el número total de infantes con TDAH, así como cuantas son niñas y cuantos son niños, de igual manera se realizó una matriz con las reacciones que tenían los niños cuando algo no salía como ellos esperaban, de esta manera podemos obtener la media de las reacciones, así como visualizar cual es la reacción más común entre las niñas y niños que son parte del estudio.

Para validar el cuestionario se utilizó el método de Likert para dar validez a cada uno de los ítems que componen el cuestionario.

### **3.9. Pretest**

Dentro del Pretest se tomaron 3 aspectos como los más importantes que están mencionados en la hipótesis, el aspecto académico y el aspecto social y al final se agregó el aspecto tecnológico.

### **3.10. Prueba piloto**

Mediante la observación se determinó que todos los niños tienen diferentes formas de reaccionar, un aspecto a tomar en cuenta es que se observó que el comportamiento de los niños dependía de varios factores:

- Numero de compañeros.
- Experiencias de días anteriores.
- Estrés en el aula.
- Alteración en los horarios (materias, recesos, otros)

Los niños raramente reaccionaban de la misma forma en la escuela, incluso había quienes se bloqueaban por completo y el tiempo de bloqueo nunca era el mismo, dependía de que de las cosas anteriormente mencionada se vio afectada.

### **3.11. Matriz de congruencia**

A continuación, se muestra la matriz de congruencia de la investigación.



Tabla 3.2 Matriz de congruencia

Matriz de congruencia						
Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión de las variables	Indicadores	Teoría	Ítem
Desarrollar un software para la programación de un robot tipo delta, que mediante las llamadas "neuronas espejo" sirva de herramienta didáctica para mejorar el desempeño académico y mejorar las habilidades sociales en niños entre 6 y 10 años del Instituto Latino de Morelia que presenten TDAH	El uso de una herramienta tecnológica aumentará el desempeño académico de los niños	Desempeño Académico Desarrollo social Tecnología	Mejora académica	Exámenes, observación, cuestionario	Capítulo 2, sección 2.5.1-2.5.4	Item 1 de examen, item 1 de observación, item 1 de cuestionario
	El uso de una herramienta tecnológica aumentará el desempeño académico de los niños con TDAH		Mejora social	Observación, cuestionario	Capítulo 2, sección 2.5.1-	Item 1 de cuestionario
			Terapia	Tabla comparativa de resultados	Capítulo 2, sección 2.5.7	Item 1 tabla comparativa

Fuente: elaboración propia

### 3.12. ítems de la matriz

#### 3.12.1. ítem de examen

Comúnmente los niños con TDAH tienen problemas de aprendizaje y pueden presentar problemas de lenguaje y lectura, por esta razón el examen que se aplicará será una lectura para conocer el grado de comprensión lectora antes y después de la terapia con la herramienta propuesta. Examen:

**Ayer estuve en el circo con mi familia. Salió un payaso con un pantalón rojo. A mi hermano le dio miedo y nos fuimos.**

- ¿Cómo se titula la lectura?
- ¿De qué color era el pantalón del payaso?
- ¿En dónde estuve ayer?
- ¿Qué le dio a mi hermano?
- ¿Con quién estuve en el circo?

#### 3.12.2. ítem de observación

A continuación, se presenta (tabla 3.3) el ítem diseñado para observar el comportamiento de los niños durante la etapa de recopilación de información.

Tabla 3.3 Ítem de observación

N°	Nombre del niño	Grado de TDAH	Entro en crisis		¿Cuánto tiempo duro	Observaciones generales
			Si	No		

Fuente: elaboración propia

La N° representa el número de observación que se está realizando; también en el momento de realizar una observación es importante conocer el grado de TDAH que cada paciente tenga, ya que los resultados de la observación van a varias dependiendo este factor, y observaciones generales es importante conocer si hubo algún detonando o si existe alguna situación que sea repetitiva cuando el niño va a entrar o entra en crisis.

### 3.12.3. ítem de tabla comparativa

La tabla comparativa es importante ya que por medio de esta se conoce cuáles son los distintos medios de terapia que se utilizan y se puede hacer una comparación entre cómo funcionan los diferentes métodos existentes y el propuesto en esta investigación.

Tabla 3.4 Ítem de tabla comparativa

Tipos de terapias para TDAH			
Terapia	Musico-terapia	Métodos Didácticos	Mi herramienta
Definición			
Ventajas			
Desventajas			
Método de evaluación			

Fuente: elaboración propia

#### 3.12.4. Ítem de cuestionario

Es importante para esta investigación realizar un cuestionario a los involucrados en la investigación (padres, maestras, terapeutas) ya que de esta manera se van a recolectar datos que son importantes para el desarrollo y la implementación de la herramienta.

Tabla 3.5 Ítem de cuestionario

Dimensión	Variable	Tipo de variable				Tipo de respuesta
		Dep	Ind	Cual i	Cua nti	
Identificación	Genero					Hombre/Mujer
	Persona que responde					Familiar/Especialista

Aspecto académico	Durante su estancia en la escuela, ha repetido algún curso					Si-No
	Si el niño no ha repetido algún grado y debería repetirlo, cree que es conveniente dejarlo pasar por su condición					Si-No
	Considera que el nivel académico del paciente es el adecuado respecto a sus compañeros de clase					Si-No
	Las habilidades adquiridas a través del tiempo en el aspecto lector como han sido					Acuerdo-Desacuerdo 1,2,3,4,5

	Las habilidades adquiridas a través del tiempo en el aspecto de escritura como han sido					Acuerdo-Desacuerdo 1,2,3,4,5
	Las habilidades adquiridas a través del tiempo en el aspecto de cálculo matemático como han sido					Acuerdo-Desacuerdo 1,2,3,4,5
	Las habilidades adquiridas a través del tiempo en el aspecto de lenguaje como han sido					Acuerdo-Desacuerdo 1,2,3,4,5
Aspecto social	Durante un evento inesperado, la reacción del paciente tiende a ser de enojo					Acuerdo-Desacuerdo 1,2,3,4,5

	<p>Cuando el paciente sufre una crisis, tiende a aislarse y encerrarse en sí mismo por unos minutos</p>					<p>Acuerdo-Desacuerdo</p> <p>1,2,3,4,5</p>
	<p>Cuando el paciente se encuentra en un lugar donde hay muchas personas tiende a sentirse cómodo</p>					<p>Acuerdo-Desacuerdo</p> <p>1,2,3,4,5</p>
	<p>Considera usted que el uso de la tecnología puede repercutir como buena terapia para niños con TDAH y TEA</p>					<p>Acuerdo-Desacuerdo</p> <p>1,2,3,4,5</p>
Herramientas tecnológicas	<p>En terapia el paciente alguna vez ha utilizado</p>					<p>Acuerdo-Desacuerdo</p> <p>1,2,3,4,5</p>

	tecnología en su proceso de terapia					
	Como se comporta el paciente al utilizar tecnología en casa o escuela					Acuerdo-Desacuerdo 1,2,3,4,5
	Cuando el paciente está en contacto con la tecnología, está enfocado en la herramienta tecnológica 100%					Acuerdo-Desacuerdo 1,2,3,4,5

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

### 4.1 Análisis de resultados

#### 4.1.1 SPSS

Se utilizó la herramienta SPSS para hacer un análisis de los resultados obtenidos de las herramientas de recolección de datos cuantitativas obteniendo diferentes datos que son de suma importancia para la investigación. En la tabla 4.1 se muestra el total de elementos realizados, en este caso se realizaron 18 encuestas en la cual todas fueron satisfactorias, obteniendo 100% del total de elementos levantados computarizados.

Tabla 4.1 Procesamiento de casos.

#### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	18	100.0
	Excluido	0	.0
	Total	18	100.0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Fuente: elaboración propia

SPSS muestra que se obtuvo un alfa de Cronbach de .589, de un total de 8 elementos analizados, estos 8 elementos representan los diferentes factores que se analizaron y que se mostraron en el capítulo 3, por lo cual se puede decir que se tiene un alfa de Cronbach bueno si se considera que el ideal es .8 en la tabla 4.2 se muestran las estadísticas mencionadas así como los elementos analizados.



Tabla 4.2 Estadística de fiabilidad

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
.589	8

Fuente: elaboración propia

Se muestra como pudiera mejorar el alfa de Cronbach si solo se utilizarían elementos estandarizados en la tabla 8, este número nos indica que si solo se toman en cuenta elementos estandarizado el alfa de Cronbach tendría un aumento de .36 lo cual mostraría que nuestro elemento de recolección de datos sería mejor si lo dejamos como SPSS lo sugiere.

Tabla 4.3 Estadística de la fiabilidad

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.589	.625	8

Fuente: elaboración propia

Al levantar las encuestas se obtuvieron diferentes resultados dependiendo quien era la persona encuesta y su relación con los infantes que padecen TDAH y TEA, SPSS muestra en la

tabla 4.4, cual fue la respuesta promedio ante cada una de las preguntas, así como la desviación estándar y el número total de pruebas que fueron aceptadas porque estaban contestadas de forma adecuada.

Tabla 4.4 Estadística del elemento.

**Estadísticas de elemento**

	Media	Desviación estándar	N
¿Cuál es el nivel del niño en habilidades lectoras con respecto a sus compañeros?	2.56	.784	18
¿Cuál es el nivel del niño en habilidades de escritura con respecto a sus compañeros?	2.67	.907	18
¿Cuál es el nivel del niño en habilidades de cálculo matemático con respecto a sus compañeros?	2.72	.958	18

¿Las reacciones del infante son de enojo ante un evento inesperado?	2.33	.594	18
Durante una crisis, ¿El paciente tiende a aislarse?	2.61	.850	18
Cuando hay mucha gente, ¿El paciente tiende a sentirse incomodo?	3.06	1.162	18
¿Considera que el uso de tecnología puede ayudar como terapia	2.28	.895	18
¿Cómo responde el infante ante el uso de la tecnología?	1.22	.548	18

Fuente: elaboración propia

## 4.1.2 Análisis Porter

### 4.1.2.1 Cadena de valor actual

La cadena de valor actual dará un preámbulo de cómo está actualmente constituido el lugar en donde se llevará a cabo la investigación, es importante tomar en cuenta esta cadena de valor porque es con lo que actualmente cuenta la institución educativa, son puntos que eventualmente se tienen que mejorar de tal manera que la herramienta propuesta funcione de forma correcta.

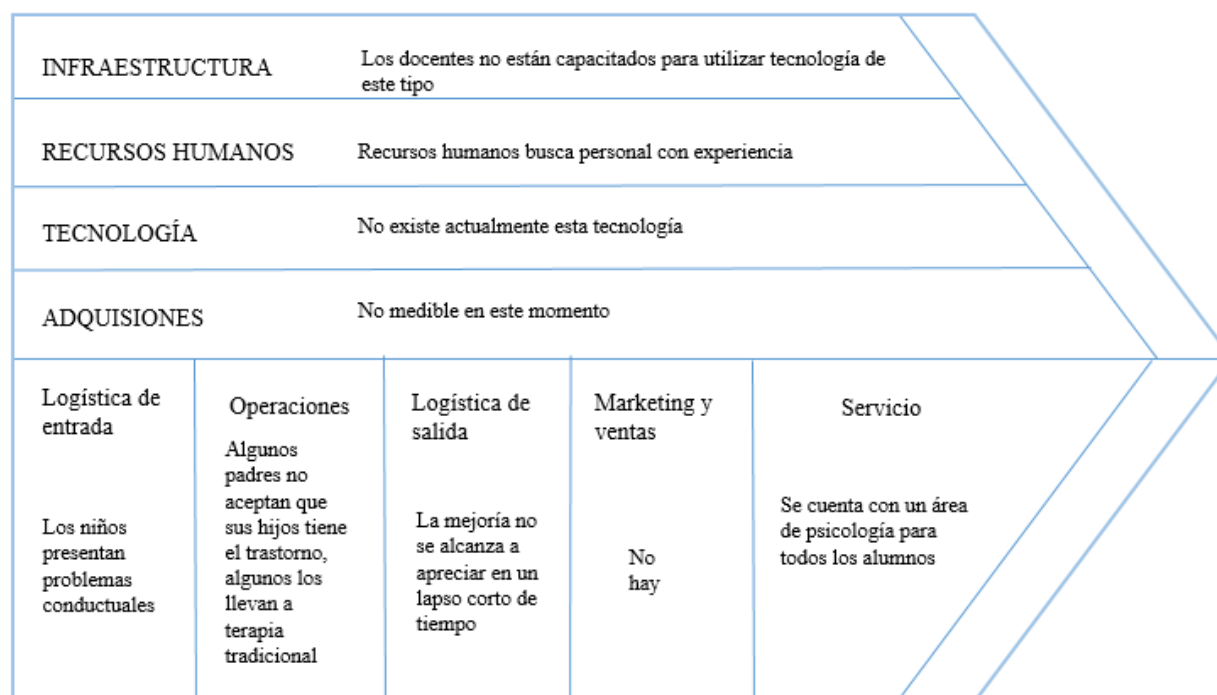


Figura 4.1: Cadena de valor actual. Fuente: elaboración propia

### 4.1.2.2 Fuerzas de Porter

Las 5 fuerzas de Porter arrojan una noción de cuáles son los puntos más fuertes del proyecto, estas 5 fuerzas en conjunto con el análisis de Porter y el diamante de Porter darán como resultado conocer cuáles son los puntos fuertes y débiles de la presente investigación.

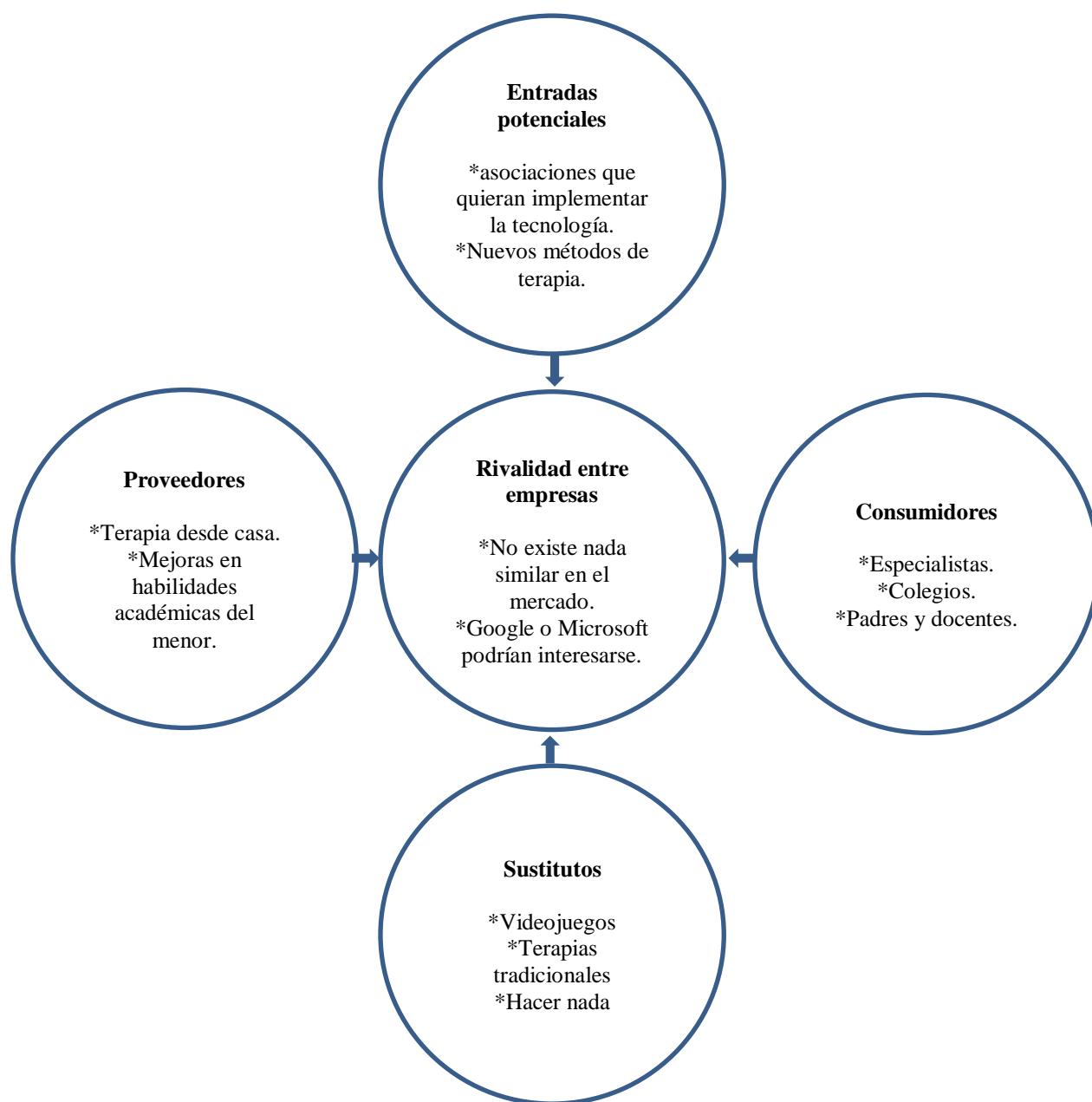


Figura 4.2: Fuerzas de Porter. Fuente: elaboración propia

### 4.1.3.3 Análisis de Porter

Después de analizar las 5 fuerzas de Porter, se realizó un análisis de Porter esto con la finalidad de apreciar de forma más detalla las debilidades y fortalezas del proyecto, donde hace un ranking de 1 a 4, donde el 1 es muy débil y el 4 muy fuerte; quedando el análisis de la siguiente manera como se muestra en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Matriz fuerzas de Porter.

Fuerza	Descripción	calificación	
Fuerza 1	<b>Competidores Potenciales</b>	4	Fuerte
Variables	Acceso a la terapia	3	
	Acceso a la tecnología	4	
	Inversión	4	
	Publicidad	4	
fuerza 2	<b>Poder del cliente</b>	3	Fuerte
Variables	Número de clientes	3	
	Costo de compra	3	
	Competencia por clientes	4	
	Poder adquisitivo de los clientes	3	
fuerza 3	<b>Poder de proveedores</b>	2	Débil
Variables	Negociación de proveedores	2	
	Cantidad de proveedores	1	
	Acceso a la tecnología	1	
	Costos	3	

fuerza 4	<b>Productos sustitutos</b>	2	Débil
	Número de sustitutos	2	
	Disponibilidad de sustitutos	2	
	Disposición a pagar el cambio	2	
<b>Resultado</b>	<b>Grado de Rivalidad de competidores</b>	<b>2.75</b>	<b>Media</b>
	Competidores Potenciales	2	Débil
	Poder del cliente	3	Fuerte
	Poder de proveedores	2	Débil
	Amenazas sustitutas	2	Débil

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.3.4 Diamante de Porter

Otra manera de interpretar el análisis es mediante el conocido diamante de Porter, en donde mediante un plano cartesiano y después de realizar el análisis, se coloca un punto en cada vértice del plano, de esta manera los competidores potenciales(CP) son una amenaza fuerte, el poder los proveedores(PP) es débil, las amenazas sustitutas(AS) es débil y el poder del cliente(PC) es fuerte; quedando el diagrama como se muestra en la figura 4.3.

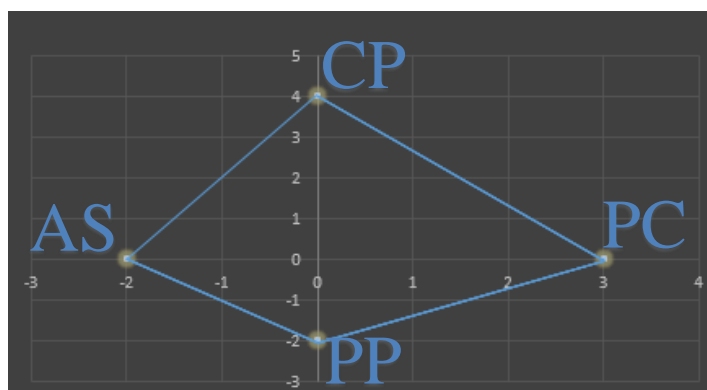


Figura 4.3: Diamante de Porter. Fuente: elaboración propia

## 4.2 Interpretación de resultados

### 4.2.1 SPSS

SPSS crea un reporte como se muestra en la tabla 4.6 donde se muestran los diferentes elementos que fueron analizados y brinda características del análisis cuantitativo, brindando información de que elementos pueden suprimirse para elevar el alfa de Cronbach del elemento.

Tabla 4.6 Estadísticas de total de elemento

#### Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido



¿Cuál es el nivel del niño en habilidades lectoras con respecto a sus compañeros?	16.89	7.869	.832	.941	.386
¿Cuál es el nivel del niño en habilidades de escritura con respecto a sus compañeros?	16.78	7.712	.716	.921	.401
¿Cuál es el nivel del niño en habilidades de cálculo matemático con respecto a sus compañeros?	16.72	7.624	.681	.920	.407

¿Las reacciones del infante son de enojo ante un evento inesperado?	17.11	9.281	.693	.727	.472
Durante una crisis, ¿El paciente tiende a aislarse?	16.83	15.676	-.632	.577	.783
Cuando hay mucha gente, ¿El paciente tiende a sentirse incomodo?	16.39	9.193	.227	.320	.591
¿Considera que el uso de tecnología puede ayudar como terapia	17.17	10.500	.145	.504	.602
¿Cómo responde el infante ante el uso de la tecnología?	18.22	10.889	.264	.255	.569

Fuente: elaboración propia

### **4.2.3 Porter**

Del análisis realizado se puede intuir que los competidores potenciales representan un riesgo para la investigación ya que se trata de empresas de clase mundial que siempre están innovando en el mundo tecnológico, por otro lado, el diamante dice que el poder del cliente puede ser sustancialmente potencial esto debido a la cantidad de personas e instituciones que estarían dispuestas a utilizar el método propuesto. Actualmente no hay productos sustitutivos por lo cual es una amenaza que por el momento no preocupa y por esa razón los proveedores tienen un poco de ventaja, al no haber nada parecido en el mercado pueden suceder dos cosas que tengan todo el poder de negociación a su favor o que no puedan negociar por la falta de conocimiento de los posibles consumidores.

#### **4.2.3.1 Cadena de valor mejorada**

Se propone una cadena de valor mediante la cual se busca mejorar los procesos que en la cadena de valor actual son deficientes o que no existen, esta cadena de valor está definida por las necesidades que se tienen que cubrir.

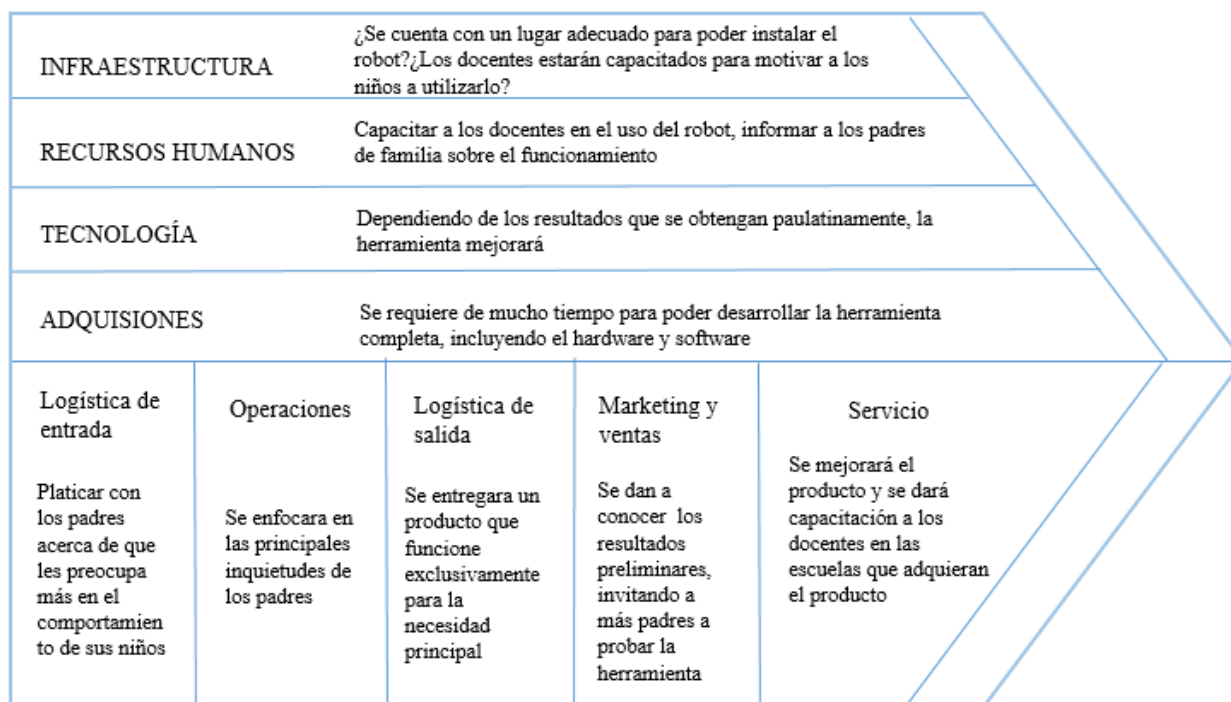


Figura 4.4: Cadena de valor mejorada. Fuente: elaboración propia

### 4.3 Conclusiones generales

El área de oportunidad es muy grande, para mejorar el proyecto. En el análisis de SPSS se obtuvo .549 de fiabilidad, lo ideal es .800, por lo cual hay un área de oportunidad para mejorar la herramienta y poder obtener los resultados esperados, dentro de la estadística total del elemento se observa como el software indica cuales son las variables donde se puede mejorar el cuestionario y cuales variables no son muy útiles.

Dentro de la cadena de valor se puede intuir que las posibilidades de que el proyecto funcione son buenas, existen competidores fuertes y eso podría ser una debilidad, pero también se obtuvieron ventajas en el resto de las fuerzas, por lo cual es un área de oportunidad bastante grande.

## CAPÍTULO 5 PROPUESTA

### 5.1 Propuesta general

Se propone diseñar una herramienta para mejorar las habilidades académicas de los pacientes, específicamente dos:

- Habilidades lectoras
- Habilidades de escritura

Del mismo modo se propone que la herramienta cuente con un módulo para poder potencializar las habilidades sociales, específicamente una:

- Socializar

Después de realizar el análisis de marketing con ayuda de las 5 fuerzas de Porter, se considera que lo ideal sería establecer un modelo de negocio de:

- B2C

De la misma forma se entiende que se tiene formar un enfoque mixto por lo cual se propone enfocarse en los siguientes aspectos:

- Producto
- Clientes
- Comunicación
- Individuo
- Interactividad

## **5.2 Propuesta**

Para lograr concretar las propuestas antes mencionadas se construirá un robot delta mediante el cual los pacientes interactuarán y jugarán con el robot de forma física mediante un software equipado con realidad aumentada diseñado específicamente para que ayude de terapia a todos los infantes que presenten el trastorno del espectro autista, el programa consiste en ordenar objetos de forma virtual en un mundo real, es decir, en una tableta o computador a los pacientes les aparecerán diferentes objetos virtuales que ellos tienen que acomodar, identificar, seleccionar, ordenar, de forma real con el robot, es un juego que incluye un mundo virtual y un mundo real.

## **5.3 Diseño del robot Delta**

Según la asociación de industrias robóticas (RIA), un brazo manipulador está definido como “manipulador automático servo-controlado, reprogramable, polivalente, capaz de posicionar y orientar piezas, útiles o dispositivos especiales, siguiendo trayectorias variables reprogramables, para la ejecución de tareas variadas. Normalmente tiene la forma de uno o varios brazos terminados en una muñeca. Su unidad de control incluye un dispositivo de memoria y ocasionalmente de percepción del entorno. Normalmente su uso es el de realizar una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material”

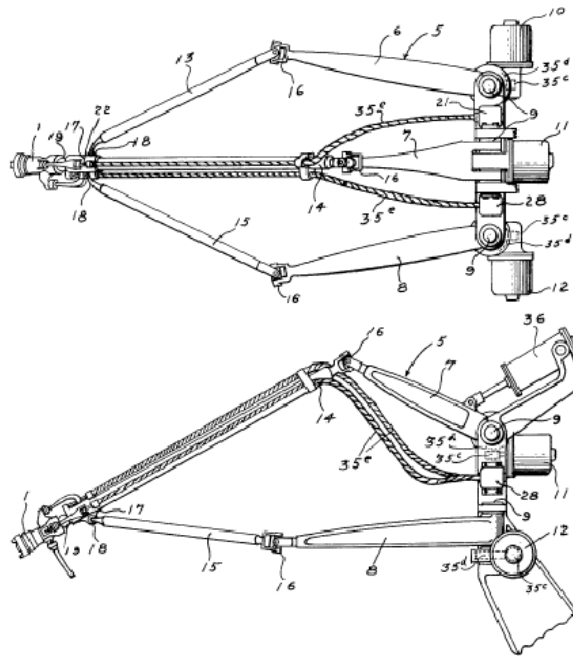


Figura 5.1: Robot paralelo patentado por W.L.V Pollard. Recuperado de:  
[https://www.researchgate.net/figure/Robot-paralelo-patentado-por-WLV-Pollard\\_fig2\\_240618328](https://www.researchgate.net/figure/Robot-paralelo-patentado-por-WLV-Pollard_fig2_240618328)

La idea básica del diseño de robot paralelo Delta es el empleo de paralelogramos, un paralelogramo permite a un eslabón de salida permanecer en orientación fija, con respecto a un eslabón de entrada. El empleo de tres paralelogramos restringe la orientación de la plataforma móvil, que permanece sólo con tres grados de libertad. Los eslabones de entrada de los tres paralelogramos son montados sobre palancas rotativas articuladas: con motores rotacionales o con actuadores lineales. Finalmente, una cuarta pierna es utilizada para transmitir el movimiento rotatorio desde la base a un “end-effector” montado sobre la plataforma móvil. (Tumbaco Mendoza & Quimbita Zapata, 2014)

### 5.3.1 Análisis geométrico del robot

Para poder explicar el análisis es conveniente observar la figura 5.2; se observa básicamente un par de plataformas conectadas por varios brazos, la plataforma fija no se mueve y es en esta plataforma donde se colocan los motores que harán que el sistema se mueva, los motores van colocados en los números 1,2 y 3; la plataforma móvil está en la parte de debajo de la figura 5.2, esta plataforma se va a mover en función del movimiento de los tres motores colocados en la plataforma fija del robot. Se puede apreciar que ambas estructuras están conectadas por un par de barras: brazo y antebrazo, el brazo y el antebrazo están conectadas por juntas esféricas (figura 5.3) de esta manera el movimiento de cada brazo del robot será más fluido.

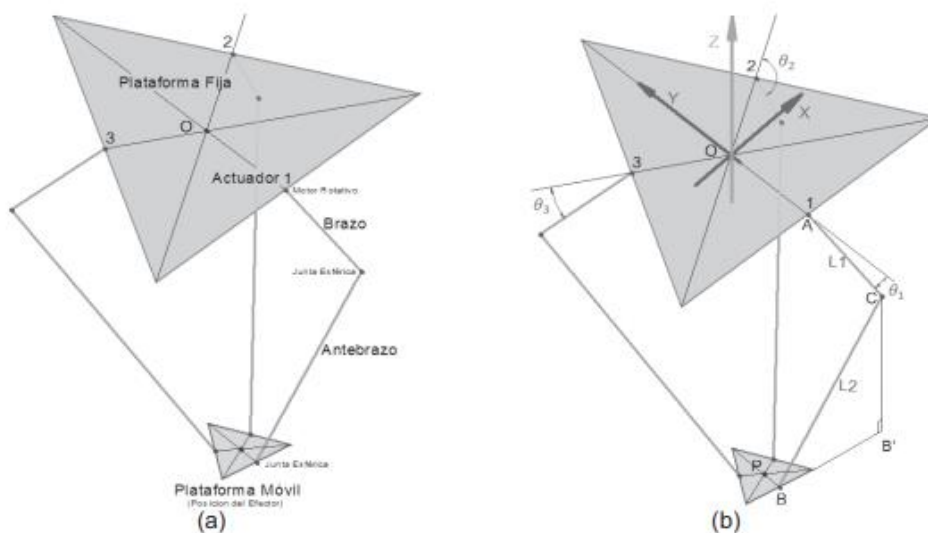


Figura 5.2: (a)Esquema del Robot tipo Delta. (b) Parámetros geométricos. Recuperado de:

<http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v21n1/v21n1a05.pdf>

Un aspecto por considerar es como se puede lograr que los tres brazos del robot delta se muevan de una manera sincronizada logrando obtener los ángulos deseados en cada uno de ellos



para que la plataforma móvil llegue al lugar deseado. Como lo menciona (Peña Cortes, César Augusto; Martínez Oviedo, Edison; Cárdenas Herrera, Pedro Fabián, 2011) el análisis cinemático inverso busca encontrar la relación entre la posición de la plataforma móvil, específicamente del punto  $E(x_i, y_i, z_i)$  y los ángulos de los brazos  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  donde están colocados los motores. (figura 5.3)



Figura 5.3: Rótula esférica. Recuperado de:

<http://spanish.stainlesssteeldeepgrooveballbearings.com/sale-10302249-m18-1-5-threaded-ball-joint-ends-si18-t-k-spherical-rod-end-ball-joints.html>

Para lograr la sincronización de todos los actuadores es importante poder visualizar el sistema de forma lateral como se observa en la figura 5.5, donde aparecen diferentes parámetros como R (radio de la plataforma fija), L1 (brazo), L2 (antebrazo), los ángulos y ejes mencionados anteriormente, y en la parte inferior se aprecia r (radio de la plataforma móvil) y P (centro de la plataforma móvil). Al juntar el análisis individual de cada uno de los brazos se obtiene el análisis cinemático del robot.

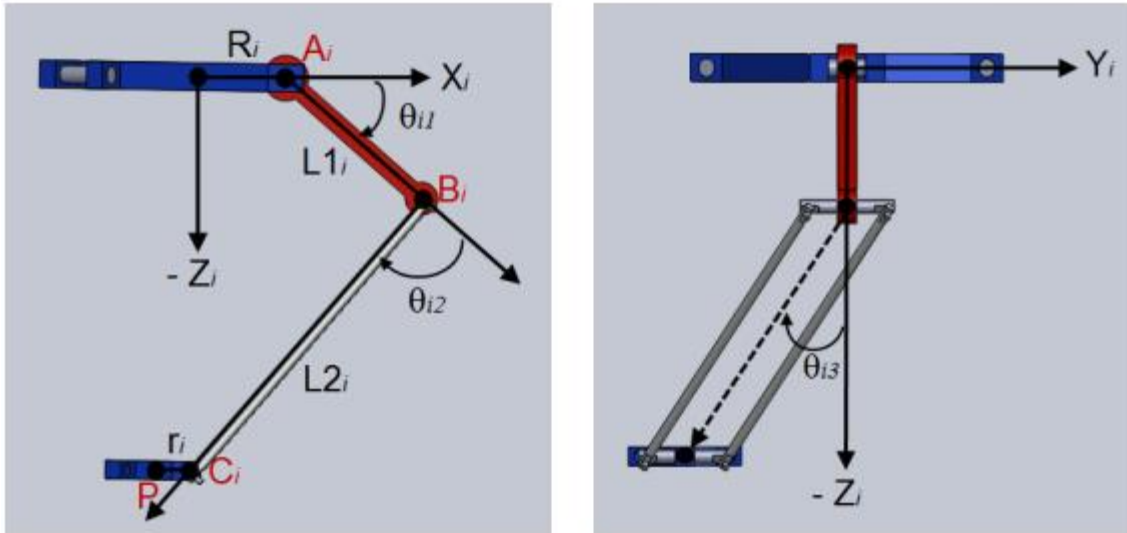


Figura 5.4: Vistas laterales y parámetros geométricos del robot paralelo tipo Delta (Lomelí Rodríguez, 2011)

Si  $P$  como se mencionó anteriormente es el centro de la plataforma móvil, este punto ocupara con un punto cualquiera dentro del área de trabajo del robot delta; tomando en cuenta que el inicio del sistema el centro de la plataforma móvil y de la plataforma fija deben coincidir se tiene que los puntos  $E(x_i, y_i, z_i)$  de la plataforma fija serán los puntos  $P(x_p, y_p, z_p)$  de la plataforma móvil, tomando este punto y suponiendo que se empieza con los puntos de ambas plataformas alineadas para el punto  $C_1 = [C_x C_y C_z]$

Quedando las ecuaciones de la siguiente manera:

$$C_{xi} = \cos \alpha_i (R + L_1 \cos \theta_{i1} + L_2 \cos \theta_{i3} \cos(\theta_{i1} + \theta_{i2})) - L_2 \sin \alpha_i \sin \theta_{i3} \quad (1)$$

$$C_{yi} = \sin \alpha_i (R + L_1 \cos \theta_{i1} + L_2 \cos \theta_{i3} \cos(\theta_{i1} + \theta_{i2})) - L_2 \cos \alpha_i \sin \theta_{i3} \quad (2)$$

$$C_{zi} = -L_1 \sin \theta_{i1} + L_2 \cos \theta_{i3} \sin(\theta_{i1} + \theta_{i2}) \quad (3)$$

Como la finalidad es tener la menor cantidad de interrogantes posibles se elevan al cuadrado y se suman las ecuaciones anteriores, obteniendo la siguiente:

$$[(R + L_1 \cos \theta_{i1}) \cos \alpha_i - C_{xi}]^2 + [(R + L_1 \cos \theta_{i1}) \sin \alpha_i - C_{yi}]^2 + [-L_1 \sin \theta_{i1} - Z_{zi}]^2 = 0 \quad (4)$$

La finalidad del sistema es que el punto P logre llegar al lugar deseado respetando los ángulos y movimiento de cada uno de los actuadores, entonces se tiene que el punto está dado por  $P = [x_p, y_p, z_p]$  y para lograr ubicarlo se tiene que hacer la siguiente suma:

$$X_p = C_{xi} - r \cos \alpha_i \quad (5)$$

$$Y_p = C_{yi} - r \sin \alpha_i \quad (6)$$

$$Z_p = C_{zi} \quad (7)$$

Si se restan la ecuación 5 y 7 se obtiene lo siguiente:

$$[(R + L_1 \cos \theta_{i1} - r) \cos \alpha_i - X_p]^2 + [(R + L_1 \cos \theta_{i1} - r) \sin \alpha_i - Y_p]^2 + [-L_1 \sin \theta_{i1} - Z_{zi}]^2 - L_2 = 0 \quad (8)$$

### 5.3.2 Análisis de cinemática inversa

Una vez realizado el análisis cinemático del robot delta es importante realizar el análisis de cinemática inversa para conocer los ángulos de los eslabones actuados  $\theta_{i1}$ , en este punto también se pueden encontrar estos valores mediante la ecuación (8), donde la nueva incógnita son los ángulos de  $\theta_{i1}$  para una posición del punto  $P = [x_p, y_p, z_p]$  para  $i = 1, 2, 3$ .

Despejando los ángulos  $\theta_{i1}$  de la ecuación (8) se obtiene:

$$\tan \frac{\theta_{i1}}{2} = \frac{-2Z_{pi} \pm \sqrt{4Z_{pi}^2 + 4R_1^2 - S_i^2} + Q_i^2 \left(1 - \frac{R_1^2}{L_1^2}\right) + Q_i \left(\frac{-2R_1 S_1}{L_1} - 4R_1\right)}{-2R_1 - Q_1 \left(\frac{R_1}{L_1} - 1\right) - S_i} \quad (9)$$

Donde:

$$R_1 = R - r \quad (10)$$

$$Q_1 = 2X_{pi} \cos \alpha_i + 2Y_{pi} \sin \alpha_i \quad (11)$$

$$S_i = \frac{1}{L_1} (-X_{pi}^2 - Y_{pi}^2 - Z_{pi}^2 + L_2^2 - L_1^2 - R_1^2) \quad (12)$$

Existe solución si y solo si:

$$4Z_{pi}^2 + 4R_1^2 - S_i^2 + Q_i^2 \left(1 - \frac{R_i^2}{L_1^2}\right) + Q_i \left(\frac{-2R_i S_i}{L_1} - 4R_1\right) \geq 0 \quad (13)$$

### 5.3.3 Análisis de cinemática directa

El análisis de cinemática directa consiste en determinar la posición del punto P, conociendo los ángulos  $\theta_{i1}$ . La cinemática directa se define por medio de la ecuación (8) al igual de la cinemática inversa, donde las incógnitas son la posición del punto  $P = [x_p, y_p, z_p]$  para un conjunto de ángulos dados  $\theta_{i1}$ , para  $i = 1, 2, 3$ .

La ecuación (8) se puede establecer de la siguiente manera:

$$(X_i - X_p)^2 + (Y_i - Y_p)^2 + (Z_i - Z_p)^2 = L_2^2 \quad (14)$$

Donde:

$$X_i = (R + L_1 \cos \alpha_{i1} - r) \cos \alpha_i \quad (15)$$

$$Y_i = (R + L_1 \cos \alpha_{i1} - r) \sin \alpha_i \quad (16)$$

$$Z_i = -L_1 \sin \theta_{i1}$$

## 5.4 Software para programar el robot tipo delta

Para lograr realizar la programación adecuada del robot y que pueda tener la funcionalidad deseada se requieren de tres diferentes softwares; en cada uno de ellos se programan diferentes aspectos, pero al final se deben de unificar todos para lograr un correcto funcionamiento del robot tipo delta.

### 5.4.1 Matlab

“La plataforma de MATLAB está optimizada para resolver problemas científicos y de ingeniería. El lenguaje de MATLAB, basado en matrices, es la forma más natural del mundo para expresar las matemáticas computacionales. Las gráficas integradas facilitan la visualización

de los datos y la obtención de información a partir de ellos. Una vasta biblioteca de herramientas (*Toolboxes*) integradas le permite empezar a trabajar inmediatamente con algoritmos esenciales para su dominio. El entorno de escritorio invita a experimentar, explorar y descubrir. Todas estas herramientas y funciones de MATLAB están probadas rigurosamente y diseñadas para trabajar juntas.” (MATLAB, 2020)

Matlab se caracteriza por ser un programa con gran desempeño y funcionalidad, además de su capacidad enorme para realizar soluciones matemáticas en un tiempo considerablemente rápido. Este software tiene la flexibilidad de poder conectar micros controladores al mismo, logrando de esta manera comunicación entre Arduino y Matlab.

Para poder hacer un robot delta de manera ideal se tiene que realizar el análisis matemático de cinemática directa e inversa, lo que se hace en este análisis son las matrices de las ecuaciones de transferencia de los movimientos del, al ser un robot que se va a mover a en diferentes direcciones y al mover en tres ejes (x, y, z), el tamaño de las matrices es bastante grande y realizar todo el análisis matemático directamente en Arduino IDE sería muy lento.

Otra de las razones principales para utilizar este software es que Matlab tiene una función en la cual, al ingresar las matrices del análisis directo o inverso, tiene la posibilidad de graficar en qué posición se colocarán las articulaciones para llegar el punto deseado, con un poco de programación y gracias a esta función se podrán trazar las diferentes alternativas que tendrá el brazo para llegar de un punto a otro.

#### **5.4.2 Arduino**

El Arduino Uno puede programarse con el (Software Arduino (IDE), “El ATmega328 en la Arduino Uno viene preprogramado con un gestor de arranque que le permite cargar un nuevo código en sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica utilizando el

protocolo STK500 original (referencia, archivos de encabezado C)” (Martínez Moreno, 2014).

También puede omitir el gestor de arranque y programar el microcontrolador a través del encabezado ICSP (Programación en serie en circuito) utilizando Arduino ISP o similar.

(ARDUINO, 2020)

El Arduino Uno tiene un fusible múltiple reinicializable “que protege los puertos USB de su computadora de cortocircuitos y sobrecorriente. Aunque la mayoría de las computadoras proporcionan su propia protección interna, el fusible proporciona una capa adicional de protección. Si se aplican más de 500 mA al puerto USB, el fusible interrumpirá automáticamente la conexión hasta que se elimine el corto o la sobrecarga.” (ARDUINO, 2020)

Se eligió Arduino por su versatilidad y los diferentes protocolos de comunicación que maneja que se adaptan perfectamente a MATLAB y a LabVIEW; al ser una placa electrónica brinda la posibilidad de poder controlar por medio de esta placa los servomotores que moverán al robot delta, logrando de esta forma incluir todos los elementos y dispositivos que necesitara el robot delta para lograr hacer su trabajo.

El software Arduino de código abierto (IDE) hace que sea fácil escribir código y subirlo a la placa. Se ejecuta en Windows, Mac OS X y Linux. El entorno está escrito en Java y se basa en el procesamiento y otro software de código abierto.

### **5.4.3 LabVIEW**

Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (LabVIEW) es un software de ingeniería de sistemas que requiere pruebas, medidas y control con acceso rápido a hardware e información de datos. (NationalInstruments, 2020)

“LabVIEW ofrece un enfoque de programación gráfica que le ayuda a visualizar cada aspecto de su aplicación, incluyendo configuración de hardware, datos de medidas y depuración.

Esta visualización hace que sea más fácil integrar hardware de medidas de cualquier proveedor, representar una lógica compleja en el diagrama, desarrollar algoritmos de análisis de datos y diseñar interfaces de usuario personalizadas.” (NationalInstruments, 2020)

La programación que se maneja dentro de LabVIEW es conocida como programación a bloques, ya que como se mencionó anteriormente cada elemento del programa está representado de forma gráfica dentro de un bloque, es sencillo de utilizar y muy completo, ya que incluye algunas librerías que sirven para trabajar con visión artificial e inteligencia artificial.

#### **5.4.4 Programación Matlab**

El software de Matlab será usado para hacer todo el cálculo matemático de los movimientos del robot y poder mostrar una gráfica de cuál sería el movimiento ideal del robot; este análisis se realizará resolviendo las ecuaciones de la cinemática directa e inversa del robot que se plantearon en anteriormente

##### **5.4.4.1 Graficar movimientos del robot**

Como en cualquier programa lo primero que se debe de hacer es ingresar las variables y las incógnitas que nos presenta el robot, como se observa en la figura 5.5 es importante definir la posición de los actuadores, si la plataforma fija fuese un círculo el primer actuador estaría en  $0^\circ$ , el segundo en  $120^\circ$  y el tercero en  $240^\circ$ , esta posición y estos valores son realmente importante, ya que Matlab tomara en cuenta estos valores para comenzar a hacer los análisis

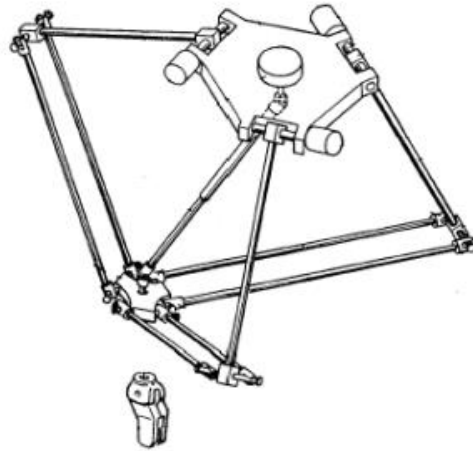


Figura 5.5: Robot paralelo tipo Delta Clavel. (Gudiño Lau, Jorge; Navarro Gutiérrez, Henry; Alcalá Rodríguez, Janeth; Charre Ibarra, Saida, 2017)

Posteriormente es importante definir los primeros ángulos que se van a buscar de cada brazo, el primer ángulo es el que se forma con la varilla de cada actuador con respecto a la plataforma fija, en la figura 5.6 están definidos de la siguiente manera:  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$ , también es importante definir el valor del largo de los brazos  $L_1$  y  $L_2$ , así como el valor del radio de la plataforma fija ( $R$ ) y el valor del radio de la plataforma móvil ( $r$ )



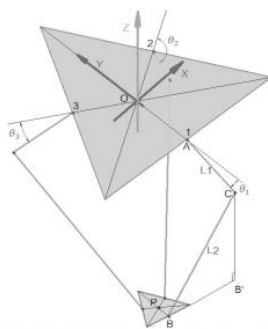


Figura 5.6: Parámetros geométricos. Recuperado de:

<http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v21n1/v21n1a05.pdf>

Una vez definidos estos valores se ingresan las ecuaciones definidas anteriormente para conocer los valores de los ángulos; una de las características de Matlab es que puede graficar movimientos por lo cual dentro del mismo proyecto se agregaron las matrices necesarias para que Matlab pudiera crear el plano requerido en 3D, como se muestra en la figura 5.7.

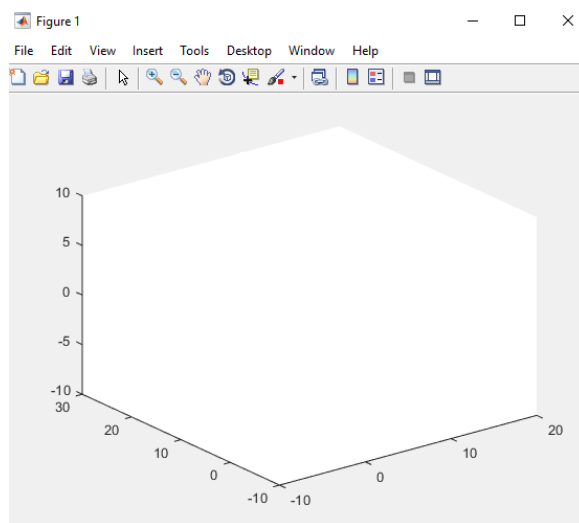


Figura 5.7: Plano 3D. Fuente: Elaboración propia

Dentro del programa usado el usuario ingresa la posición final a donde requiere que el punto P llegue, en la figura 5.8 se puede apreciar como cuando el usuario ingresa la posición a la

cual desea que el punto P del grafico llegue; mientras en la figura 5.9 se aprecia la plataforma móvil (triángulo pequeño) que llega al punto deseado.

```

coordenada x= 5
coordenada y= 10
coordenada z= 30

ZMAXIMA =

33.9143

```

Figura 5.8: Movimiento manual por el usuario. Fuente: elaboración propia

En la figura 5.9 se observa que el punto P llega al lugar deseado, en la figura 28 se observa una leyenda que dice “ZMAXIMA”, en el programa en Matlab se definió que los brazos del robot para este ejercicio fueran de  $L1=15$  y  $L2=20$ , esta zmaxima significa que por ninguna circunstancia el robot podrá ir más de 33.9143 en el eje z, que es la única limitante que se tiene hasta el momento.

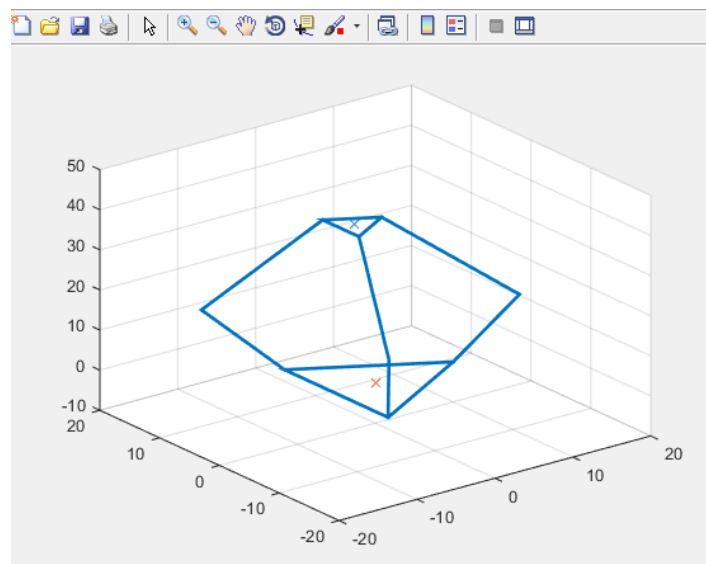


Figura 5.9: Gráfico de robot delta. Fuente: elaboración propia

### 5.4.5 Programación LabVIEW

LabVIEW es el software encargado de hacer la conexión entre Matlab, LabVIEW y Arduino. En este software existe un bloque que sirve para establecer la conexión (figura 5.10) con el puerto de la computadora, se utilizara una librería llamada LINX. LINX es un proyecto de fuente abierta de Diligente y está diseñado para facilitar el desarrollo de aplicaciones embebidas usando LabVIEW. LINX incluye VIs para más de 30 de los sensores embebidos más comunes, así como APIs de hardware agnóstico para tener acceso a periféricos como E/S digitales, E/S analógicas, PWM, I2C, SPI y UART.

Ya sea que se esté controlando de manera remota un chipKIT o Arduino por USB/Serial, Ethernet o Wi-Fi o implementando VIs para ejecutar en BeagleBone Black o Raspberry Pi 2/3, LINX y LabVIEW hacen más fácil visualizar los datos con los que está trabajando, depurar su código y crear aplicaciones embebidas avanzadas más rápido que antes.

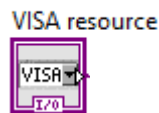


Figura 5.10: Bloques de comunicación a puerto serial y Arduino. Fuente: elaboración propia

Cuando el programa se encuentre en ejecución aparecerá una ventana como la figura 5.11 que es donde se debe colocar el número de puerto al cual está conectado el Arduino a la computadora, cuando LabVIEW no muestre nada cuando se despliega la flecha significa que no ha detectado el Arduino.

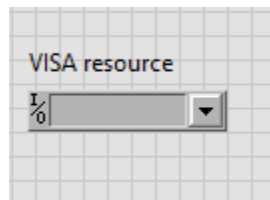


Figura 5.11: Seleccionar puerto serie. Fuente: elaboración propia

Posteriormente se requiere que se coloquen los tres servomotores que se van a utilizar, esto para que los motores se energicen en cuanto el programa se ponga en ejecución, y se deben colocar como se muestra en la figura 5.12, al utilizar la librería de LINX no es necesario utilizar los bloques de Arduino, ya que dentro de LINX podemos colocar el bloque para iniciar la comunicación, así como los pines en donde se conectaran los servomotores.

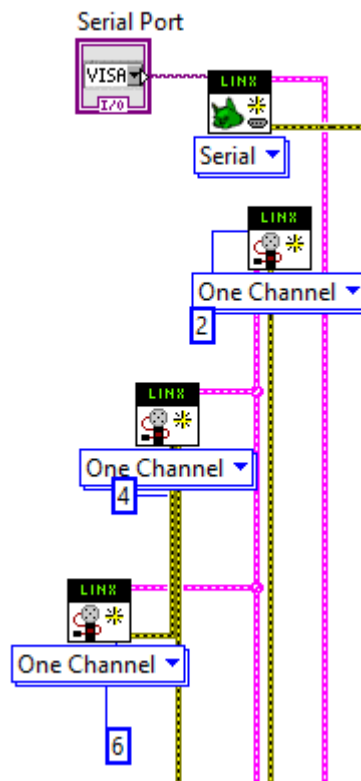


Figura 5.12: Conexión de servos en LabVIEW con LINX. Fuente: elaboración propia

Como se pretende que se pueda apreciar en tiempo real el gráfico del movimiento del robot conforme varían los valores de los 3 ejes que tiene el robot delta, es importante en Matlab colocar tres controladores numéricos, los cuales se pueden obtener dando clic derecho sobre el panel frontal de LabVIEW en el bloque de numeric como se muestra en la figura 5.13.

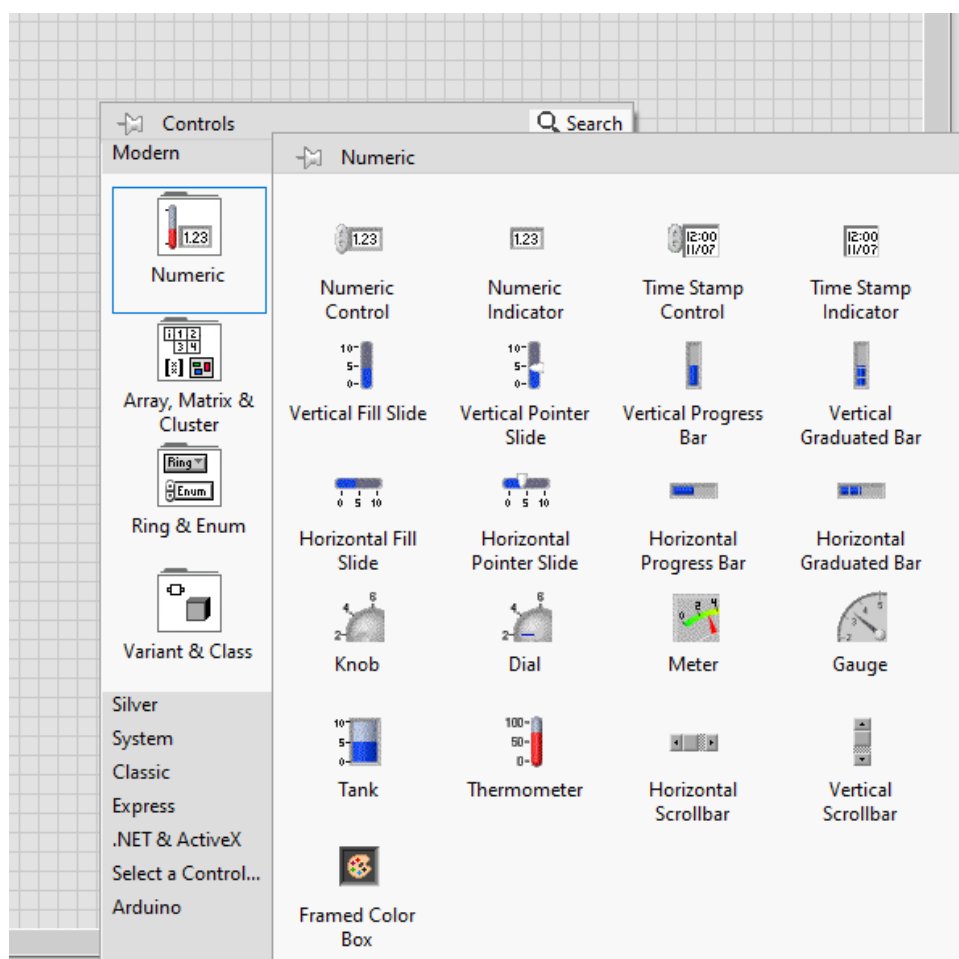


Figura 5.13: Control numérico. Fuente: elaboración propia

Con lo anteriormente mencionado es como se hace la conexión entre LabVIEW y Arduino, posteriormente se explicará cómo se hace la integración de Matlab y porque es importante colocar los controladores numéricos y como eso afectara al programa realizado en Matlab.

#### 5.4.6 Integración de Matlab y LabVIEW

Una de las partes más importantes es lograr establecer la conexión entre Matlab y LabVIEW, la cual se realiza de forma muy sencilla ya que existe una función que lo hace de forma automática. Este bloque se encuentra de la siguiente manera:

Dentro del apartado de diagrama de bloques de LabVIEW das clic derecho, después en programming y posteriormente en estructuras y se selecciona un ciclo while como se muestra en la figura 5.14.

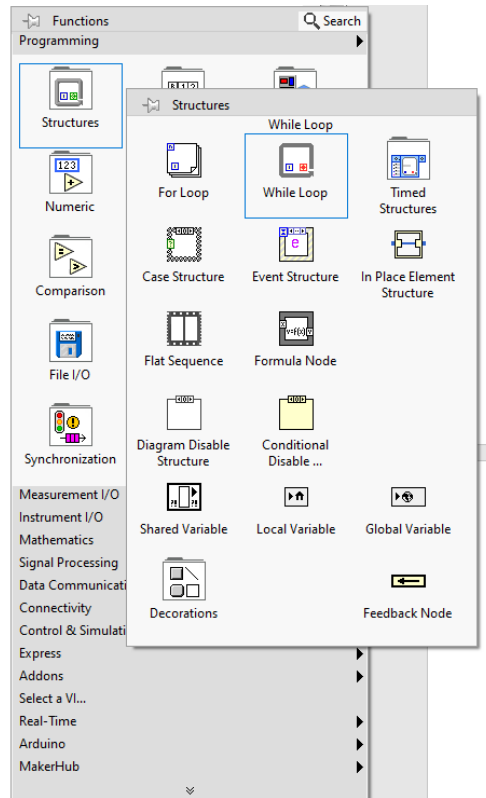


Figura 5.14: Insertar While Loop. Fuente: elaboración propia

Posteriormente para lograr ingresar la función de Matlab, se repiten los primeros pasos: se da clic derecho sobre el espacio de trabajo de diagrama a bloques, posteriormente en el apartado de Mathematics, seguido de script & formular, para después dar clic en Script Nodes para finalmente terminar en MATLAB Script, tal cual se muestra en la figura 5.15.

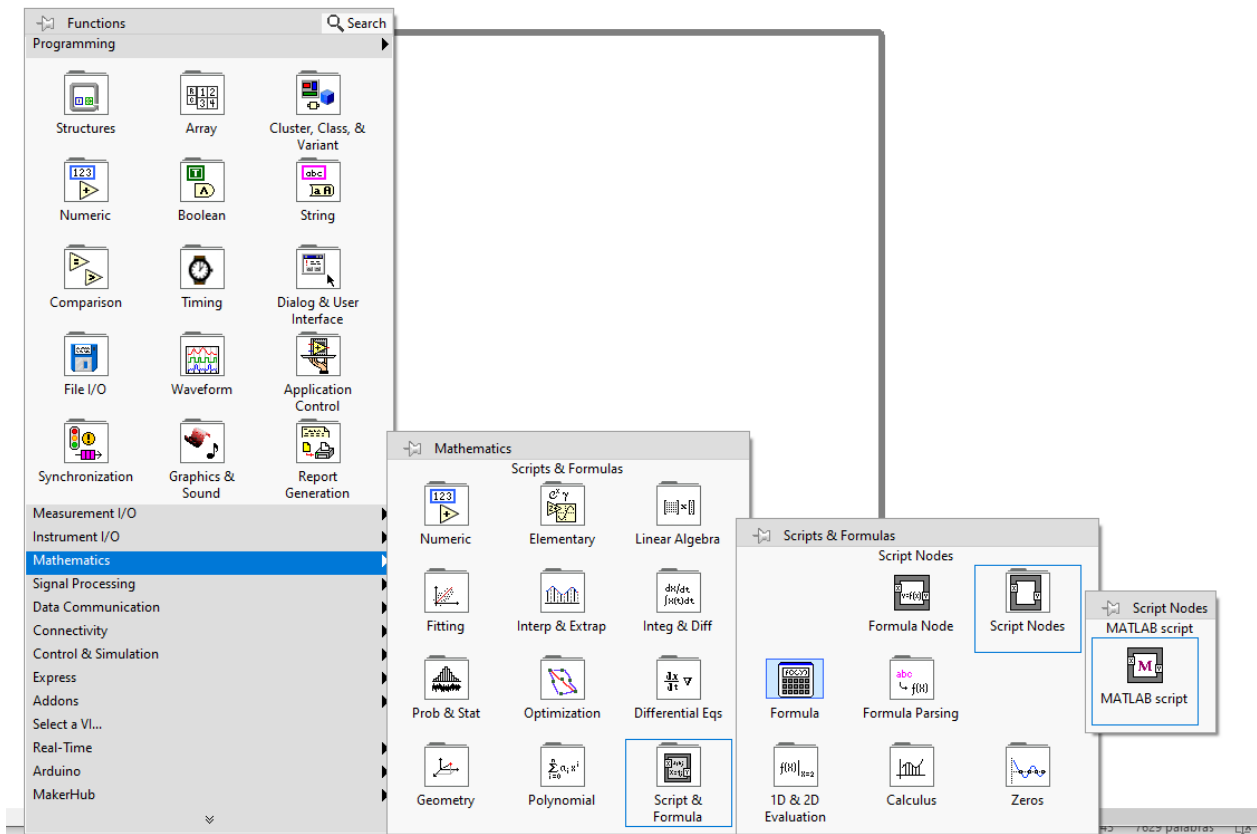


Figura 5.15: Insertar MATLAB script. Fuente: elaboración propia

Ya que se agregó la función de MATLAB script se deben agregar entradas y salidas al bloque, simplemente dando clic derecho en uno de los bordes del bloque agregado, en este caso se agregarán cinco entradas ( $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$ ) para mover el robot en las tres dimensiones y aunado se agregarán dos bloques ( $dir$ ,  $dor$ ) estas entradas ayudarán a que se pueda modificar la vista del gráfico, de tal manera que el grafico se pueda observar de vista frontal, lateral, superior, etc. Se deben de agregar las salidas, que en este caso son cuatro salidas ( $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$ ,  $\Phi_3$ ) que básicamente son los ángulos que se van a mover los actuadores y por supuesto una cuarta salida ( $Z_{MAXIMA}$ ) que sirve para saber cuánto se puede mover como máximo el robot en el eje de las  $z$ , que es la única limitante que tiene el robot en este punto.



Finalmente se coloca el código realizado en Matlab dentro del bloque, quedando como se muestra en la figura 5.16 con sus respectivas entradas y salidas de información.

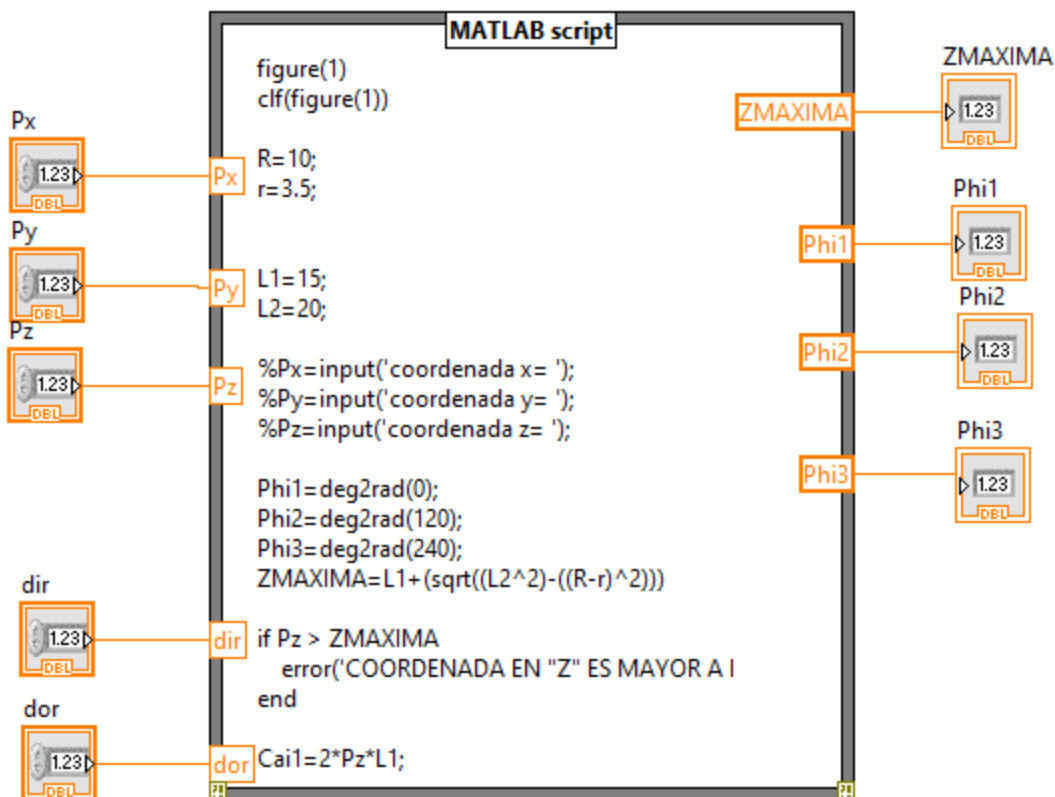


Figura 5.16: Bloque de MATLAB script. Fuente: elaboración propia

Una vez que se configuraron correctamente los diferentes parámetros lo siguiente es poder hacer que el robot funcione, para lograr mover el robot, es importante hacer una conversión matemática, esto porque los servos reciben un diferente al enviado en cada una de las salidas, por lo que a cada salida (Phi1, Phi2, Phi3), se le tienen que sumar 50, multiplicar el resultado por 10 y dividiendo el valor entre 700 como se muestra en la figura 5.17, posteriormente el valor resultante será el valor de entrada al servomotor.

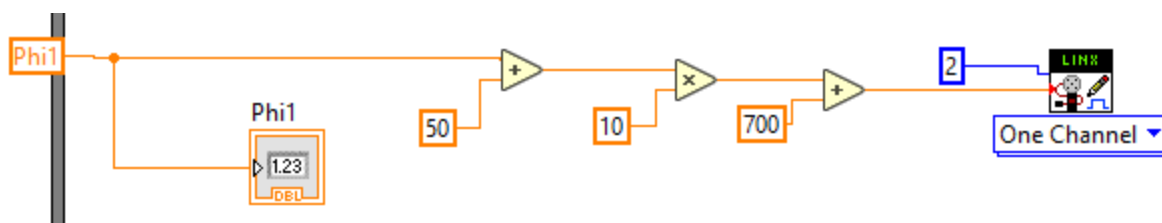


Figura 5.17: Operación matemática para darle valor al servo. Fuente: elaboración propia

En cada ángulo se debe de hacer la operación matemática y la conexión correspondiente de cada elemento como se muestra en el apéndice 6, donde se puede apreciar completamente la conexión de los bloques para hacer accionar el robot delta con la simulación como se muestra en la figura 5.18, donde básicamente es el inicio del programa.

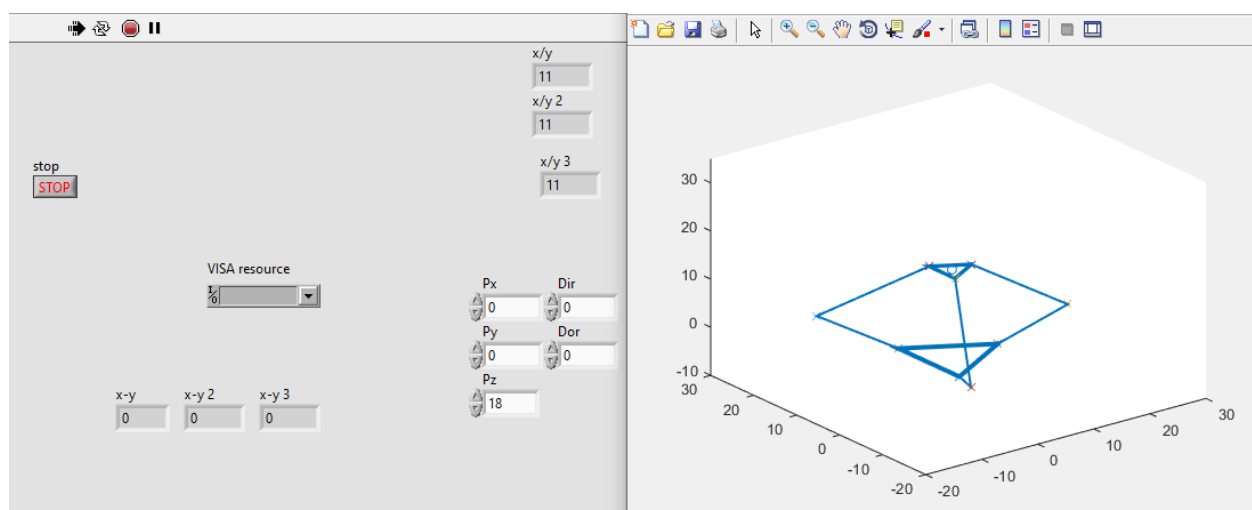


Figura 5.18: Inicio de programa. Fuente: elaboración propia

En la figura 5.18 se observa que la plataforma móvil del robot delta está en la parte superior, es por eso que dentro del programa de Matlab (figura 5.16) se declararon dos variables llamadas dir y dor, estas variables sirven para mover la posición inicial, como se observa en la figura 5.19, la variable dor tiene un valor de 200 lo que provoca que automáticamente la

plataforma móvil se vaya a la parte inferior y la plataforma fija a la parte superior, para así tener una gráfica de movimiento real.

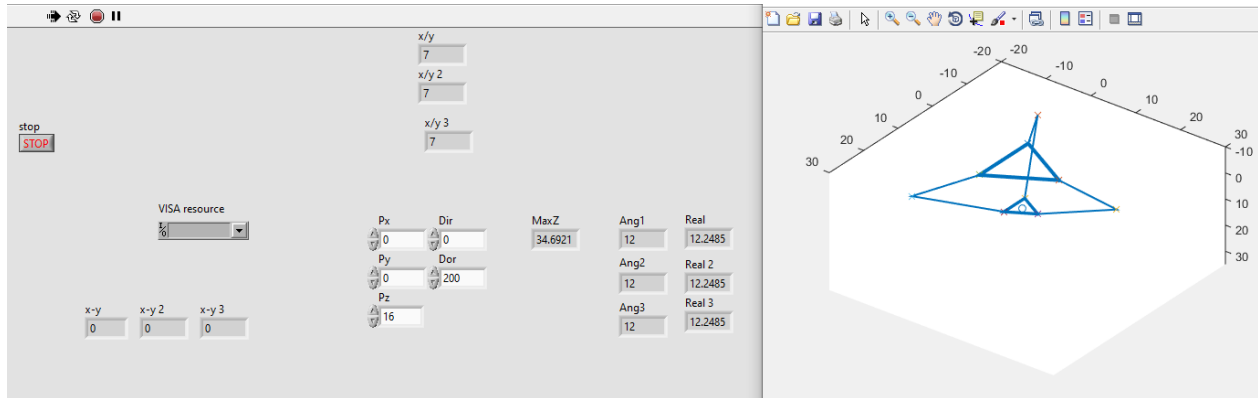


Figura 5.19: Movimiento del robot. Fuente: elaboración propia

La variable dir sirve para mover los diferentes ejes, pero de una forma diferente, como se observa en la figura 5.20, al mover el valor dir la gráfica se ve diferentes a las dos figuras anteriores, de tal manera que se puede ver de forma lateral como se mueve cada uno de los brazos del robot delta.

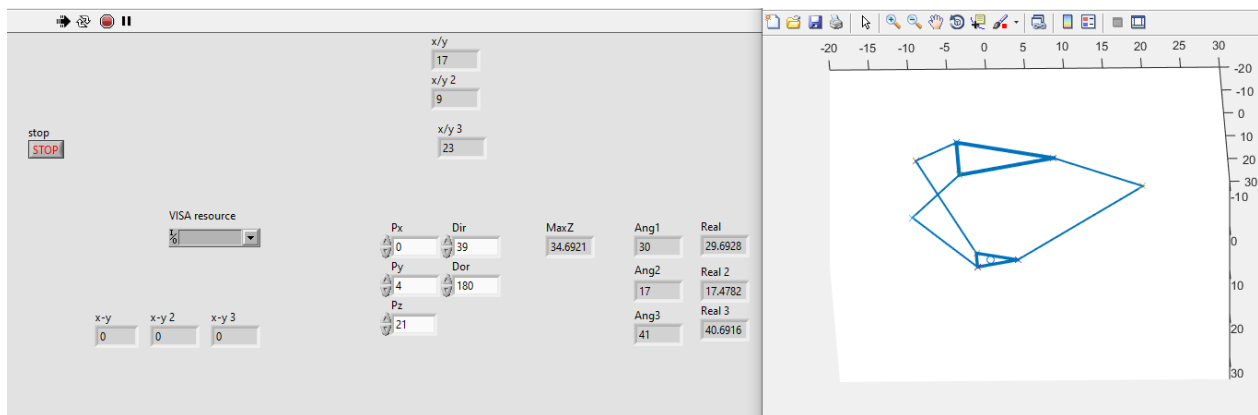


Figura 5.20: Movimiento dir. Fuente: elaboración propia

### 5.4.7 Librería LabVIEW para visión artificial

LabVIEW cuenta con un módulo de visión artificial por medio del cual se pueden analizar imágenes tomadas desde una cámara FPGA, en donde se puede detectar colores e incluso formas de figuras. Este módulo que se agrega como un complemento al software de LabVIEW, es muy fácil y sencillo de entender como funcionar.

El módulo por instalar se llama IMAQ, una vez que se instale el módulo para poder apreciar los componentes se tiene que hacer clic derecho después buscar el apartado de visión and motion y posteriormente seleccionar los bloques que se van a necesitar como se muestra en la figura

5.21

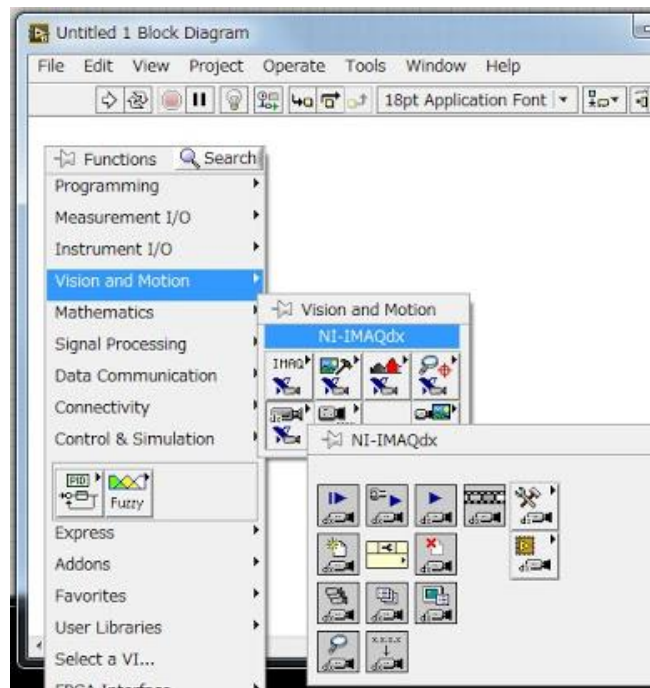


Figura 5.21: Motion and visión. Obtenida de: <https://docs.google.com/document/d/1h-9x7rkCtu8ZJMEh2-rPUs1PozEieeaNgNUKKIj9LVI/edit>

Los bloques que se necesitarán serán los que se llaman visión acquisition y visión assitant mostrados en la figura 5.222, el bloque de la derecha sirve para recibir las imágenes, mientras el

bloque de la derecha es el bloque de visión asistant el cual sirve para analizar las figuras, colores, tamaños y formas que puedan detectarse por medio de la cámara.

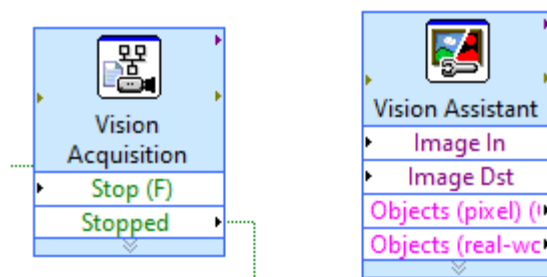


Figura 5.22: Bloques de IMAQ. Fuente: elaboración propia

Lo primero que se tiene que hacer es capturar una imagen con la cámara, para posteriormente configurar en el vision assistant, la forma y el color de los elementos que se deseen, en la figura 5.23 se observa cómo se configura incluso se pueden apreciar los diferentes apartados con los que se cuenta dentro de la configuración.

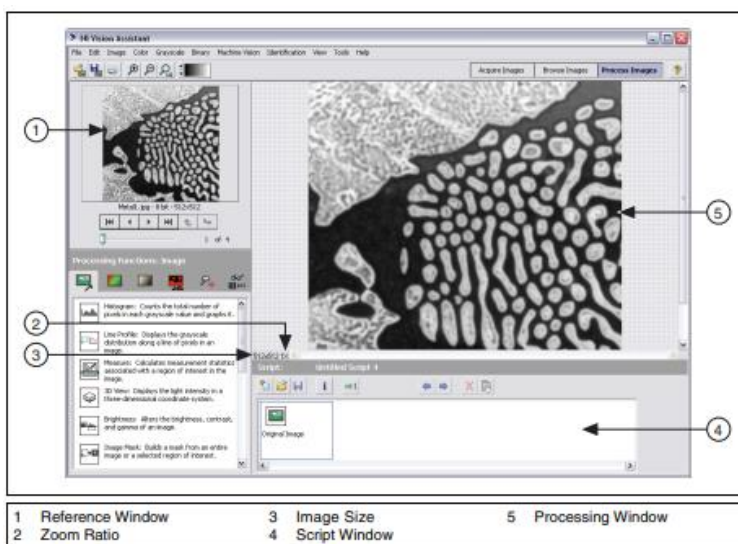


Figura 5.23: Processing an Image. Fuente: (NationalInstruments, 2020)

Una vez definidas las formas, colores o figuras a seleccionar se agrega un bloque que servirá para medir el número de veces que cierto elemento ha sido detectado por la cámara, en la

figura 5.24 se puede observar tanto el bloque del espacio de trabajo de diagrama de bloques, así como el elemento que se visualizará en el panel frontal.

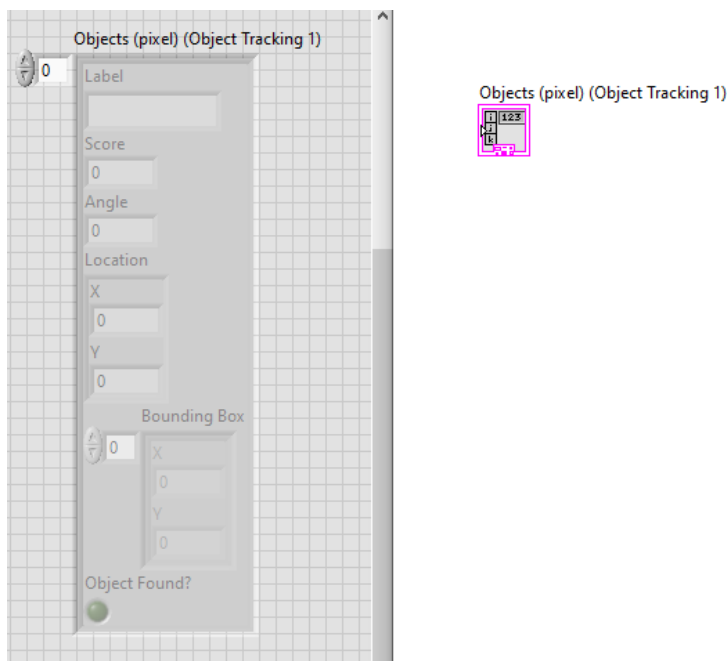


Figura 5.24: Bloque si detecta objeto. Fuente: elaboración propia

Como se observa en la figura 5.24, el bloque del lado izquierdo muestra un recuadro que se llama Score que cuenta cuantas veces ha pasado el objeto definido, también hay un bloque que se llama location en donde incluye ejes X y Y, como los objetos están en un plano de dos dimensiones estos valores son los que servirán para enviarlos a los actuadores del robot y que este se pueda mover.

## 5.5.8 Conexión

### 5.5.8.1 Arduino a servomotores

Un aspecto importante a tomar en cuenta es la conexión de los diferentes elementos que componen el robot, los servomotores en este caso tienen tres pines (tierra, voltaje y señal), como

el robot tiene cierto peso por los diferentes elementos que lo componen los servomotores deben de estar conectados a una fuente de poder exclusiva para los motores, lo que quiere decir que los motores aunque sean de 5v no pueden alimentarse directamente del Arduino, por toda la corriente que va a consumir cada uno de los servomotores, la forma de conectarlos se muestra en la figura 5.25, si la tierra del Arduino no se conecta con la fuente de la batería externa no va a funcionar el servomotor.

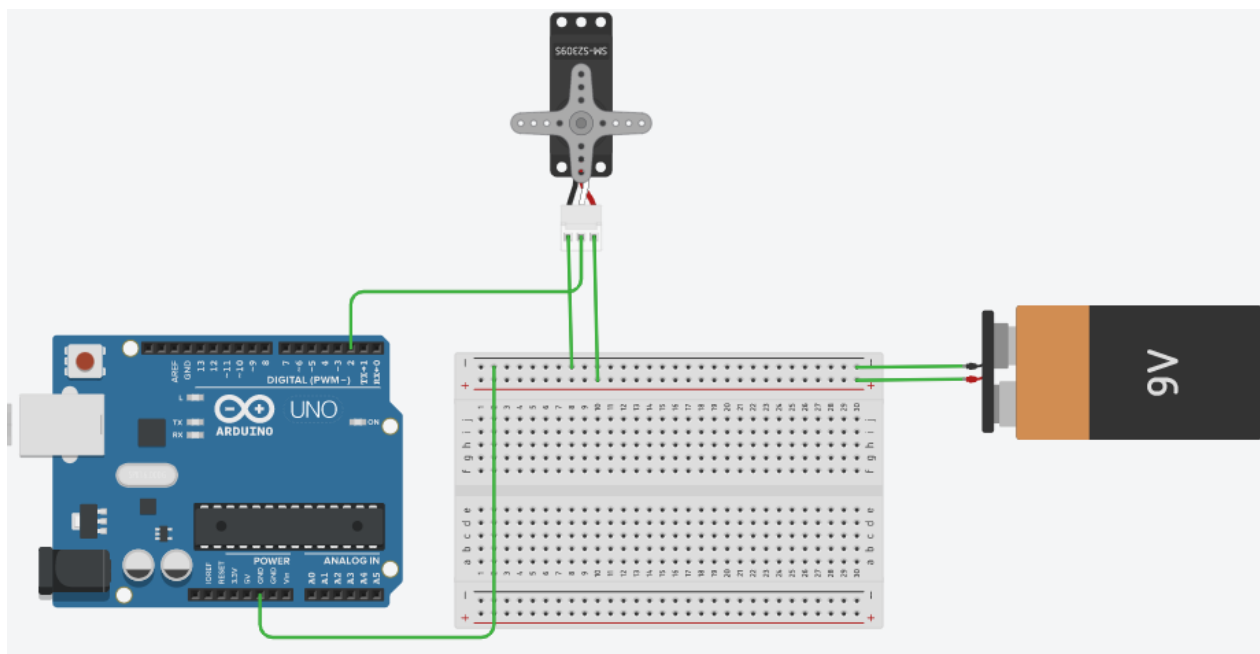


Figura 5.25: Conexión servomotor a Arduino. Fuente: elaboración propia

### 5.5.8.2 LabVIEW a cámara

La cámara se conecta a algún puerto serial de la computadora y básicamente tiene la misma conexión del Arduino a LabVIEW, simplemente se debe seleccionar el puerto serial en el cual está conectada y se conectará en automático, no requiere un tipo de circuito en especial.

## **5.5 Diseño de la Aplicación móvil**

Para lograr el objetivo de la investigación se diseñará la aplicación en distintas plataformas y posteriormente se unirán en una aplicación híbrida que tendrá los componentes de una aplicación normal en conjunto con una aplicación de realidad aumentada.

### **5.5.1 Flutter**

Se seleccionó flutter por ser una herramienta de mucho uso en la actualidad y por su gran compatibilidad con diferentes herramientas para desarrollar aplicación con realidad aumentada; también por ser un software libre y funcional para este proyecto.

Una vez que los tantos los docentes y los padres de familia conocen el funcionamiento del robot es importante que ese proceso manual que se realizó para construir y programar el robot se haga mediante una aplicación en donde mediante un dispositivo electrónico se pueda manipular el robot de forma remota, incluyendo los objetos de realidad aumentada con los que cuenta la aplicación y que servirán para poder excitar las neuronas espejo de los pacientes y así poder ayudar a mejorar a que los pacientes tengan una vida social y académica de mejor calidad.

### **5.5.2 Firebase**

Firebase se integra perfectamente a flutter debido a que ambos desarrollos son propiedad de google, además de las ventajas que ya se mencionaron anteriormente durante toda la investigación, Firebase brinda la posibilidad de poder controlar e integrar diferentes módulos de realidad aumentada mediante ARcode propiedad de google, que básicamente es un paquete el cual te permite diseñar en realidad aumentada en Unity 3D y poder integrar a flutter.

Firebase cuenta con una herramienta de base de datos en tiempo real, lo cual permitirá la validación de los usuarios de la aplicación, de tal manera que los usuarios utilizaran el modulo acorde a sus condiciones.



### **5.5.3 Aplicación móvil**

Lo primero es darle a los docentes y los padres de familia la seguridad de que es una herramienta hecha a la medida para sus hijos, razón por lo cual la app diseñada cuenta con un menú principal en donde solicita un usuario y contraseña como se muestra en la figura 5.26; este usuario y contraseña permanecerán a los niños y será registrado por ellos mismos, únicamente los administradores de la aplicación y los usuarios tendrán acceso a esta información.

La aplicación llevará por nombre TEAAR, haciendo referencia al trastorno del espectro autista y la realidad aumentada; mientras la imagen de la aplicación es un cerebro con engranes, representando por una parte la parte neural de los pacientes y por otra parte la parte de ciencia y tecnología que es con lo que se hará la terapia para contrarrestar este trastorno que cada vez sufren más infantes.

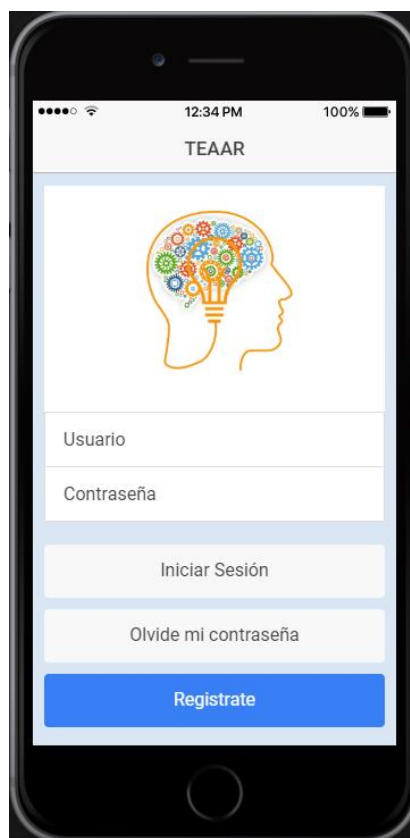


Figura 5.26: Inicio de Sesión TEAAR. Fuente: elaboración propia

Una vez dentro de la aplicación aparecerá un menú como el de la figura 5.27 donde se le solicitará al usuario el tipo el aspecto a fortalecer, ya sea el aspecto académico o el aspecto social, es importante que el usuario solo seleccione ya que se definió al inicio de esta investigación que solo se trataran los aspectos académicos y sociales más comunes dentro de los estudiantes con TEA del instituto latino de Morelia, para el aspecto académico aparecerán unos libros con letras mientras que para el aspecto social aparecerá un grupo de amigos.

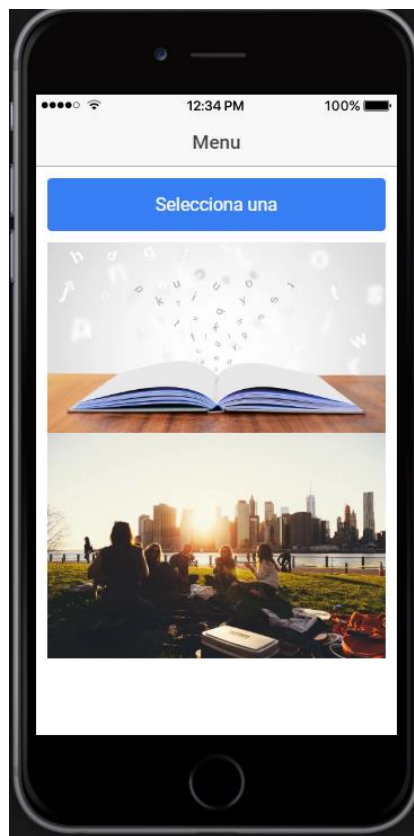


Figura 5.27: Menú de la aplicación. Fuente: elaboración propia

Después de que se seleccione la modalidad en la que requieran entrar en la aplicación, se desplegará una imagen que servirá como referencia para saber cuál es el nivel de TEA que presenta el paciente, esta imagen aparecerá un memorama que el niño debe de recordar, se dejara el memorama abierto durante un tiempo y posteriormente se quitara, se harán preguntas al menor y con este simple test se sabrá qué tipo de actividades se le tiene que dar al infante.

Posteriormente se le hará una pregunta por medio de la app (figura 5.28) al menor para conocer su nivel de atención y con eso nos arrojará el dato de nivel de autismo, si es autismo grado 1, grado 2 o autismo de alto funcionamiento; este paso es sumamente importante que el docente o el padre de familia que estén con el menor se cercioren que los niños lo realizaron por

ellos mismo ya que dependiendo el resultado es el nivel de complejidad que se le pedirá a los infantes que resuelvan.

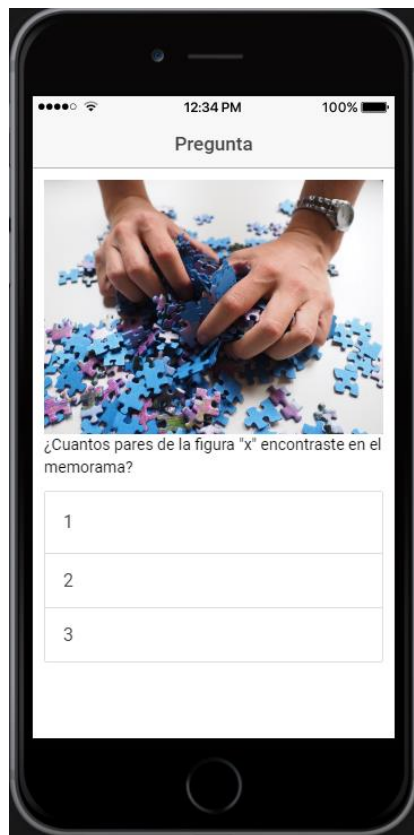


Figura 5.28: Pregunta. Fuente: elaboración propia

Posteriormente aparecerán una serie de juegos como se muestra en la figura 5.29, estos juegos están dirigidos para todos los pacientes que padezcan del trastorno del espectro autista, sin embargo, la complejidad de cada juego va a variar dependiendo el grado que cada paciente arrojo en la pantalla anterior.

Dentro del apartado de juegos también habrá un apartado donde abra diferentes audios, es importante implementar no solamente la parte visual sino también la parte auditiva ya que por este medio se pueden excitar también las neuronas espejo y para los niños que presentan este

trastorno no será tan drástico el cambio de terapia ya que la música terapia que ellos llevan comúnmente ahora se convertirá en un complemento para la herramienta propuesta.

Un aspecto importante de esta herramienta que funcionara en cualquier dispositivo móvil ya sea Smartphone o tableta y la aplicación se adaptara perfectamente a cualquier dispositivo que la esté utilizando.

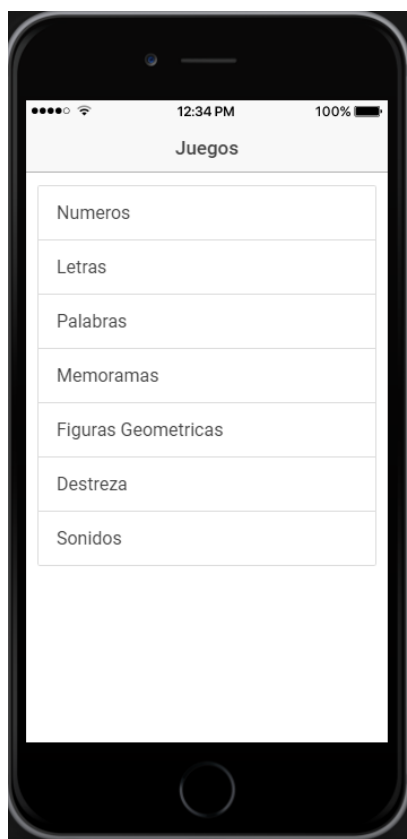


Figura 5.29: Menú de juegos. Fuente: elaboración propia

Una vez que los docentes, padre de familia o el paciente ingreso a la categoría desea sigue la parte de realidad aumentada y de robótica, pero ¿Cómo funciona? La aplicación se conecta al robot por medio del Arduino que su vez se conecta a la aplicación por medio de bluetooth, para que la aplicación pueda funcionar de forma simultánea es importante que las

versiones de bluetooth sean compatibles es por esa razón que se utilizó un bluetooth 4.0 en el Arduino.

Dentro del juego los pacientes verán una imagen como la que se muestra en la figura 5.30, en la parte superior se podrá observar el juego en el cual esta inscritos, posteriormente aparecerá un robot delta idéntico al que ya está construido y se programó manualmente, cuando el paciente coloque su dispositivo de forma directa hacia el motor en la pantalla aparecer una banda transportadora virtual junto con elementos virtuales, que pueden ser letras, números, palabras, juegos de memoria, dependiendo el juego que selecciono el usuario

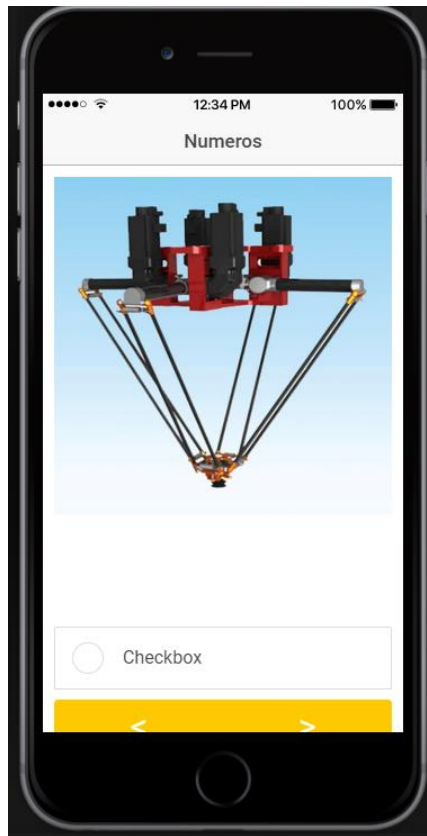


Figura 5.30: Pantalla principal del juego. Fuente: elaboración propia

Es importante que tanto los docentes como los padres de familia estén al tanto y observando correctamente como deben de colocarse frente al robot para obtener un rendimiento

óptimo para obtener los resultados esperados, en la figura 5.31 se muestra la correcta colocación del paciente.



Figura 5.31: Imagen representativa. Fuente:

<http://realidadaumentadaperu.blogspot.com/2017/09/nuevo-concepto-de-mantenimiento.html>

El o la paciente vera en su dispositivo algo similar a lo que se puede observar en la figura 5.32 con la diferencia de que será un robot diferente; esta imagen es para ejemplificar como le aparecerán al infante los diferentes elementos dependiendo el modo de juego que se elija.



Figura 5.32: RA en robótica. Fuente: <https://www.shutterstock.com/image-photo/smart-logistic-warehouse-technology-augmented-reality-702095194>

## 5.6 Modelo conceptual

El modelo conceptual es construido utilizando la teoría de sistemas para describir lo que sistema necesita hacer, cómo las distintas actividades están correlacionadas unas con otras, como ellas deberían estar lógicamente arregladas y conectadas.

Es fundamental considerar que el modelo conceptual es un proceso abstracto para desarrollar una vista alternativa de la situación del problema, y entonces, volver al mundo verdadero, y finalmente, probar al modelo. A continuación, podemos observar el modelo conceptual general de este proyecto.



Diagrama 5.1: Modelo conceptual

Dentro del modelo conceptual se pueden observar los diferentes niveles de infraestructura de TI que tiene el proyecto, teniendo en el nivel más bajo los servidores, la base de datos y la app, esto porque es la base del funcionamiento del proyecto, después esta la plataforma es decir la app funcionando con los elementos de robótica que se emplearon, en el siguiente nivel se encuentran los servicios y los usuarios que van a utilizar la herramienta; y por último se pueden observar las diferentes tareas que se realizaran desde el área de servicios como en el área de usuarios.



## 5.7 Arquitectura de TI

Tener una arquitectura es fundamental para que un producto tecnológico funcione, es por esa razón que se desarrolló un diagrama donde se puede apreciar la arquitectura de TI propuesta para esta investigación; parece una arquitectura sencilla que se divide en dos partes, la parte del usuario y la parte del soporte, debido a que es un servicio personalizado los usuarios deben de estar conectados a una base de datos, los usuarios se conectan por medio de una Tablet o de un Smartphone; al ingresar el usuario su login y contraseña la base de datos hace una validación en un servidor web que valida que el usuario sea el correcto y envía de regreso las tareas que va a realizar el usuario dependiendo del nivel de autismo que presente.

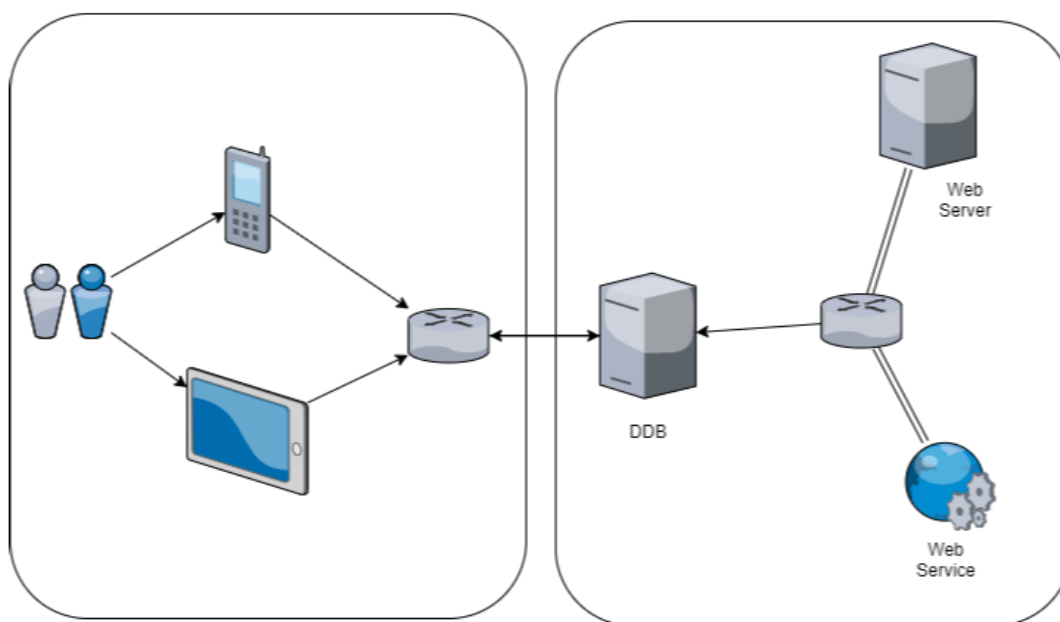


Diagrama 5.2: Arquitectura de TI. Fuente: elaboración propia

## 5.8 Modelo integrador de la información

El desarrollo del modelo integrador permite mirar desde otro ángulo cómo se relaciona la tecnología con la robótica, las aplicaciones móviles y la realidad aumentada.

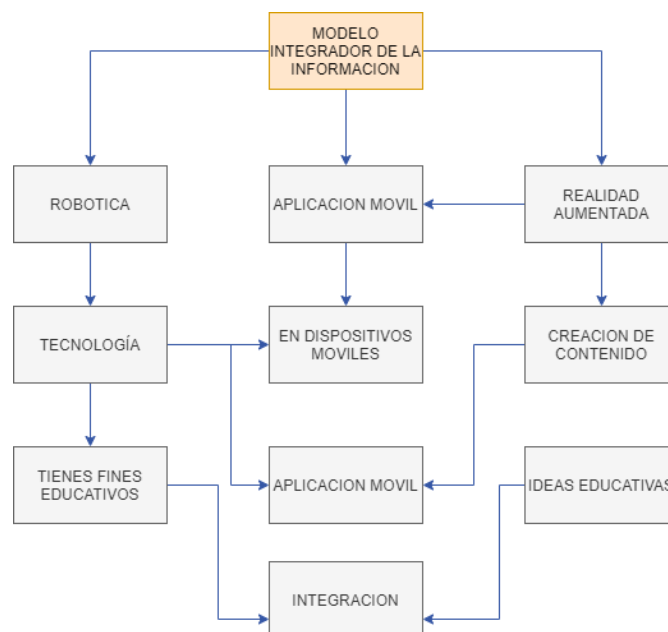


Diagrama 5.3: Modelo integrador. Fuente: elaboración propia

### 5.9 Modelo de la estrategia de TI

Es sumamente importante mostrar la estrategia de TI al momento de hablar de plataformas digitales, porque este momento se define como es que pretende que las herramientas digitales funcionen.

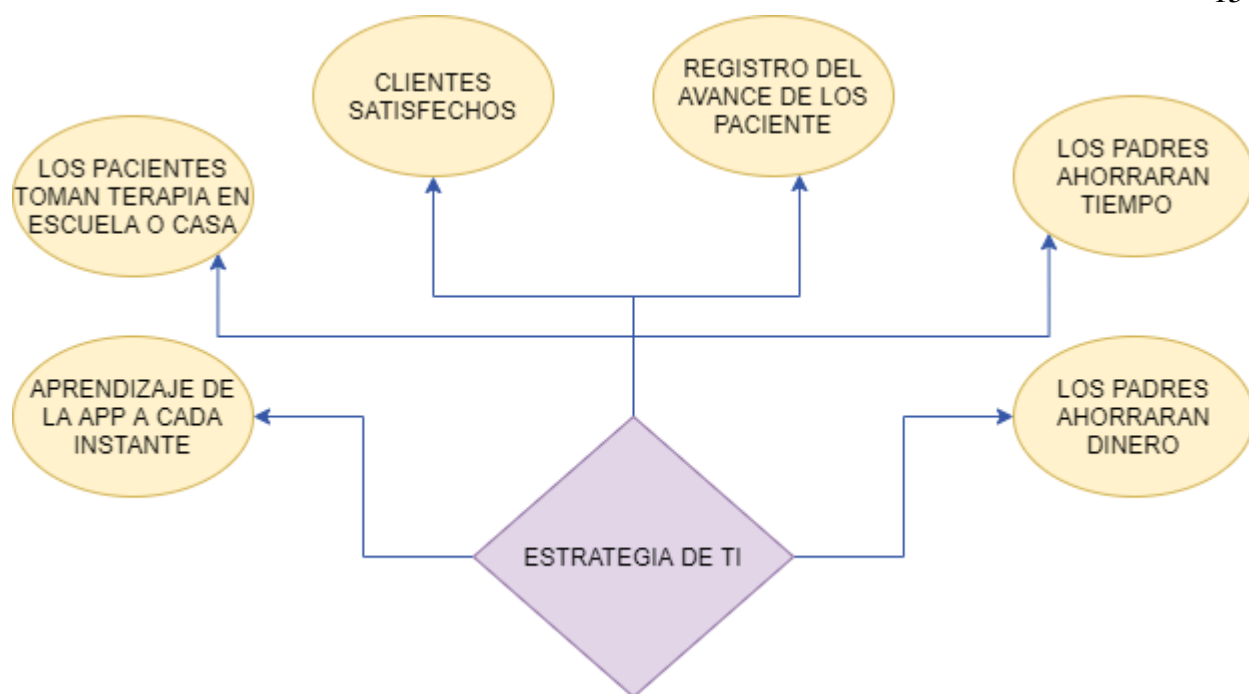


Diagrama 5.4: Estrategia de TI. Fuente: elaboración propia

### 5.10 Propuesta final

El juego cuenta con una guía que previamente se diseñó con expertos en el cual explica que el juego funciona por niveles, cada nivel está diseñado específicamente en las necesidades que tiene la paciente razón por la cual el mismo nivel del juego no puede ser aplicado de forma arbitraria a cada paciente. Dentro del juego el paciente podrá ir pasando niveles e ira obteniendo insignias que son reconocimiento de su progreso, es por esto por lo que cada nivel tiene su propia complejidad.

Se sabe que los niños con autismo pueden tener diferentes reacciones dependiendo de los estímulos a los que son expuestos, es por esta razón que, basándose en la información obtenida por los padres de familia y docentes, así como de la misma aplicación los niveles pueden repetirse o modificarse, esto con la finalidad de no crear en el paciente estrés, frustración, tristeza o cualquier sentimiento negativo al no poder pasar un nivel.

La aplicación de igual manera va a estar aprendiendo del paciente, esto quiere decir que si la aplicación detecta que un paciente va muy avanzado o muy atrasado la aplicación va a ayudar al paciente proponiendo nuevos juegos o nuevos retos, incluso la aplicación tendrá un modo de juego libre, en donde el paciente puede programar su propio juego.

## Conclusiones

Se identificó el número total de niños que padecen TDAH y TEA dentro del Instituto Latino de Morelia, una vez que se identificaron el total de niños fue importante observar el comportamiento de cada uno de ellos, ya que como se mencionó durante la investigación existen diferentes reacciones en los pacientes que presentan este trastorno. Fue sumamente importante lograr identificar los comportamientos más comunes entre la población del Instituto Latino de Morelia, ya que fue en los que se centró la investigación.

El rango de edad que se utilizó con los pacientes dentro de la investigación fue la adecuada de acuerdo a la investigación realizada en el marco teórico, ya que es la edad en la que el espectro autista tiende a desarrollarse con mayor velocidad, de tal manera que los niños menores a 6 años y mayores a 10 años no serían funcionales para esta investigación, ya que el software se diseñó a la medida para que los niños en pleno desarrollo no tengan un retraso en su habilidad lectora y escrita.

Durante la investigación y al analizar los diferentes métodos didácticos y terapias, se dedujo que la mejor manera que atacar este trastorno es mediante las neurociencias en el sistema nervioso, durante el rango de edad elegido los seres humanos tienen un gran desarrollo del sistema nervioso y las neuronas espejo están en un punto crítico para replicar toda la información que las neuronas en general están recibiendo; los diferentes métodos didácticos su funcionalidad va a depender de la persona que este implementando el método así como de los pacientes y sus conductas

El software ha sido diseñado en base a las terapias que están comprobadas como funcionales, también se tuvo la supervisión de personal del área de la salud, especialistas en el

espectro autista en los niños; obteniendo como resultado el diseño de un software para ciertos padecimientos que se presentan dentro del espectro autista.

Al realizar un estudio de campo se encontró que los niños que presentan TEA dentro del Instituto Latino de Morelia, tienen un desfase en el área de lectura y escritura, es por eso que el software en esta primera fase solo se diseñó para incrementar estas dos habilidades, una mejora significativa de esta investigación es que se puedan diseñar y desarrollar diferentes módulos para poder mejorar las habilidades matemáticas y de comunicación, así como que se integren más terapias para comportamientos diferentes que no se tomaron en cuenta durante la investigación.

Se sabe que el trastorno ha crecido considerablemente en los últimos años, durante la investigación se comprobó que es un padecimiento más común de lo que parece, al analizar los datos obtenidos de las herramientas de recolección de datos, se puede decir que la sociedad aun esta escéptica acerca de este padecimiento, es decir, si un familiar tiene o no el padecimiento, sin embargo las personas que conviven con estos niños a diario consideran que la tecnología si puede ser un factor fundamental de cambio en la forma en que se dan las terapias.

Un reto importante en la realización de esta investigación fue detectar los diferentes niveles de sombras de los alumnos y encontrar un factor común cuando entraban en crisis, es decir, cuando los pacientes entran en crisis en ocasiones hay ciertos factores que se repiten con frecuencia, por ejemplo, que un niño autista con trastorno de agresividad tiende a ser agresivo con sus compañeros después de faltar un día a clases, para detectar estos factores se requirió de una observación muy meticulosa.

En el aspecto tecnológico la construcción del robot fue algo que tomo más del tiempo planeado ya que algunos de los elementos seleccionados en un inicio resultaron no ser los más eficientes provocando que el robot no funcionara de forma adecuada, respecto a la programación

del robot resulto ser muy útil realizar los cálculos en Matlab ya que eso automatiza y simplifica mucho trabajo.

La interacción entre Matlab y LabVIEW resultó automatizar gran parte del proceso y su compatibilidad con la placa de arduino uno es bastante buena, obteniendo una velocidad bastante buena para transmitir y recibir la información, en el aspecto del hardware es importante que los motores se conecten a una fuente independiente de voltaje ya mientras el robot está trabajando los servomotores consumen gran cantidad de corriente, pudiendo provocar que la placa arduino se dañe si no se tienen los cuidado necesarios.

Los tiempos del diseño de la app no se cumplieron como estaban marcados en el diagrama de actividades ya que al seleccionar las herramientas a utilizar había algunas que no tenía total conocimiento por lo que llevo más tiempo de investigación e implementación, sin embargo, al final se logró concluir con el diseño de forma satisfactoria.

Lamentablemente y como se mostró en los diagramas de actividades la aplicación no se logró implementar en los pacientes debido a que los tiempos de diseño se retrasaron y cuando la herramienta estaba en fase de diseño la pandemia actual del coronavirus obligo a las instituciones educativas en México a terminar clases precipitadamente provocando que la herramienta no se aplicara como se tenía contemplado.

Como conclusión general es sumamente importante encontrar en cada espacio los padecimientos más comunes de los infantes que presentan este trastorno, ya que de esa manera se puede diseñar una herramienta que les ayudara, de lo contrario se puede crear una herramienta que puede ser buena pero no la ideal para este padecimiento.

## Recomendaciones

Para investigaciones futuras es recomendable antes de diseñar cualquier herramienta, hacer un análisis de los niños que se van a tratar. Es importante definir el rango de edad y el método a utilizar. Se puede dar el caso de que existan dos pacientes con el mismo nivel de autismo, sin embargo, su edad puede variar lo cual provocara que la herramienta no funcione de igual forma en ambos casos.

El trabajo presentado, genera varias líneas de investigación, ya que será importante conocer cómo van evolucionando las neuronas espejo a través del crecimiento de los infantes. En el caso de que se quiera aplicar esta herramienta en niños mayores a 10 años será importante que se revise en qué nivel de crecimiento están las neuronas espejo, así como la velocidad de crecimiento del trastorno.

Considero que es importante ahondar en el tema de las neuronas espejo, hablar del tema neurológico es algo bastante interesante y sobre todo si se investiga más la relación entre la tecnología y esta ciencia se pudieran atender diferentes trastornos y no solamente el autismo, provocando que más personas puedan tener una terapia mediante una herramienta tecnológica que los ayude a llevar una vida sin tantas consecuencias.

Es importante que si se quieren realizar los diferentes módulos que hacen falta para el aspecto académico específicamente matemáticas se cuente con la ayuda de un experto en ambas áreas del conocimiento (terapeuta y profesor) ya que ellos serán los que dan la pauta de lo que se tendrá que hacer.

Platicar con los padres de familia resulta ser de suma importancia para una investigación y módulos futuros, especialmente dejarles claro que la herramienta no sustituye al terapeuta, es básicamente un aditamentos para que los niños tengan una terapia diferentes y que puedan tener



acceso a la herramienta en el momento que ellos lo desean, de tal forma que si el paciente entra en crisis pueda utilizar la herramienta para controlarse y no necesariamente ver al terapeuta profesional, por ninguna razón el robot sustituye al humano.

Antes de cualquier cosa es sumamente recomendable acercarse con un especialista del área que se quiera tratar ya que en ello se puede tener un apoyo y sobre todo una nueva idea de cómo implementar una herramienta nuevo, también es importante el acercamiento para conocer cuáles son los trastornos más comunes y que tanto afectan a los pacientes de tal manera que se ayude a personas que no puedan tener una vida normal por alguna condición neuronal; considero importante también tener la opinión de varios y al final generar una sola idea ya que eso nutrirá con mayor fuerza la investigación y se obtendrá un producto de mejor calidad y más funcional.

## Referencias

(s.f.).

Abarca Castillo, M. (Marzo de 2003). La educación emocional en la Educación primaria: currículo y práctica. *Tesis Doctoral*. Barcelona, Barcelona, España: Universitar de Bacerlona.

Aguinis, M. (04 de julio de 2019). Flutter presentación en español. Youtube.

Alegre, P. O. (16 de Enero de 2018). *youtube.com*. Obtenido de youtube.com:

[https://www.youtube.com/watch?v=6ATTTZ\\_DGKs](https://www.youtube.com/watch?v=6ATTTZ_DGKs)

Alfárez, A. (24 de Julio de 2018). Estudio comparaivo de frameworks multiplataforma para desarrollo de aplicaciones móviles. Stuttgart, Alemania: Universität Stuttgart.

Alonzo, F. (Diciembre de 2014). Diseño, construcción y control de un brazo robótico. *Tesis de licenciatura*. Quito, Quito, Ecuador: Universidad de San Francisco de Quito.

Alvaro, S. (2014). Diseño e implementación de un módulo electrónico con acceso lan para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general. Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Israel.

Alvaro, S. (2014). Diseño e implementación de un módulo electrónico con acceso lan para el desarrollo de un practica de laboratorio de fisica general. *Diseño e implementación de un módulo electrónico con acceso lan para el desarrollo de un practica de laboratorio de fisica general*. Quito, Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Israel.

American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association* (6 ed.). (M. G. Frías, Trad.) México, México: El Manual Moderno.

Apple. (s.f.). *Swift-Apple(MX)*. Obtenido de Apple-com: <https://www.scribbr.es/detector-de-plagio/generador-apa/#/sources/new/webpage>

Arana Barrios, S. N. (agosto de 2013). Autocontrol y su relación con la autoestima en adolescentes. *Tesis de Licenciatura*. Quetzaltenango, Quetzaltenango, Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

ARDUINO. (15 de enero de 2020). *ARDUINO.CC*. Obtenido de arduino.cc: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

Arsté Grau, J. (2015). Las emociones en Educación Infantil: sentir, reconocer y expresar. *Tesis de licenciatura*. La rioja, La rioja, España: UNIR.

Asimov, I. (1942). Runaround. *Astrounding Science fiction*.

AsociaciónEducar. (s.f.). *Glosario de Neurociencias*. Obtenido de asociacioneducar.com: <https://asociacioneducar.com/glosario>

ATLAS.ti. (Julio de 2014). *atlasti.com*. Obtenido de atlasti.com: [https://atlasti.com/wp-content/uploads/2014/07/atlas.ti6\\_brochure\\_2009\\_es.pdf](https://atlasti.com/wp-content/uploads/2014/07/atlas.ti6_brochure_2009_es.pdf)

Barroso Santana, M. (Agosto de 2010). Estrés en compañeros de salón de un alumno integrado con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad(TDA/H). *Tesis de maestría*. Monterrey, Nuevo León, México: Tecnológico de Monterrey Escuela de Graduados en Educación.

Batz Squimux, C. (Julio de 2005). diseño y contrucción de un brazo robótico. *Tesis*. San carlos, San Carlos, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ben-Ari, M. (s.f.). *Mathematical Logic for Computer Science*. Springer.

- Blanco Menéndez, R. (23 de 09 de 2009). EL PENSAMIENTO LÓGICO DESDE LA PERSPECTIVA DE LAS NEUROCIENCIAS COGNITIVAS. *Tesis de doctorado*. Oviedo, Oviedo, España: Universidad de Oviedo.
- Bonilla, Maria Fernanda; Chaskel, Roberto. (s.f.). Tastorno del espectro autista. *Universidad del Bosque*, 19-29.
- books, M. (6 de Diciembre de 2019). *mikroe*. Obtenido de mikroe.com:  
<https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/caracteristicas-basicas-del-pic16f887>
- Buitrago-Pulido, R. D. (2015). Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo. *Educ.Educ. Vol.18*, 27-41.
- Chauta Roza, C. J. (2008). ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS Y DIDACTICAS PARA NIÑOS CON TDAH. *Tesis de Licenciatura*. Bogota, Bogota, Colombia: Universidad de San Buenaventura.
- Condemarin, M; Gorotegui, M; Milici, N. . (2008). *Déficit Atencional. Estrategías para el diagnóstico y la intervención psicoeducativa*. Santiago de Chile: Planeta.
- Contreras, Victor Hugo; Fernandez, Daniel Alejandro; Pons, Claudia Fabiana . (s.f.). Interfaces gestuales aplicadas como complemento cognitivo y social para niños con TEA. *CAETI*, 58-66.
- Cornelio Nieto, J. (2009). Autismo infantil y neuronas en espejo. *Neurol*, 27-29.
- CoronaLabs. (30 de Abril de 2020). *Future of Corona*. Obtenido de Corona Labs:  
<https://coronalabs.com/>
- Del Moral, E. (1998). *"Imaginación y creatividad a través de un programa de creación de películas en 3D"*.

Desarrollo web. (28 de enero de 2016). *Manual de Firebase*. Obtenido de

<https://desarrolloweb.com/articulos/introduccion-firebase-backend-nube.html>

Díaz-Bravo, Laura; Torruco-García, Uri; Martínez-Hernández, Mildred; Varela-Ruíz, Margarita.

(2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Departamento de Investigación en Educación Médica*.

*Diccionario de Ciencias de la Educación*. (1983). México: Santillana.

Documental, D. M. (19 de junio de 2017). *youtube.com*. Obtenido de youtube.com:

<https://www.youtube.com/watch?v=OpOX2n88BPI>

Espantoso Miranda, V. (2009). Proyecto Fin de Carrera. *Modelado y simulación del robot*

*PASIBOT. Estudio de la rigidez y mejora en la prevención del vuelvo lateral*. Madrid, España: Universidad Carlos III de Madrid.

FANUC. (16 de Noviembre de 2017). *fanuc.com*. Obtenido de fanuc.eu/uk/en:

<https://www.fanuc.eu/uk/en/robots/robot-filter-page/collaborative-robots>

Fernandez, G. F. (28 de noviembre de 2004). *Universidad politecnica de Madrid*. (Universidad politecnica de Madrid) Recuperado el 24 de agosto de 2018, de

<http://dit.upm.es/~gfer/ssii/rcsi/index.html>

FESTO. (16 de Noviembre de 2017). *festo.com*. Obtenido de festo.com:

[https://www.festo.com/cat/es-mx\\_mx/products\\_050501](https://www.festo.com/cat/es-mx_mx/products_050501)

Flutter. (13 de Abril de 2019). *Resumen Técnico*. Obtenido de [https://flutter-](https://flutter-es.io/docs/resources/technical-overview)

[es.io/docs/resources/technical-overview](https://flutter-es.io/docs/resources/technical-overview)

Flutter. (s.f.). *flutter.io*. Recuperado el 19 de Abril de 2020, de flutter: <https://flutter-es.io/>

Flutter. (s.f.). *Layouts en Flutter*. Recuperado el 20 de Abril de 2020, de Flutter.io: [https://flutter-](https://flutter-es.io/docs/development/ui/layout)  
[es.io/docs/development/ui/layout](https://flutter-es.io/docs/development/ui/layout)

- Fombonne, Eric; Marcin, Carlos; Manero, Ana Cecilia; Bruno, Ruth; Diaz, Chistian, Villalobos, Michele; Ramsay, Katrina; Nealy, Benjamin. (2016). Prevalence of Autism Spectrum Disorders in Guanajuato, Mexico: The Leon survey. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1669-1685.
- Fox, D. J. (1981). *El proceso de investigación en educación*. Pamplona: Universidad de Navarra.
- Frith, U. (2004). *Autismo, Hacia una explicación del emigna*. Madrid: Alianza.
- García García, E. (2008). NEUROPSICOLOGIA Y EDUCACION. De las neuronas espejo a la teoría de la mente. *REVISTA DE PSICOLOGIA Y EDUCACION*, 69-90.
- García Muñoz, T. (Marzo de 2003). *s3.amazonaws.com*. Obtenido de *s3.amazonaws.com*:  
[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/55733407/Garcia\\_Munoz\\_El\\_cuestionario\\_como....pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEL\\_CUESTIONARIO\\_COMO\\_INSTRUMENTO\\_DE\\_INVE.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYY](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/55733407/Garcia_Munoz_El_cuestionario_como....pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEL_CUESTIONARIO_COMO_INSTRUMENTO_DE_INVE.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYY)
- Gil Álvarez, J. I. (2010). EVOLUCIÓN Y FUTURO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. *Documento científico*. Madrid, Madrid, España: Universidad Carlos III de Madrid.
- González, A. (2016). *Servomotor*. México:panahitex.
- Gudiño Lau, Jorge; Navarro Gutiérrez, Henrry; Alcalá Rodríguez, Janeth; Charre Ibarra, Saida. (2017). Diseño de un robot delta y su análisis cinemático. *Revista de Aplicación Científica y Técnica*, 13-23.
- Guerrón Paspuel, A. M. (2018). ALTERNATIVA TECNOLÓGICA CON GEO POSICIONAMIENTO Y RASTREO SATELITAL PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA PRODUCIDA POR PARTE DE LOS

DISTRIBUIDORES DE GAS DOMÉSTICO DE LA CIUDAD IBARRA. *EXAMEN COMPLEXIVO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS E INFORMÁTICA*. IBARRA, IBARRA, ECUADOR: UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES.

Hernández Ríos, A. (13 de Agosto de 2019). *Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación*. Obtenido de [www.inee.edu.mx](http://www.inee.edu.mx): <https://www.inee.edu.mx/la-nueva-escuela-mexicana/>

Hernández Sampieri, R. (2010). *METODOLOGÍA de la investigación*. CDMX: McGraw-Hill.

Ionic. (s.f.). *Simple App Creator to Go Beyond Prototyping - Ionic Creator*. Obtenido de IonicFramework Creator: <https://ionicframework.com/creator>

IPN. (2020). *¿Qué es la realidad Aumentada?* Obtenido de Instituto Politécnico Nacional: <https://www.ipn.mx/cedicyt/conversus/aumentada.html>

Joan y MARQUÉS, P. (1996). *Comunicación Educativa y Nuevas Tecnologías*. Barcelona: Raxis.

Kotler, P. (2001). *Dirección de Marketing*. México: Pearson Education.

Lahoz-Beltrá, R. (2004). *Bioinformática: Simulación, vida artificial e inteligencia artificial*. Madrid: Diaz de Santos.

Layar. (s.f.). *Layar*. Obtenido de [Layar.com](http://Layar.com): <https://www.scribbr.es/detector-de-plagio/generador-apa/#/sources/new/webpage>

Liza Borja, A. (21 de Septiembre de 2016). Trabajo fin de grados. *Desarrollo de un robot delta*. Cartagena, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena.

Llamas Rodríguez, J. C. (8 de Abril de 2014). ALUMNOS CON TDAH Y MUSICOTERAPIA: CÓMO TRABAJAR EN PRIMARIA PARA MEJORAR EL DESARROLLO

- PERSONAL Y ESCOLAR EN ESTOS NIÑOS. *Articulo*. Castellón de la plana, Castellón, España: Universitat Jaume I.
- Lomelí Rodríguez, J. A. (Octubre de 2011). Tesis de maestría. *ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN MECANISMO PARA LA RECONFIGURACIÓN DE UN ROBOT PARALELO TIPO DELTA*. San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí .
- Martínez Moreno, G. (Marzo de 2014). Memoria de Fresadora C.N.C de tres ejes. *Trabajo de fin de grado*. Portugalete, Viscaya, España: Universidad del País Vasco.
- MATLAB. (15 de Enero de 2020). *mathworks.com*. Obtenido de Descripción del producto MATLAB: [https://la.mathworks.com/help/matlab/learn\\_matlab/product-description.html](https://la.mathworks.com/help/matlab/learn_matlab/product-description.html)
- mdmarketingdigital. (20 de Diciembre de 2019). *www.mdmarketingdigital.com/*. Obtenido de [www.mdmarketingdigital.com/](https://www.mdmarketingdigital.com/): <https://www.mdmarketingdigital.com/que-es-el-marketing-digital>
- Ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones. (s.f.). *Ministerio de las TIC*. Obtenido de En Tic Confio: <http://www.enticconfio.gov.co/index.php/usuariosinreibles/39.html>.
- Moriello, S. (s.f.). Los robots inteligentes autónomos son la nueva generación. *Articulo científico*. Valencia, Valencia, España: OTEA.
- Morocho, D. (2018). Desarrollo de una alicación móvil multiplataforma con geolocalización para localizar sitios y establecimientos cercanos. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Muñoz Yunta, J. (2005). *Guía médica y neuropsicológica del autismo*. Barcelona: Fundació Autisme Mas Casadevall.



NationalInstruments. (15 de Enero de 2020). *ni.com*. Obtenido de ¿Qué es LabVIEW?:

<https://www.ni.com/es-mx/shop/labview.html>

Odorico, A. (2004). Marco Teórico par auna robótica pedagógica. *Informatica Educativa y Medios Audiovisuales*, 34-46.

Ollero Baturone, A. (2007). *Robótica Manipuladores y Robots Móviles*. CDMX: alfaomega.

OMS. (7 de Noviembre de 2019). *Trastornos del espectro austista*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>

Pascual-Castroviejo, I. (2008). Trastornos por déficit de atención e hiperactividad(TDAH). *Asoación Española de Pediatría*, 140-150.

Peña Cortes, César Augusto; Martínez Oviedo, Edison; Cárdenas Herrera, Pedro Fabián. (2011).

OPTIMIZACIÓN DIMENSIONAL DE UN ROBOT PARALELO TIPO DELTA  
BASADO EN EL MENOR CONSUMO DE ENERGÍA . *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 73-88.

Petersen, M. D. (2014). Documentation for the 2014 update of the United States National Comic Hazard Maps. *USGS*.

Post para programadores. (S/F). Manual de Flutter. Post para programadores.

Prendes Espinosa, C. (2015). REALIDAD AUMENTADA Y EUCACIÓN: ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS PRÁCTICAS. *Conserjería de educación de la Región de Murcia*, 187-203.

Pressman, R. S. (2005). *INGENIERÍA DE SOFTWARE Un enfoque práctico*. Mac Graw Hill.

- Rena, F. (Enero de 2018). *Manual de programación C Para principiantes y avanzados*. Obtenido de Manual de programación C Para principiantes y avanzados:  
[http://88.25.6.6/files/1528378614\\_ProgramacionC-30.pdf](http://88.25.6.6/files/1528378614_ProgramacionC-30.pdf)
- Rey, M. (2004). *Fundamentos de Marketing Turístico*. Madrid: Síntesis.
- Reyes Cortés, F. (2011). *Robótica: Control de robots manipuladores*. CDMX: Alfaomega.
- Richard, J. (1985). *Los robots*. CDMX: Fonde de cultura económica.
- Rivera Rivera, L. J. (2018). Módulo de prueba con sermotores, motores paso a paso, motores de corriente directa utilizando una tarjeta raspberry PI para mejorar el desarrollo de las prácticas de robótica. *Tesis*. Manabi, Ecuador: Universidad estatal del sur de Manabí.
- Rizzolatti, G. (2006). *Las neuronas en espejo: Los mecanismo de la empatía emocional*. .  
Barcelona: Paidós.
- Romero Pazmiño, Mónica; Harari, Ivana. (1 de julio de 2017). Uso de nuevas tecnologías TICS - realidad aumentada para tratamiento de niños TEA un diagnóstico inicial. Quito, Quito, Ecuador: CienciAmérica.
- Sánchez Carrizo, J. (Agosto de 2017). Simulador de una ECU y diagnóstico mediante CAN y OBD-II. *Trabajo de fin de grado*. Cuenca, Cuenca, España: Escuela Politécnica Cuenca.
- Sánchez Martin, F. (Marzo de 2007). *Scielo*. Obtenido de Historia de la robótica: de Arquitas de Tarento al robot Da Vinci(Parte II): <http://scielo.isciii.es/pdf/aue/v31n3/v31n3a02.pdf>
- Sánchez Martin, F. (Febrero de 2007). *Scielo*. Obtenido de Historia de la robótica: de Arquitas de Tarento al robot Da Vinci(Parte I): <http://scielo.isciii.es/pdf/aue/v31n2/original1.pdf>
- Santiago, R. (s.f.). Mobile learning: nuevas realidades en el aula. *Grupo Océano*, 8-26.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *el proceso de la Investigación científica*. CDMX: LIMUSA.

Tumbaco Mendoza, D. C., & Quimbita Zapata, W. E. (Diciembre de 2014). Proyecto de titulación. *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROBOT DELTA CON IMPLEMENTACIÓN DE UN CORTADOR LÁSER CNC UTILIZANDO LA PLATAFORMA ROBOTIC OPERATING SYSTEM (ROS) PARA LA ELABORACIÓN DE ARTÍCULOS PUBLICITARIOS*. Latacunga, Ecuador: Universidad de las fuerzas armadas.

U.Technologies. (s.f.). *Plataforma Básica*. Obtenido de Unity.com:

<https://unity.com/es/products/core-platform>

varios. (s.f.). *Significado de Software*. Obtenido de Qué es Software:

<https://www.significados.com/software/>

Vegas, E. (30 de Julio de 2018). *Metaio Creator, crea tus apps de Realidad Aumentada*.

Obtenido de <https://emiliusvgs.com/metaio-creator-crea-apps-realidad-aumentada/>

Veiga. (24 de Octubre de 2018). *Firebase-Base de Datos en Tiempo Real*. Obtenido de

[manuais.iessanclemente.net](https://manuais.iessanclemente.net/): [https://manuais.iessanclemente.net/index.php/Firebase\\_-\\_Base\\_de\\_Datos\\_en\\_Tiempo\\_Real](https://manuais.iessanclemente.net/index.php/Firebase_-_Base_de_Datos_en_Tiempo_Real)

Velásquez, V. (2017). Diseño e implementación de una aplicación para la gestión de compra de viajes y excursiones en dispositivos móviles. España: Universidad Politécnica de Valencia.

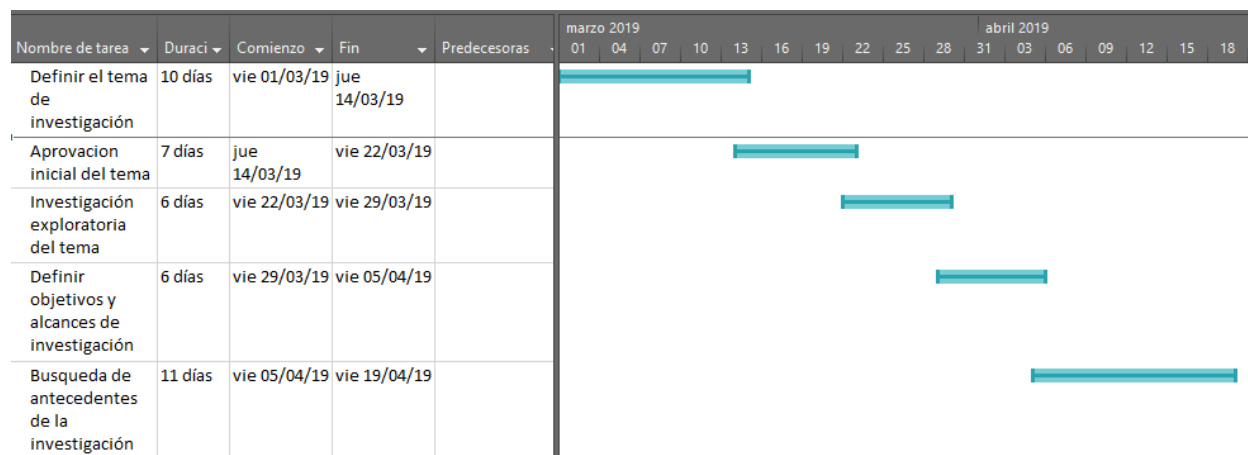
Vittone, C. y. (2013). Diseñando Apps para móviles. *ebook*, 26-27,29-30,53-63.

Vivar, C., & López, J. (2013). Diseño e implementación de un módulo didáctico para clasificación, empaçado, e inspección de huevos aplicando plc. *Tesis*. Riobamba: Escuela Superiro Politécnica de Chimborazo.

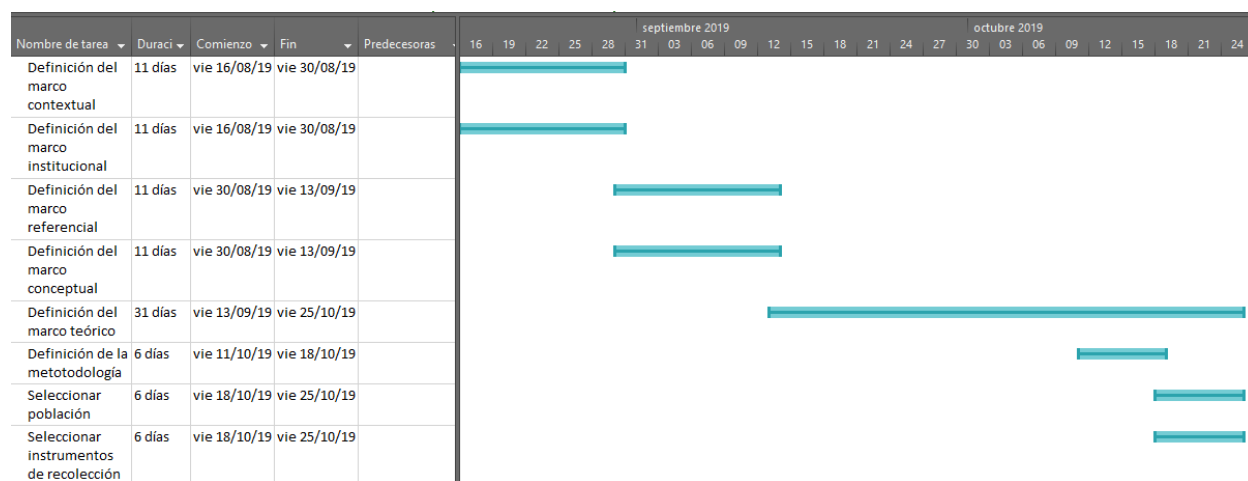
*What is Android*. (s.f.). Obtenido de android.com: <https://www.android.com/what-is-android/>

- X. basogain, M; K., Espinosa; C.,Roueche; J.C, Olabe. (s.f.). Realidad aumentada en la educación: una tecnología emergente. *Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao*.
- Zazo Millán, C. (19 de Septiembre de 2019). Migración de aplicaciones Android hacia Flutter, un framework para desarrollo de apps multiplataform. *Trabajo Fin de Grado*. Valencia, Valencia, España: Universitat politécnica de Valencia.
- Zazo, C. (2019). Migración de aplicaciones Android hacia Flutter, un framework para desarrollo de apps multiplataforma. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

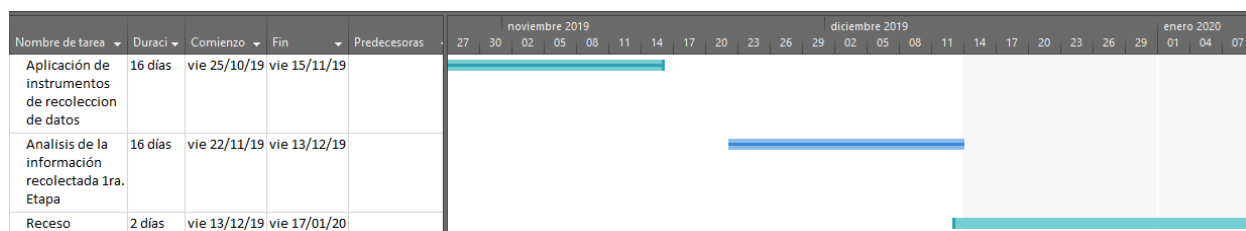
## Apéndices



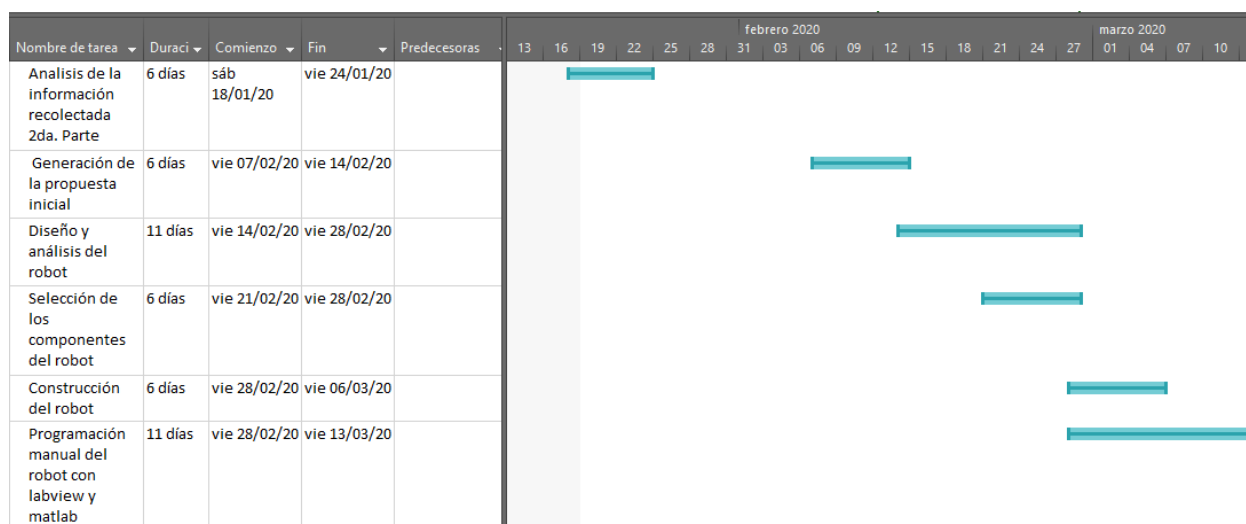
### Apéndice 1. Primera etapa del proyecto



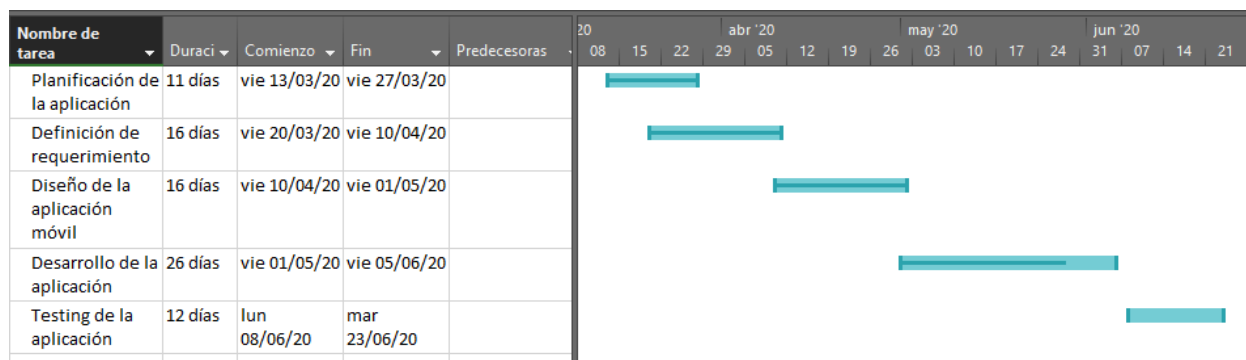
### Apéndice 2. Etapa de recolección de marco teórico y definición de metodología



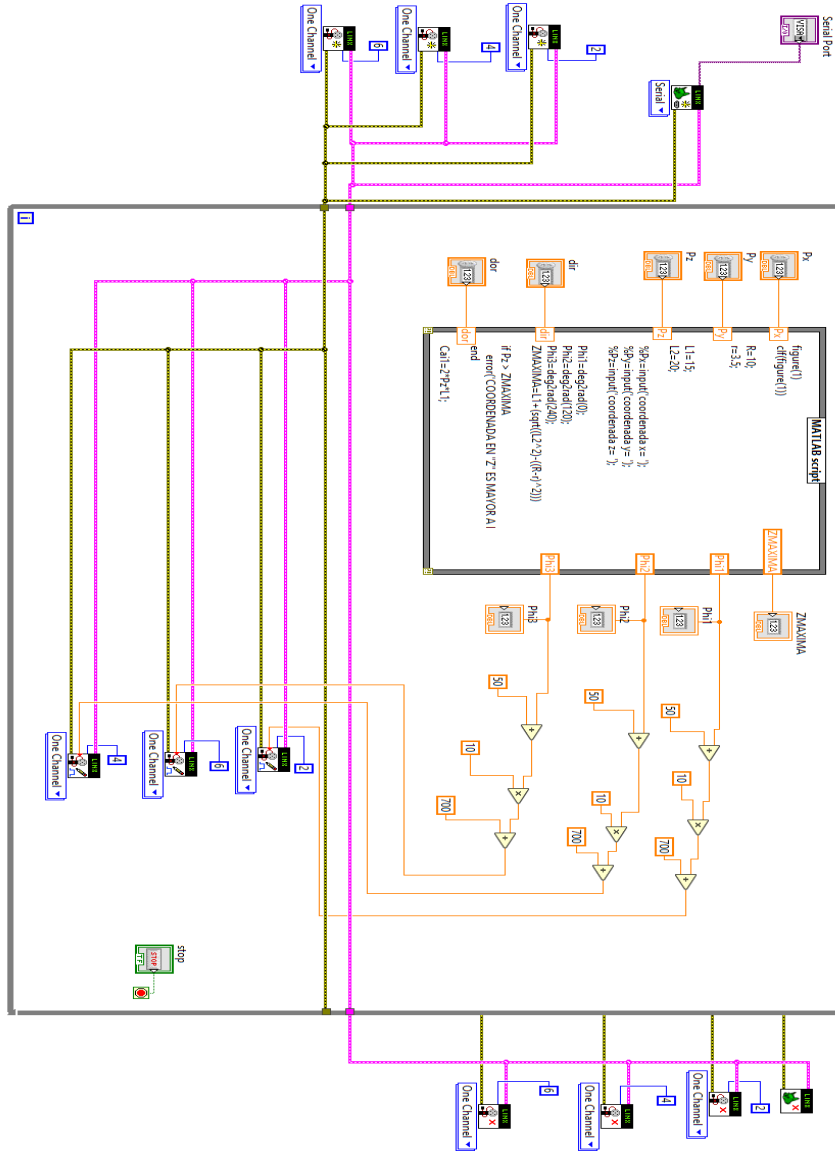
### Apéndice 3. Aplicación de los instrumentos y análisis de información



### Apéndice 4. Diseño y programación del robot



### Apéndice 5. Planificación de la aplicación móvil



Apéndice 6: Diagrama de bloques, conexión y movimiento de robot delta.