



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

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

**COMUNICACIÓN**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**TEMA:**

**“JUGUETE ELECTRÓNICO LÚDICO COMO HERRAMIENTA**

**EDUCATIVA PARA LA ADQUISICIÓN DE LA LECTOESCRITURA, EN**

**NIÑOS DE 5 A 8 AÑOS CON NECESIDADES ESPECIALES ASOCIADAS A LA**

**DISCAPACIDAD INTELECTUAL Y AL TRASTORNO DEL ESPECTRO**

**AUTISTA, EN LA UNIDAD EDUCATIVA AGUSTÍN CUEVA DÁVILA”**

**AUTOR: JULIO ISRAEL CAICEDO SANDOVAL**

**DIRECTOR: MSC. CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ AYALA**

**Ibarra – Ecuador**

**2019**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003681044		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Caicedo Sandoval Julio Israel		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Hernán Gonzales de Saa y Princesa Cory Cory 25-28		
<b>EMAIL:</b>	jicaicedos@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062-650112	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0968873817

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	Juguete electrónico lúdico como herramienta educativa para la adquisición de la lectoescritura, en niños de 5 a 8 años con necesidades especiales asociadas a la discapacidad intelectual y al trastorno del espectro autista, en la Unidad Educativa "Agustín Cueva Dávila"
<b>AUTOR (ES):</b>	Caicedo Sandoval Julio Israel
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	09/20/2019
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Msc. Carlos Alberto Vásquez Ayala

---

## 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 20 días del mes de septiembre de 2019

**EL AUTOR:**



.....  
Julio Israel Caicedo Sandoval

# CERTIFICADO INSTITUCIÓN



**UNIDAD EDUCATIVA**  
**“AGUSTÍN CUEVA DÁVILA”**  
 Barrio 10 de Agosto – Ejido de Caranqui Telf: 062 651-591/062-651-178  
 AMIE – 10H00004  
 IBARRA- ECUADOR



## ACTA ENTREGA RECEPCIÓN

**TEMA:** JUGUETE ELÉCTRICO LÚDICO COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA PARA LA ADQUISICIÓN DE LA LECTOESCRITURA, EN NIÑOS DE 5 A 8 AÑOS CON NECESIDADES EDUCATIVA ESPECIALES ASOCIADAS A LA DISCAPACIDAD INTELLECTUAL Y AL TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA, EN LA UNIDAD EDUCATIVA “AGUSTÍN CUEVA DÁVILA”

En las instalaciones de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”, en la ciudad de Ibarra el día 24 de julio del 2019, el Sr. JULIO ISRAEL CAICEDO SANDOVAL, Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación hace la entrega del proyecto: “JUGUETE ELÉCTRICO LÚDICO COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA PARA LA ADQUISICIÓN DE LA LECTOESCRITURA, EN NIÑOS DE 5 A 8 AÑOS CON NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES ASOCIADAS A LA DISCAPACIDAD INTELLECTUAL Y AL TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA, EN LA UNIDAD EDUCATIVA “AGUSTÍN CUEVA DÁVILA”, a la MSc. Alexandra Suárez, Rectora (e) y al Psicólogo, Lic. Carlos Anrango, Coordinador del Departamento de Consejería Estudiantil de la Institución.

El desarrollo del prototipo de juguete, lo realizó el Sr. JULIO ISRAEL CAICEDO SANDOVAL, con la tutoría del Msc. CARLOS VÁSQUEZ y bajo la supervisión del Psicólogo, Lic. Carlos Anrango dentro de la Institución.

Atentamente,

Sr. Julio Caicedo Sandoval  
 Tesista  
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE NORTE

Msc. Carlos Vásquez  
 Director de Tesis  
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

MSc. Alexandra Suárez T.  
 RECTORA (e)  
 U. E. AGUSTÍN CUEVA DÁVILA



## CERTIFICADO DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

### CERTIFICACIÓN:

MAGISTER CARLOS VÁSQUEZ AYALA CON LA CÉDULA DE IDENTIDAD Nro. 1003542170, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA:

Que, el presente trabajo de titulación denominado: "JUGUETE ELECTRÓNICO LÚDICO COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA PARA LA ADQUISICIÓN DE LA LECTOESCRITURA, EN NIÑOS DE 5 A 8 AÑOS CON NECESIDADES ESPECIALES ASOCIADAS A LA DISCAPACIDAD INTELECTUAL Y AL TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA, EN LA UNIDAD EDUCATIVA "AGUSTÍN CUEVA DÁVILA"". Ha sido desarrollado por el señor Julio Israel Caicedo Sandoval bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Msc. Vásquez Ayala Carlos Alberto

C.C.I.: 1003542170

DIRECTOR

Ibarra, 04 de septiembre de 2019

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación primeramente a mis padres, Julio Caicedo y Gloria Sandoval quienes con su amor infinito me han brindado las enseñanzas que han hecho de mí una persona de bien, esta grata etapa de mi vida se la debo a ellos ya que día y noche trabajaron por brindarme siempre lo mejor en todos los aspectos posibles, brindándome su apoyo y confianza en todo momento.

A todas las personas que me apoyaron y confiaron en mí a pesar de no ser un ser humano perfecto, y a en especial a los niños con necesidades educativas especiales, espero que este trabajo sea de entera utilidad para su desarrollo, y puedan superar la etapa de lectoescritura para un mejor desarrollo académico.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila” por la apertura para el desarrollo de mi trabajo de titulación, y por todo el apoyo brindado durante todo este tiempo, quiero agradecer en especial a la Lic. Lucía Rosero y al Lic. Carlos Anrango por compartir sus conocimientos y haber guiado este proyecto hacia su objetivo.

Al Msc. Carlos Vásquez quien me dio un voto de confianza al aceptar ser mi Director de Trabajo de Grado, por todo su apoyo y paciencia; gracias por el tiempo invertido en el desarrollo de este proyecto durante todo este trayecto.

A mi pareja Selena por estar conmigo en los momentos difíciles, ya que sin ella me hubiera dado por vencido en muchas ocasiones, gracias por todo su apoyo y amor que ha sabido brindarme.

En especial a mi tía Mariana por ser tan bondadosa conmigo, gracias por ayudarme muchas veces en la parte económica, gracias por preocuparse por mí, es realmente la segunda madre que siempre he tenido y por eso la quiero muchísimo.

## Índice de Contenido

CERTIFICADO INSTITUCIÓN.....	i
CERTIFICADO DIRECTOR DE TESIS .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
RESUMEN .....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
Capítulo I .....	1
1.1 Tema .....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos. ....	3
1.4 Alcance .....	4
1.5 Justificación.....	5
Capítulo II.....	9
2.1 Desarrollo de la lectoescritura .....	9
2.1.1 La importancia de la lectoescritura en los niños.....	9
2.1.2 Dificultades en el aprendizaje de la lectoescritura.....	10
2.1.3 Enseñanza de la lectoescritura en niños con DI y TEA. ....	11
2.1.4 Métodos para enseñar la lectoescritura. ....	11
2.2 Etapas de la lectoescritura.....	15
2.2.1 Adquisición.....	16
2.2.2 Dominio. ....	19

2.3 Necesidades educativas especiales asociadas a la discapacidad.....	20
2.3.1 Discapacidades Sensoriales. ....	20
2.3.2 Discapacidad física o motora. ....	21
2.3.3 Trastorno del Espectro Autista. ....	22
2.3.4 Discapacidad intelectual. ....	23
2.3.5 Discapacidades no susceptibles de inclusión. ....	26
2.4 Estrategias pedagógicas para niños con NEE asociados a la discapacidad ....	26
2.4.1 Estrategias pedagógicas para Discapacidad intelectual. ....	27
2.4.2 Estrategias para Autismo. ....	28
2.5 Material didáctico .....	30
2.5.1 Importancia del material didáctico. ....	31
2.5.2 Beneficios del material didáctico.....	31
2.5.3 Material Multimedia Educativo. ....	32
2.6 Sistemas Alternativos y Aumentativos de Comunicación (SAAC) .....	34
2.6.1 Sistema Bliss.....	35
2.6.2 Sistema PECS. ....	37
2.6.3 Sistema SPC.....	38
2.6.4 Sistema ARASAAC.....	41
2.7 Aplicación de los SAAC.....	42
2.7.1 Métodos de Anticipación.....	43
2.7.2 Agendas para ACNEE. ....	44
2.8 Electrónica orientada a la educación .....	45
2.8.1 Robótica Educativa.....	45
2.8.2 Robótica Educativa y NEE. ....	46

2.9 Herramientas open source.....	47
2.9.1 Hardware.....	48
2.9.2 Software.....	51
2.10 Metodología.....	52
2.10.1 Modelo en V.....	52
Capítulo III.....	55
3.1 Análisis .....	55
3.1.1 Situación actual.....	55
3.1.2 Dimensionamiento de Stakeholders.....	57
3.1.3 Técnicas de recolección de Información.....	58
3.1.4 Encuesta.....	59
3.1.5 Análisis y conclusión de la encuesta.....	60
3.4 Requerimientos .....	62
3.4.2 Nomenclatura de requerimientos.....	63
3.4.3 Requerimientos de Stakeholders.....	63
3.4.4 Requerimientos del sistema.....	64
3.4.5 Requerimientos de arquitectura.....	66
3.4.6 Propósito y ámbito del sistema.....	68
3.4.7 Descripción general del sistema.....	68
3.6 Elección del Software .....	69
3.6.1 Lenguaje de programación.....	69
3.7 Elección del Hardware.....	71
3.7.1 Benchmarking.....	71
3.8 Diseño .....	85

3.8.1 Diagrama de Bloques.....	86
3.8.2 Fuente de alimentación.....	87
3.8.3 Diagramas de funcionamiento.....	94
3.8.4 Diagrama de conexión del sistema.....	105
3.9. Desarrollo del Hardware.....	110
3.9.1 Construcción de PCB.....	110
3.9.2 Sistema de Audio.....	111
3.9.3 Configuración del hardware.....	112
3.10 Diseño estructural del prototipo.....	113
3.10.1 Diseño de piezas en 3D.....	113
3.10.2 Ensamblaje de piezas impresas y componentes.....	116
3.11. Desarrollo del Software.....	119
3.11.1 Desarrollo Multimedia.....	119
3.11.2 Control de actuadores.....	123
3.11.3 Comunicación serial.....	124
3.11.4 Configuración de gestor de texto hablado.....	126
3.11.5 Configuración de pistas de fondo.....	127
3.11.6 Desarrollo de interfaz gráfica.....	128
3.12 Pruebas del Sistema.....	145
3.12.1 Fuente de alimentación.....	145
3.12.2 Bloque de Hardware.....	148
3.12.3 Bloque de Software.....	151
Capítulo IV.....	159
4.1 Planificación y adaptación de currículo.....	159

4.2 Cronograma de pruebas .....	163
4.2.1 Evaluación observativa de diagnóstico.....	167
4.2.3 Pruebas de diseño y funcionamiento. ....	170
4.2.3 Evaluación observativa de resultados. ....	174
Conclusiones y Recomendaciones.....	177
Conclusiones.....	177
Recomendaciones .....	179
Bibliografía .....	181
Anexo 01: Primera Encuesta.....	189
Anexo 02: Tabulación de Primera Encuesta.....	194
Anexo 03: Segunda Encuesta .....	201
Anexo 04: Tabulación de Segunda Encuesta.....	205
Anexo 05: Lenguajes de Programación .....	209
Anexo 06: Descripción de Hardware.....	213
Anexo 07: Solicitud de Impresora 3D .....	233
Anexo 08: Configuración de Software .....	234
Anexo 09: Técnicas e instrumentos de evaluación.....	241
Anexo 10: Evaluaciones de Diagnóstico .....	251
Anexo 11: Informe de resultados Psicólogo .....	254
Anexo 12: Evaluación de Resultados .....	255
Anexo 13: Manual de Usuario .....	259
Anexo 14: Código de Programación.....	270

## Índice de Figuras

Figura 1. Imagen empleada como material didáctico en el método sintético de lectoescritura.....	13
Figura 2. Imagen empleada como material didáctico en el método analítico de lectoescritura.....	14
Figura 3. Imagen empleada como material didáctico en el método global de lectoescritura.....	15
Figura 4. Habilidades metalingüísticas para la lectoescritura.....	17
Figura 5. Etapas para el aprendizaje de la lectura.....	18
Figura 6. Etapas para el aprendizaje de la escritura.....	19
Figura 7. Clasificación de niveles de autismo según la American Psychiatric Association (2013).....	23
Figura 8. Posibles causas de la discapacidad intelectual. ....	24
Figura 9. Diferencia entre Sistemas Aumentativos y Alternativos.....	35
Figura 10. Tipo de símbolos sistema Bliss. ....	36
Figura 11. Categoría de símbolos del sistema Bliss. ....	37
Figura 12. Fases de aprendizaje para el sistema PECS.....	38
Figura 13. Categorías de figuras del sistema SPC. ....	39
Figura 14. Tipos de símbolos del sistema SPC.....	40
Figura 15. Ejemplos de símbolos internacionales del sistema SPC. ....	41
Figura 16. Herramientas online del portal ARASAAC. ....	42
Figura 17. Uso de los SAAC para rutinas en niños con NEE.....	44
Figura 18. Agenda diaria con pictogramas. ....	45
Figura 19. Diagrama del modelo en V.....	53
Figura 20. Ubicación de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila” .....	56
Figura 21. Diagrama representativo del juguete electrónico. ....	69

Figura 22. Diagrama de bloques del sistema. ....	86
Figura 23. Módulo Rpi Power Pack v1.2.....	90
Figura 24. Extensión de circuito de alimentación y control de dispositivos. ....	92
Figura 25. Configuración del software PCB para el ancho de pistas. ....	94
Figura 26. Diseño de PCB para circuito de extensión de batería. ....	94
Figura 27. Diagrama de flujo para configuración de modo encendido. ....	96
Figura 28. Diagrama de Flujo para entrar en modo carga. ....	97
Figura 29. Bosquejo del menú del juego. ....	101
Figura 30. Diagrama de bloques para módulo de conciencia léxica. ....	101
Figura 31. Diagrama de flujo para ejercicio de conciencia léxica.....	102
Figura 32. Diagrama de bloques para módulo de conciencia silábica.....	103
Figura 33. Diagrama de flujo para ejercicios de conciencia silábica.....	103
Figura 34. Diagrama de bloques para módulo de conciencia fonética. ....	104
Figura 35. Diagrama de flujo para módulo de conciencia fonética.....	105
Figura 36. Diagrama de bloques del subsistema eléctrico.....	106
Figura 37. Diagrama de conexiones del subsistema eléctrico. ....	106
Figura 38. Diagrama de conexiones del subsistema Activo. ....	107
Figura 39. Diagrama de conexiones del subsistema pasivo.....	108
Figura 40. Diagrama del subsistema de Software.....	109
Figura 41. Diagrama General de conexiones del sistema. ....	110
Figura 42. Construcción de circuito PCB. ....	111
Figura 43. Soldadura de cables para altavoces. ....	111
Figura 44. Soldadura de pines para amplificador de audio.....	112
Figura 45. Cabeza del juguete.....	114

Figura 46. Brazo del juguete.....	114
Figura 47. Cuerpo frontal y trasero del juguete.....	115
Figura 48. Base para el apoyo del juguete.....	115
Figura 49. Ensamble de Piezas en 3D.....	116
Figura 50. Piezas de cabeza impresa ensambladas.....	117
Figura 51. Piezas de base impresas ensambladas.....	117
Figura 52. Piezas de cuerpo ensambladas.....	118
Figura 53. Ensamble de todas las piezas impresas en 3D.....	119
Figura 54. Praxias del alfabeto español.....	120
Figura 55. Rediseño de praxias lingüísticas.....	120
Figura 56. Cara del juguete mostrada en pantalla 3.2''.....	121
Figura 57. Cara del juguete pronunciando la letra e.....	121
Figura 58. Material didáctico para lectoescritura portal ARASAAC.....	122
Figura 59. Sonidos de consonantes y vocales grabados con Audacity.....	123
Figura 60. Métodos para control de actuadores en el juguete.....	124
Figura 61. Método para cambio de imagen en pantalla 3.2".	125
Figura 62. Configuración para comunicación serial de raspberry pi.....	125
Figura 63. Cadenas de bytes para envío serial a pantalla Nextion.....	126
Figura 64. Separación de caracteres para envío serial.....	126
Figura 65. Método para pronunciar texto.....	127
Figura 66. Métodos para reproducción de pistas de sonido como fondo.....	128
Figura 67. Importación de librerías para interfaz gráfica y sonido.....	128
Figura 68. Estructura del programa GUI para Python.....	129
Figura 69. Frames para ventanas del software.....	130

Figura 70. Programación para la Ventana de Saludo.....	131
Figura 71. Ventana para saludo y opción de juego.....	131
Figura 72. Método para botones de menú.....	132
Figura 73. Venta de menú con objetos. ....	133
Figura 74. Declaración de variables necesarias para el módulo de léxico. ....	134
Figura 75. Método para pronunciar pictogramas de léxico. ....	135
Figura 76. Método para juego de léxico. ....	135
Figura 77. Ventana de juego léxico para dos y tres palabras.....	136
Figura 78. Declaración de variables para modulo silábico.....	137
Figura 79. Método para pronunciar pictogramas de léxico. ....	138
Figura 80. Funciones establecidas del módulo silábico.....	139
Figura 81. Venta se juego silábico y opciones de juego. ....	140
Figura 82. Ventana de juego silábico fácil. ....	140
Figura 83. Ventana de juego difícil silábico. ....	141
Figura 84. Variables para validar juegos de modulo fonético. ....	141
Figura 85. Métodos para pronunciación de pictogramas y pistas de fonemas del juego fonético. ....	142
Figura 86. Funciones establecidas del módulo fonético. ....	143
Figura 87. Ventana para elección de juegos fonéticos.....	144
Figura 88. Ventanas para juego de vocales y abecedario. ....	144
Figura 89. Alerta de batería baja de raspberry pi.....	145
Figura 90. Modulo RPI Powerpack en modo encendido.....	147
Figura 91. Módulo RPI Powerpack en modo de carga. ....	147
Figura 92. Módulo 1S Li-Po LiPo Indicador de batería Pantalla LED.....	148
Figura 93. Venta de inicio ejecutada en el prototipo. ....	151

Figura 94. Venta de inicio con saludo en el prototipo. ....	152
Figura 95. Prototipo ejecutando juego léxico con 4 palabras. ....	153
Figura 96. Prototipo ejecutando juego léxico y corrigiendo equivocaciones. ....	153
Figura 97. Prototipo ejecutando articulaciones en juego silábico. ....	154
Figura 98. Prototipo ejecutando equivocaciones en juego silábico. ....	155
Figura 99. Prototipo ejecutando juego silábico - aciertos. ....	155
Figura 100. Prototipo ejecutando juego fonético vocales - aciertos. ....	156
Figura 101. Prototipo ejecutando juego fonético de abecedario - acierto. ....	157
Figura 102. Sesiones de lectoescritura con el prototipo. ....	171
Figura 103. Resultados de la primera pregunta de la encuesta N°1. ....	194
Figura 104. Resultados de la segunda pregunta de la encuesta N°1. ....	195
Figura 105. Resultados de la tercera pregunta de la encuesta N°1. ....	195
Figura 106. Resultados de la cuarta pregunta de la encuesta N°1. ....	196
Figura 107. Resultados de la quinta pregunta de la encuesta N°1. ....	197
Figura 108. Figura 37. Resultados de la sexta pregunta de la encuesta N°1. ....	197
Figura 109. Resultados de la séptima pregunta de la encuesta N°1. ....	198
Figura 110. Resultados de la octava pregunta de la encuesta N°1. ....	199
Figura 111. Resultados de la novena pregunta de la encuesta N°1. ....	199
Figura 112. Resultados de la primera pregunta de la encuesta N°2. ....	205
Figura 113. Resultados de la segunda pregunta de la encuesta N°2. ....	206
Figura 114. Resultados de la tercera pregunta de la encuesta N°2. ....	206
Figura 115. Resultados de la cuarta pregunta de la encuesta N°2. ....	207
Figura 116. Resultados de la quinta pregunta de la encuesta N°2. ....	207
Figura 117. Figura 46. Resultados de la sexta pregunta de la encuesta N°2. ....	208

Figura 118. Placa de desarrollo Raspberry pi 3 B+.	213
Figura 119. Placa de desarrollo Raspberry Pi Zero W.	215
Figura 120. Pantalla serial HMI uLCD-32PT.	217
Figura 121. Pantalla Nextion NX2024T032_011R	219
Figura 122. Pantalla LCD TFT 5inch HDMI.	221
Figura 123. Pantalla LCD TFT 7" inch.	223
Figura 124. Micro servo Tower Pro SG90.	226
Figura 125. Micro servo digital Tower Pro MG90s.	228
Figura 126. Micro servo Tower Pro SG92R.	229
Figura 127. Módulo amplificador de audio LM386.	231
Figura 128. Módulo amplificador de audio PAM8403.	232
Figura 129. Software para subir imagen de SO a microSD.	234
Figura 130. Ventana de escritorio del sistema operativo Raspbian Stretch.	235

## Índice de Tablas

Tabla 1. Estrategias pedagógicas para niños con discapacidad intelectual. ....	27
Tabla 2 Estrategias pedagógicas para niños con asperger .....	28
Tabla 3. Estrategias pedagógicas para niños con autismo. ....	29
Tabla 4 Número de estudiantes entre primero a cuarto de básica (periodo 2017-2018). .....	57
Tabla 5 Descripción de Stakeholders.....	58
Tabla 6. Tabla de descripción de abreviaturas para requisitos. ....	63
Tabla 7. Lista de requerimientos Operacionales y de Usuarios.....	63
Tabla 8. Lista de requerimientos de Uso, Interfaces, Estados, Físicos.....	64
Tabla 9. Lista de requerimientos lógicos, Software, Hardware y Eléctricos.....	66
Tabla 10. Comparativa de lenguajes de programación en relación a requerimientos. .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 11. Comparativa entre Raspberry Pi 3 B y Raspberry Pi Zero W .....	72
Tabla 12. Elección de placa de desarrollo. ....	73
Tabla 13 Comparativa de pantallas NX2024T032_011R y uLCD-32PT.....	75
Tabla 14 Elección de Pantalla 1 para la herramienta.....	76
Tabla 15. Comparativa entre modelos de pantallas TFT. ....	77
Tabla 16 Elección de Pantalla 2 para la herramienta.....	78
Tabla 17. Comparativa de propiedades mecánicas de material ABS y PLA.....	79
Tabla 18. Selección de material para impresión 3D. ....	80
Tabla 19. Comparativa de especificaciones técnicas entre micro servos SG92R, SG90 y MG90S TowerPro.....	81
Tabla 20 Elección de pantalla 2 para la herramienta.....	83
Tabla 21. Tabla comparativa entre características de amplificadores de audio.....	84

Tabla 22 Elementos de la herramienta educativa con consumos máximos de corriente. .....	88
Tabla 23. Consideraciones para módulos del Software.....	98
Tabla 24. Cronometraje de tiempo para pruebas de duración de batería.....	146
Tabla 25. Verificaciones de funcionamiento de componentes de hardware.....	149
Tabla 26. Ángulos de movimiento para micro servos. ....	150
Tabla 27. Planificación por Destrezas con Criterios de Desempeño.....	160
Tabla 28. Cronograma de Pruebas.....	164
Tabla 29. Tabla de resultados de la evaluación diagnóstica.....	168
Tabla 30. Escala de calificaciones.....	169
Tabla 31. Escala de valoración para rúbrica.....	171
Tabla 32. Resultados iniciales y finales de la rúbrica de evaluación.....	172
Tabla 33. Evaluación Observativa de resultados.....	175
Tabla 34 <i>Especificaciones técnicas de Raspberry Pi 3 + modelo 2018</i> .....	214
Tabla 35 <i>Especificaciones técnicas de Raspberry Pi Zero W modelo 2017</i> .....	216
Tabla 36 <i>Especificaciones técnicas de pantalla uLCD-32PT</i> .....	217
Tabla 37 <i>Especificaciones Técnicas de pantalla NX2024T032_011R</i> .....	220
Tabla 38. <i>Especificaciones técnicas de pantalla LCD TFT 5 inch Touch(Elecrow)</i> . .....	222
Tabla 39. <i>Especificaciones técnicas de pantalla LCD TFT 7inch Touch (Elecrow)</i> . .....	223
Tabla 40. <i>Propiedades mecánicas del polímero ABS</i> .....	224
Tabla 41. <i>Propiedades mecánicas del material PLA</i> .....	225
Tabla 42. <i>Especificaciones técnicas de micro servo Tower Pro SG90</i> .....	227
Tabla 43 <i>Especificaciones técnicas del micro servo MG90S</i> .....	228
Tabla 44 <i>Especificaciones del micro servo Tower Pro SG92R</i> .....	230

<i>Tabla 450. Características del módulo de audio lm386.....</i>	<i>231</i>
<i>Tabla 46. Características del módulo de audio PAM8403. ....</i>	<i>232</i>

## RESUMEN

El presente proyecto consiste en el desarrollo de una herramienta educativa con connotaciones lúdicas para el desarrollo de la adquisición de la lectoescritura en niños con discapacidad intelectual y Autismo de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”.

El propósito de este proyecto es contribuir al proceso de enseñanza aprendizaje de la lectoescritura en niños con Necesidades Educativas Especiales asociadas a la discapacidad intelectual y Trastorno del Espectro Autista, para que puedan llevar un proceso de desarrollo académico no muy distante al de sus compañeros. La herramienta está compuesta por juegos orientados a la enseñanza de las habilidades metalingüísticas necesarias para el proceso de adquisición de lectoescritura utilizando una metodología lúdica y estimulando sentidos como la vista y el oído.

En el capítulo uno se manifiesta la problemática y la justificación del porqué de este proyecto y los lineamientos que se seguirán a lo largo de su desarrollo.

En el capítulo dos se describen las características de los niños a los que va enfocado el proyecto y también parte de la metodología como conceptos y estrategias guías.

En el capítulo tres se desarrolla parte del ciclo de vida de este proyecto utilizando el modelo en V, empezando por las especificaciones y el diseño de todo el sistema.

El capítulo cuatro continua y finaliza el ciclo de vida del proyecto con todas las pruebas y correcciones del diseño del prototipo, también se muestra ya la implementación en la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”.

## **ABSTRACT**

The present project consists in the development of an educational tool with playful connotations for the development of literacy acquisition in children with intellectual disability and Autism of the Educational Unit "Agustín Cueva Dávila".

The purpose of this project is to contribute to the teaching-learning process of reading and writing in children with Special Educational Needs associated with intellectual disability and Autism Spectrum Disorder, so that they can carry out an academic development process similar to that of their peers. The tool is composed of games aimed at teaching the metalinguistic skills necessary for the literacy acquisition process using a playful methodology and stimulating senses such as sight and hearing.

In chapter one the problem and the justification of the reason of this project and the guidelines that will be followed throughout its development are manifested.

Chapter two describes the characteristics of the children to whom the project is focused and also part of the methodology as concepts and strategies guides.

Chapter three is part of the life cycle of this project using the V model, starting with the specifications and the design of the entire system.

Chapter four continues and ends the life cycle of the project with all the proofs and corrections of the prototype design, the implementation in the Educational Unit "Agustín Cueva Dávila" is also shown.

# Capítulo I

## Antecedentes

### 1.1 Tema

Juguete electrónico lúdico como herramienta educativa para la adquisición de la lectoescritura, en niños de 5 a 8 años con necesidades especiales asociadas a la discapacidad intelectual y al trastorno del espectro autista, en la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”.

### 1.2 Planteamiento del problema

Según el censo del 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), se identificó un grupo de alrededor 293,743 personas con discapacidad, del cual el 24% tienen discapacidad intelectual. En los últimos años el país ha trabajado conjuntamente con organismos públicos y privados, buscando mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad, por lo cual el Ministerio de Educación busca generalizar el ingreso, permanencia, participación, aprendizaje, promoción y culminación de la población escolar al sistema educativo ecuatoriano y particularmente a los niños con necesidades educativas especiales (NEE), que se refiere a las dificultades de aprendizaje de los niños, niñas y adolescentes asociadas o no a una discapacidad, por esta razón, las instituciones de educación tienen la responsabilidad de educar con éxito a sus estudiantes, incluidos todos los niños, sin importar su grado de discapacidad, basado en el acuerdo N° 0295-13 emitido por el Ministerio de Educación, donde se promueve la inclusión en los establecimientos de educación ordinaria a los estudiantes con necesidades educativas especiales.

En la actualidad, para brindar ayuda a los niños con NEE se recibe el apoyo de instituciones públicas como la Unidad de Apoyo a la Inclusión – UDAI, para facilitar la inclusión de los niños con NEE asociadas o no a una discapacidad, este organismo trabaja conjuntamente con las instituciones educativas del país, en este caso con la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”, por otra parte organismos como el Ministerio de Salud Pública, Centro de Rehabilitación Integral y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social brindan su apoyo con el diagnóstico de los niños, terapias, rehabilitación y salud en general. Por otra parte, mediante el Programa de Apoyo a la Inclusión Educativa, las instituciones educativas cuentan con personal que asesoran a los docentes en adaptaciones curriculares para la educación especial e inclusiva, con la finalidad de cubrir las necesidades de los estudiantes, dentro de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila” se ha evidenciado niños con discapacidad que presentan problemas en el desarrollo de habilidades del lenguaje como la lectoescritura, que es un proceso prioritario en la vida escolar del estudiante, para potencializar su capacidad de juicio y análisis, de esta manera la institución utiliza métodos tradicionales y software educativo (Abra palabra, Conejo lector, Pipo aprende a leer) para mejorar el proceso de adquisición de la lectoescritura en los niños de educación básica elemental.

En base al problema descrito anteriormente se plantea un método de enseñanza creativo e innovador, que permita el desarrollo de la lectoescritura a través de técnicas multisensoriales como la voz y el gráfico mediante actividades lúdicas, para potenciar el proceso de aprendizaje del niño con NEE asociadas a la discapacidad intelectual y al trastorno del espectro autista (TEA), para lo cual se busca crear un juguete electrónico, para la enseñanza de vocales, abecedario, sonidos, fonemas y pictogramas, elementos que son imprescindibles para el proceso de adquisición de la lectoescritura, todo esto de

manera interactiva ya sea individualmente o en grupos de trabajo pequeños, siguiendo una metodología adecuada para el proceso de enseñanza, utilizando hardware y software libre para el desarrollo del juguete electrónico.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General.**

Desarrollar un prototipo electrónico lúdico para el proceso de adquisición de la lectoescritura en niños de 5 a 8 años con necesidades educativas especiales asociadas a la discapacidad intelectual y al trastorno del espectro autista de la unidad educativa “Agustín Cueva Dávila”.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

- Investigar métodos y herramientas empleadas para el proceso de adquisición de la lectoescritura en niños de 5 a 8 años como parte del estudio del arte.
- Aplicar la metodología del modelo en V para determinar requerimientos del hardware y software para el desarrollo del juguete.
- Elaborar el material didáctico necesario para el desarrollo del software con su respectiva guía para el manejo del juguete.
- Validar los resultados del aprendizaje obtenido en el proceso de adquisición de la lectoescritura con un grupo de niños, utilizando pruebas técnicas y especializadas.

#### **1.4 Alcance**

El proyecto planteado consiste en el diseño y construcción de un juguete electrónico lúdico, para lo cual se requiere una amplia investigación de las técnicas de enseñanza utilizadas en los niños con NEE asociadas a la discapacidad de 5 a 8 años, y las herramientas empleadas para el mejoramiento de la adquisición de la lectoescritura en estos niños, de esta manera se busca hacer un profundo análisis de la situación actual de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”, y tomar los métodos necesarios para la adquisición de la lectoescritura, mediante el juguete, para obtener mejores resultados que los métodos tradicionales utilizados por docentes y padres de familia.

Para el desarrollo del proyecto se usará el modelo en V, donde se aplicará el estándar IEEE29148 para determinar requerimientos de software, evaluando aspectos necesarios en la metodología de enseñanza con la cual deberá trabajar el juguete, a su vez también habrá un estudio de benchmarking para la selección de hardware en base a los requerimientos obtenidos, que permitirá realizar un diseño acorde a las necesidades de los niños. Como estrategia metodológica se tiene planteado elaborar un prototipo que empleará el uso de dos sentidos, el oído y la vista, catalogados como los más importantes para el proceso de lectoescritura. Además, el juguete estará diseñado para los niños con discapacidad intelectual leve y trastorno del espectro autista (TEA), ya que en la institución solo se identificaron niños con este tipo de problema.

El material didáctico que se usará para el proceso de enseñanza de la lectoescritura será elaborado a partir de los requerimientos obtenidos por especialistas y docentes que validarán su diseño para que pueda ser aplicado en el software, así como su respectivo manual de uso para una correcta aplicación de la metodología propuesta, todo esto

realizado bajo software libre, este material incluirá vocales, abecedario y fonemas, empleados en el proceso de adquisición de la lectoescritura que serán posteriormente mostrados en una pantalla, para el proceso de audiovisual habrá una segunda pantalla que ayudará con praxias del lenguaje relacionadas con el pronunciamiento del material antes propuesto.

Para la validación de resultados se lo realizará en base a tres aspectos como el tecnológico, académico, psicológico, que serán evaluados por el consejo académico de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila” y docentes de la Universidad Técnica del Norte que supervisarán el avance del proyecto.

## **1.5 Justificación**

La educación es uno de los factores más influyentes en la vida de los seres humanos, ya que estos se encuentran en un aprendizaje continuo a lo largo de su vida, sin embargo, es muy importante conocer acerca de la educación especial, donde un niño, niña o adolescente se adapta a la vida escolar a pesar de tener capacidades diferentes a los demás, convirtiendo en un verdadero reto para los docentes llevar a todos sus estudiantes al mismo ritmo, para lo cual se debe tener un conocimiento amplio, para diseñar estrategias de apoyo y adecuaciones al proceso de enseñanza, para brindar una respuesta educativa a las dificultades que presentan los niños con NEE.

Mediante la expedición de la Constitución de la República se establece que la educación es un derecho de todos los ciudadanos a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado, garantizando la igualdad e inclusión social. Además,

en el artículo 27 se establece que la educación debe ser participativa, obligatoria, intercultural, democrática, diversa, de calidad y calidez, incluyente, es decir que todas las personas sin importar su condición deben ser incluidas en el sistema educativo. (Constitución de la República del Ecuador, 2008). Por otra parte, bajo el Acuerdo Ministerial N° 0295-13 se emite la normativa referente a la atención a los estudiantes con necesidades educativas especiales en establecimientos de educación ordinaria o en instituciones educativas especializadas, que se aplica a todas las instituciones del Sistema Nacional de Educación del Ecuador. (Espinoza, 2013)

Al dar cumplimiento a los reglamentos los índices de niños, niñas y adolescentes con discapacidad van en aumento en las instituciones públicas, y al impartir cátedra el docente requiere otros mecanismos para los niños con necesidades educativas especiales, por lo cual se busca crear un juguete electrónico que mejore el proceso de la adquisición de la lectoescritura en los niños con NEE asociadas a la discapacidad, de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”, en edades de 5 a 8 años. El juguete electrónico utilizará técnicas o métodos que se encuentren acorde a los niños con NEE y que cumplan todas sus necesidades para mejorar dicho proceso, el juguete básicamente se compondrá de un software didáctico elaborado cuidadosamente que se visualiza en la pantalla LCD táctil, mediante la cual el niño puede interactuar de manera visual y auditiva, por otra parte, se encuentra una segunda pantalla en la cual se podrá visualizar praxias del lenguaje simuladas por el robot de acuerdo a los datos obtenidos por el software.

El diseño y elaboración de este proyecto es de suma importancia ya que gracias a los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación se puede llevar a cabo, el proyecto se centra en un grupo de estudiantes con NEE asociadas a la discapacidad intelectual y al trastorno del espectro

autista de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”, pretendiendo mejorar uno de los procesos prioritarios en la vida escolar del estudiante, como es la adquisición de la lectoescritura, facilitando de esta manera la adquisición de nuevas habilidades necesarias para el desarrollo del niño dentro del campo educativo.



## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

En este capítulo se detallan los conceptos necesarios para el desarrollo del proyecto como: la lectoescritura, sus etapas, metodologías y material didáctico empleado para adquirir esta habilidad, también se habla sobre los niños con Necesidades Educativas Especiales (NEE), sus características y las condiciones de cada trastorno. Además, se describen las técnicas que se utilizan para la comunicación y el aprendizaje de estos niños, adicionalmente se mencionan temas como la robótica educativa aplicada a las NEE y su relación con este proyecto, las herramientas y la metodología para su desarrollo.

#### **2.1 Desarrollo de la lectoescritura**

Debido a la importancia que tiene el lenguaje en el desarrollo del niño y en procesos de enseñanza y aprendizaje, la lectoescritura se considera uno de los temas más relevantes dentro del currículo escolar, siendo la base que constituye para todas las enseñanzas posteriores. (Cuesta Cossío, 2015).

##### **2.1.1 La importancia de la lectoescritura en los niños.**

La lectoescritura es una habilidad la cual debe desarrollarse de manera secuencial; la comprensión lectora es una de las habilidades fundamentales para que los alumnos puedan construir sus propios aprendizajes y puedan tener una mejor perspectiva de su entorno a largo plazo, por lo cual se hace necesario potenciarla en los centros escolares. (Suárez Cárdenas, Pérez Rodríguez, Vergara Castaño, & Alférez Jiménez, 2015)

### **2.1.2 Dificultades en el aprendizaje de la lectoescritura.**

Una dificultad es perceptible cuando se presenta un tipo de retraso en el desarrollo del niño, donde este necesita un mayor tiempo que el establecido para la adquisición de una habilidad, también existe el caso en el que están presentes alteraciones en el desarrollo que evitan que el niño no pueda adquirir ciertas habilidades debido a estas condiciones permanentes que le impiden desarrollar una destreza para adquirir habilidades que son posibles para los demás.

Las dificultades en la lectoescritura es un problema que engloba a toda la población sin excepción de clases sociales o continentes, según Vicente (2009) menciona que “entre el 10 y 15 por ciento de la población en edad de la escuela va a presentar, en clase, algún tipo de dificultad del aprendizaje.

También se pueden evidenciar dificultades en la lectoescritura debido a factores como problemas afectivos, personalidad, métodos de aprendizaje no encajados al niño, etc. Estos rasgos están relacionados con aspectos neuro-perceptivos-motores los cuales crean dificultades reales en los aprendizajes, realmente está demostrado que estos factores afectan a un pequeño porcentaje de los casos, los principales problemas que se presentan con mayor frecuencia son los psicolingüísticos que está ligado con procesamiento fonológico. (Clares & Buitrago, 1998)

En la actualidad se han realizado estudios sobre el desarrollo cerebral y el área que está relacionada a la función verbal, esto para comprender el origen de las mayores dificultades en el aprendizaje lectoescritor del niño, gracias a esto se ha logrado determinar que muchos de los problemas de comprensión y aprendizaje no son necesariamente del método o didáctica, ya que el problema puede ser mucho más

complejo y esté relacionado con el desarrollo cerebral, lo cual dificulta y altera el ritmo del aprendizaje.

### **2.1.3 Enseñanza de la lectoescritura en niños con DI y TEA.**

Al existir distintos niveles de discapacidad intelectual DI (ligera, media, grave y profunda) condiciona sus posibilidades de aprendizaje funcional de la lectoescritura, aunque no la determina. (José & Ramos, 2004)

El proceso de la lecto escritura lleva consigo etapas las cuales deben ser de manera secuencial, el docente debe respetar las etapas de la lectoescritura tanto para alumnos con discapacidad como para los demás, es común que el proceso de avanzar de una etapa a otra tome mayor tiempo debido a las diferencias individuales de cada niño.

Sin embargo, hay casos en que niños con discapacidad intelectual en grado ligero que durante el proceso de escolaridad consiguen niveles de eficacia lectora bastante próximos a los de sus compañeros, mientras que otros no consiguen superar la fase de la adquisición y existen además niños a los cuales no se plantean objetivos de lectura en su guía de adaptaciones. (José & Ramos, 2004)

### **2.1.4 Métodos para enseñar la lectoescritura.**

La búsqueda por encontrar un método de enseñanza que ofrezca buenos resultados ha sido uno de los principales intereses de los docentes e investigadores, a lo largo de la historia se han propuesto diversos métodos para la lectoescritura los cuales permiten llevar la enseñanza desde muchas perspectivas, lo cual genera el paradigma de saber cuál es el mejor.

Dichos métodos en la actualidad se pueden clasificar en tres grupos que no son independientes en sí, ya que el docente puede realizar variaciones o complementar la enseñanza entre ellos, los cuales se presentan a continuación:

#### ***2.1.4.1 Métodos sintéticos.***

Los métodos sintéticos son aquellos tradicionales que han sido empleados en la antigüedad, los cuales parten desde los elementos fundamentales de la lectoescritura como son la letra, la sílaba o el fonema hasta elementos como la palabra y frase. Este método emplea la conceptualización de los elementos para que el estudiante los deduzca y aprenda a través de símbolos lingüísticos utilizando rutinas repetitivas haciendo que el niño pierda el interés por la lectoescritura, también conlleva que la comprensión de la lectura sea escasa, también se subdivide en tres más siendo primero el método *Alfabético* en el cual los estudiantes tienen que aprender el abecedario y vocales a través de la repetición hasta formar sílabas, el segundo método es el *Fonético* en el cual se le enseñan los sonidos de las palabras produciendo una relación entre el fonema y el símbolo, como tercer método está el *Silábico* donde el elemento principal es la sílaba estableciendo un nivel distintos niveles de dificultad para el pronunciamiento. (Lourdes Garcia, 2013)

A continuación, en la figura 1 se muestra una imagen representativa del método silábico de lectoescritura.

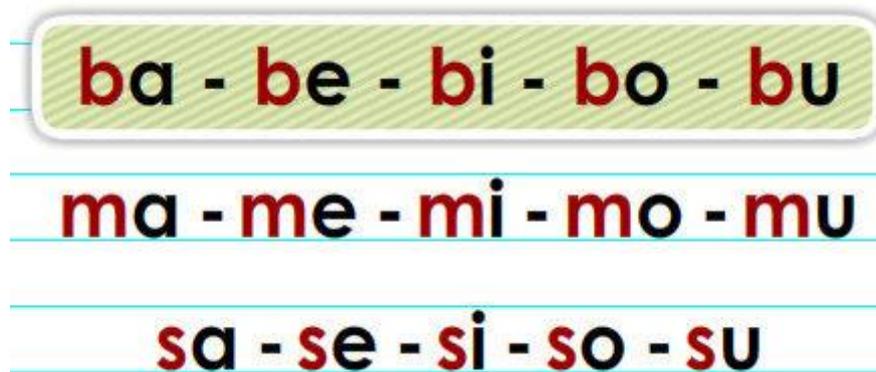


Figura 1. Imagen empleada como material didáctico en el método sintético de lectoescritura.

Fuente: (Maria Camila, 2017). Métodos de lectoescritura Recuperado de: <http://camilapbeltran.blogspot.com/>

#### **2.1.4.2 Métodos analíticos.**

Se emplea como complemento del método sintético, ya que parte de componentes más complejos como la palabra y la frase hasta llegar a los componentes más básicos como las letras y sílabas, en este método el alumno aprende a reconocer, leer y escribir palabras ya que se trabajan destrezas como la comprensión y la interpretación a través de una enseñanza multisensorial empleando material visual-auditivo que aparte de estimular al niño los motiva, para la realización de este método se necesita una gran variedad de material didáctico. Una desventaja que presenta dicho método es que necesita un proceso más lento y que requiere de mayor esfuerzo por el alumno, también se hallan dificultades cuando se trabaja con palabras nuevas que no se ha conocido su código escrito (Martínez, Simón, García, Fernández, & Ortiz, 2015).

A continuación, en la figura 2 se muestra parte del material que se utiliza en el método analítico de lectoescritura.



Figura 2. Imagen empleada como material didáctico en el método analítico de lectoescritura.

Fuente: (Palao, 2019). Perro pictograma.

#### **2.1.4.3 Métodos globales o mixtos.**

Uno de los más importantes es *el* método ideo-visual, donde se explota la habilidad visual sobre la auditiva y motriz. El proceso tiene la finalidad de presentar de forma global una frase, descomponerla en palabras y estas a su vez en sílabas y construir con la separación de sílabas nuevas palabras o frases (Lourdes García, 2013)

Comienzan directamente con el texto y posteriormente pasan al párrafo, oraciones, palabras, sílabas, fonemas, se mantiene como proceso inicial el aprendizaje del código y luego con lectura de palabras fáciles de entender, con esto se facilita la comprensión lectora combinando procedimientos utilizados en los métodos anteriores. Se ha comprobado que aquellos métodos que llevan una metodología mixta son más empleados en el aula, sin embargo, los docentes no tienen una capacitación adecuada lo cual lleva a la confusión de su empleo. (Martínez, Simón, García, Fernández, & Ortiz, 2015)

También han surgido propuestas dirigidas específicamente a los alumnos con discapacidad intelectual, sin tener en cuenta que estos, así como el resto, no constituyen

un grupo homogéneo, y que, por eso, es casi imposible argumentar de manera general los mismos objetivos de enseñanza, aunque sí de procedimientos comunes a ella. (José & Ramos, 2004)

A continuación, en la figura 3 se muestra parte del material empleado en los métodos globales de lectoescritura.

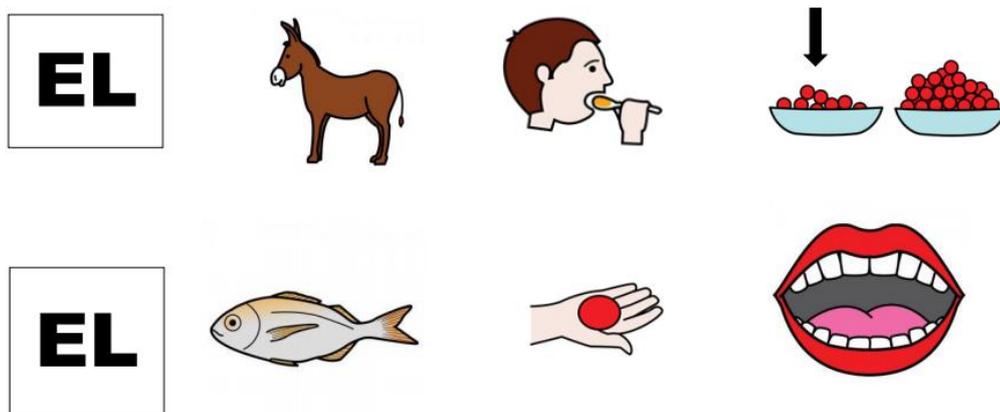


Figura 3. Imagen empleada como material didáctico en el método global de lectoescritura.

Fuente: (Belén Caro, 2018)

## 2.2 Etapas de la lectoescritura

La lectoescritura se compone de dos procesos conceptuales que son la adquisición y el dominio importantes para el desarrollo cultural del individuo, donde intervienen diversos procesos psicológicos como la memoria, percepción, cognición, la conciencia, entre otros, permitiendo generar conocimiento sobre el lenguaje de forma oral y escrita (Montealegre & Forero, 2006).

### **2.2.1 Adquisición.**

El aprendizaje del lenguaje escrito consiste en apropiarse de un sistema determinado de símbolos y signos cuyo dominio marca un momento crucial en el desarrollo cultural del niño (Vygotsky, 1931). Antes de comenzar la educación formal, Vygotski, desde la psicología histórico-cultural, precisa la prehistoria del lenguaje escrito, resaltando unos hechos claves por los que atraviesa el niño y la niña en su camino hacia la asimilación de la escritura.

Según Vygotsky (1931) el proceso de conceptualización de la escritura inicia con la aparición de gestos como la escritura en el aire, lo cual es una versión antecesora a los futuros signos escritos, siendo estos signos visuales que han quedado fijados en el niño, asociándolo como los primeros garabatos, donde el niño no está dibujando el objeto en sí, sino que está fijando en el papel los gestos con los que él mismo representa a dicho objeto; inicialmente no dibuja sino indica el garabato en el papel.

Uno de los principales aspectos en esta etapa es el desarrollo de procesos psicológicos como la conciencia del conocimiento Psicolingüístico donde es necesario que el niño trabaje diferentes áreas que le permitirán aprender y relacionar la simbología del lenguaje.

#### ***2.2.1.1 Habilidades Metalingüísticas.***

También están las habilidades metalingüísticas como la conciencia fonológica representando la habilidad que permite realizar operaciones como el manejo voluntario de unidades fonológicas (sonidos de letras), la conciencia léxica que es fundamental para iniciar el proceso de adquisición de lectoescritura, permite acceder al significado de las palabras, la conciencia silábica se enfoca a la distinción de los golpes de voz que se

pueden encontrar en una palabra siendo indispensable para el aislamiento de fonemas.

(García Rodríguez, Gómez Sánchez, & Castro García, 2012)

A continuación, en la figura 4 se muestran las habilidades metalingüísticas necesarias para la adquisición de la lectoescritura.

Conciencia fonológica	Conciencia silábica	Conciencia Léxica
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Captación del fonema y grafema (elemento básico de la lengua y escritura respectivamente).</li> <li>• Es la más importante para el desarrollo de las demás habilidades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinguir los segmentaciones de voz que pueden haber en una palabra.</li> <li>• Es indispensable para el aislamiento del fonema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite concentrarse en palabras aisladas, independiente de su representación.</li> <li>• Decodificación y reconocimiento visual de palabras</li> </ul>

Figura 4. Habilidades metalingüísticas para la lectoescritura.

Fuente: (García Rodríguez, Gómez Sánchez, & Castro García, 2012)

### 2.2.1.2 Etapas de la Lectura.

Se han definido etapas mediante las cuales se puede medir el avance y progreso de la habilidad lectora en los alumnos de escolar, a cada una se le atribuye ciertas destrezas que deberán ser atendidas en los rangos de edad propuestos que deberán ser necesarias para seguir el proceso de aprendizaje de una manera secuencial, teniendo como objetivo adquirir la habilidad lectora. Esta clasificación es considerada por investigadores como no necesariamente una guía a seguir ya que el proceso de adquisición de la lectura está sujeto a diversos factores como familiares, entorno social, motivación, etc., como también se defiende y se menciona necesaria para analizar la evolución del alumno en este proceso. (Martínez, Simón, García, Fernández, & Ortiz, 2015)

Las etapas que se presentan a continuación en la figura 5 son procesos que permiten analizar los avances que realiza el niño en el aprendizaje de la lectura.

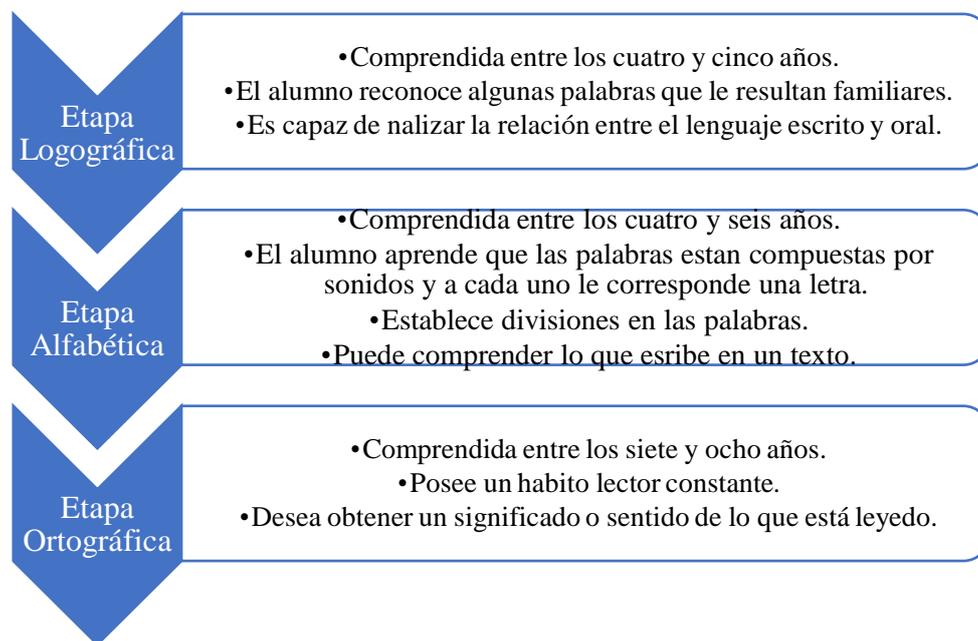


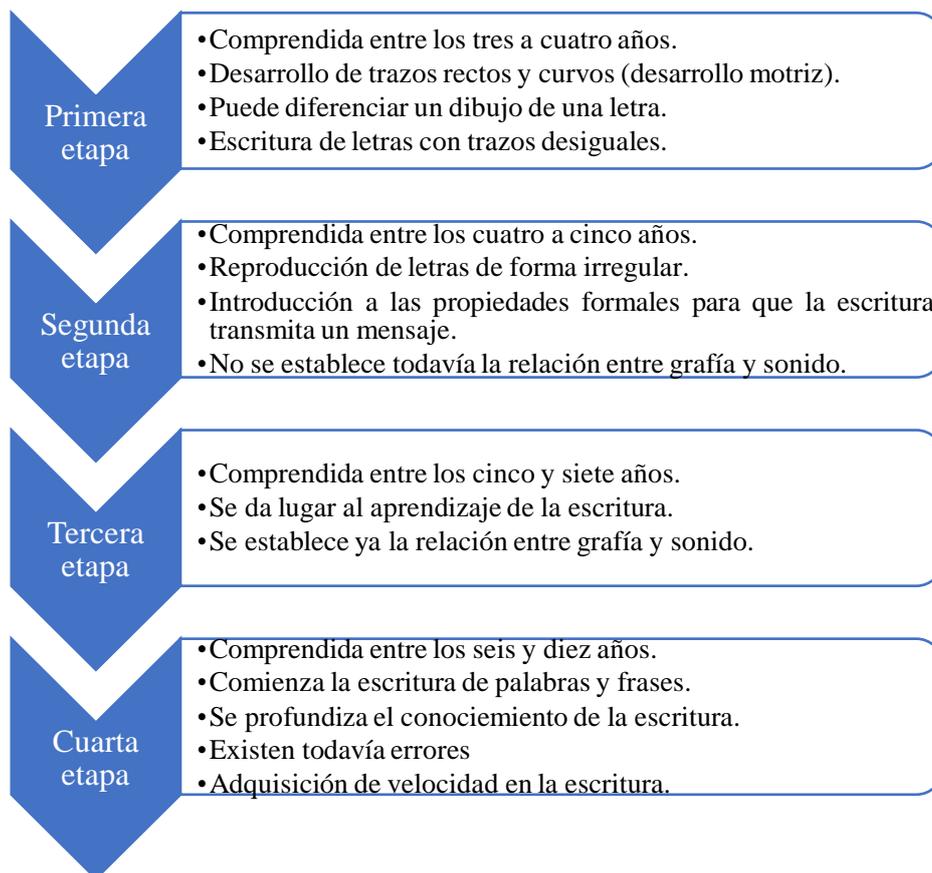
Figura 5. Etapas para el aprendizaje de la lectura.

Fuente: (Martínez, Simón, García, Fernández, & Ortiz, 2015)

### 2.2.1.3 Etapas de la escritura.

El proceso de aprendizaje de la escritura está definido por etapas secuenciales que tienen el objetivo de lograr la habilidad de escribir en el alumno, siendo comprendidas entre el proceso escolar que inicia aproximadamente desde los 3 hasta los 10 años, dichas son requisitos que deberán ser tomados en cuenta para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A continuación, en la figura 6 se muestran las etapas de la escritura según autores como Albarrán (2010), Terebosky (1989), Domínguez (1988), por las que deberán pasar los alumnos en el proceso de adquisición de la escritura.



*Figura 6.* Etapas para el aprendizaje de la escritura.

*Fuente:* (Martínez, Simón, García, Fernández, & Ortiz, 2015)

### **2.2.2 Dominio.**

Esta etapa está relacionada al desarrollo de la literacidad de la lengua, haciendo referencia a las habilidades y competencias para la comprensión y producción lingüística, lo cual permite ampliar poco a poco el lenguaje que utiliza el alumno e innovando su forma de comunicarse. (Mejía, 2015)

El dominio de la lectoescritura le permitirá al niño pasar de aprender a leer al punto en el que lee para aprender, para lograr eso se involucran procesos como el procesamiento de la información, la automatización de la lectura, búsqueda de comprensión del texto,

estrategias cognitivas y conocimientos procedimentales y condicionales, llevarán a un nuevo contexto la habilidad de la lectoescritura. (Montealegre & Forero, 2006)

### **2.3 Necesidades educativas especiales asociadas a la discapacidad**

Existen diversas Necesidades Educativas Especiales (NEE) dentro de las cuales están las llamadas permanentes, cuyas personas la presentaran durante su vida y su formación, también hay las llamadas no permanentes las cuales se detectan en el proceso académico escolar y con el suficiente apoyo se logra superar o disminuir dicha discapacidad. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2013)

En el entorno educativo existe una gran diversidad de estudiantes, dentro de los cuales se incluyen los niños con NEE asociadas a una discapacidad, siendo requerido apoyos y atenciones educativas específicas para compensar dichas afectaciones y brindar igualdad de oportunidades en la inclusión educativa, también inculcando la no discriminación al alumnado.

#### **2.3.1 Discapacidades Sensoriales.**

Las discapacidades sensoriales están ligadas directamente con la disminución o pérdida de los sentidos del ser humano, a continuación, se describen algunas de estas discapacidades.

##### ***2.3.1.1 Discapacidad Auditiva.***

La discapacidad auditiva está relacionada con la pérdida o irregularidad de la función anatómica y fisiológica del sistema auditivo, provocando que el individuo tenga

problemas para oír, teniendo como repercusión su desarrollo cognitivo, comunicativo y lingüístico.

Esta discapacidad se divide en dos grupos siendo el primero la hipoacusia, donde la pérdida auditiva es parcial y pueden adquirir el lenguaje oral por vía auditiva utilizando la ayuda de prótesis, el segundo grupo corresponde a la sordera, la cual está relacionada a la pérdida total auditiva evitando que el sujeto pueda adquirir el lenguaje oral por esta vía, para lo cual el único canal de comunicación se convierte en el visual. (Carvajal Estepa, 2014)

### ***2.3.1.2 Discapacidad Visual.***

La discapacidad visual se produce cuando existe una anomalía en el ojo que puede provocar la pérdida total o parcial de la vista, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) agrupa esta discapacidad en dos categorías, la primera definida como baja visión que incluye dificultades visuales como la reducción de agudeza y del campo visual, la segunda categoría es la ceguera la cual se entiende como la pérdida total de la vista, esta discapacidad limita al alumnado en lo referente al desenvolvimiento social y escolar.

### **2.3.2 Discapacidad física o motora.**

La discapacidad motora es un estado de limitación en la movilidad o comunicación, debido a la interacción entre factores individuales (dificultades por un inferior funcionamiento del sistema osteo-articular, muscular y/o nervioso) y aquellos derivados de un contexto menos accesible o no adaptado. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2013)

### **2.3.3 Trastorno del Espectro Autista.**

Según la OMS uno de cada 160 niños tiene un Trastorno del Espectro Autista (TEA), y las causas que están asociadas a esta discapacidad está relacionada a múltiples factores, entre ellos los genéticos y ambientales que aumentan la posibilidad que un niño padezca TEA.

Los trastornos del espectro autista (TEA), también conocidos como trastornos generalizados del desarrollo, son problemas neuropsiquiátricos cuyas primeras manifestaciones aparecen antes de los tres años y persisten por toda la vida. Se caracteriza por problemas en las áreas: cognitiva, social y de comunicación; y se acompaña de conductas estereotipadas entre ellas autoagresión, ecolalia y el apego estricto a rutinas. ("Organización Mundial de la Salud," 2017, p. 269)

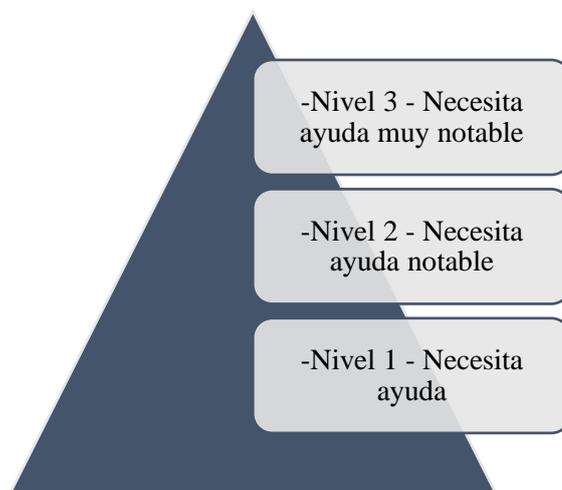
La American Psychiatric Association (2013) establece el diagnóstico del TEA en dos áreas de discapacidad: comunicación e interacción social; como también patrones restringidos de comportamientos relacionados a intereses y actividades que realiza el sujeto, clasificando este trastorno en tres niveles que van desde leve hasta muy severo.

En pocas ocasiones niños con TEA vienen acompañados por Dificultades Específicas del Aprendizaje (DEA) como la dispraxia y Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), siendo un grupo realmente pequeño que presentan esta combinación de trastornos. El TEA de tipo leve se asocia al trastorno de Asperger donde su inteligencia y desarrollo de lenguaje son normales, comúnmente su inteligencia va desde un nivel medio hasta un alto, pero que necesitan ayuda por su rasgo característico de comunicación y comportamiento, los siguientes niveles de afectación requieren de más

apoyo en vista de un grado mayor de afectación de este trastorno en la realización de las habilidades mencionadas anteriormente. (Diana, 2017)

El incremento de niños con TEA puede deberse a un mejor diagnóstico y mejores definiciones del TEA. Este trastorno ahora incluye síndromes que solían considerarse trastornos por separado (MedlinePlus, 2018).

A continuación, en la figura 7 se muestran los niveles del TEA establecidos por el DMS-V.



*Figura 7.* Clasificación de niveles de autismo según la American Psychiatric Association (2013).

*Fuente:* (Association American Psychiatric, 2013)

### **2.3.4 Discapacidad intelectual.**

Según la Asociación Internacional para el Estudio Científico de las Discapacidades Intelectuales (AAIDD, 2011) establece que: “La discapacidad intelectual (DI) se caracteriza por limitaciones significativas tanto en el funcionamiento cognitivo como en

conducta adaptativa tal y como se ha manifestado en habilidades adaptativas conceptuales, sociales y prácticas. Esta discapacidad se origina antes de los 18 años”.

A continuación, en la figura 8 se muestran las posibles causas de la discapacidad intelectual.

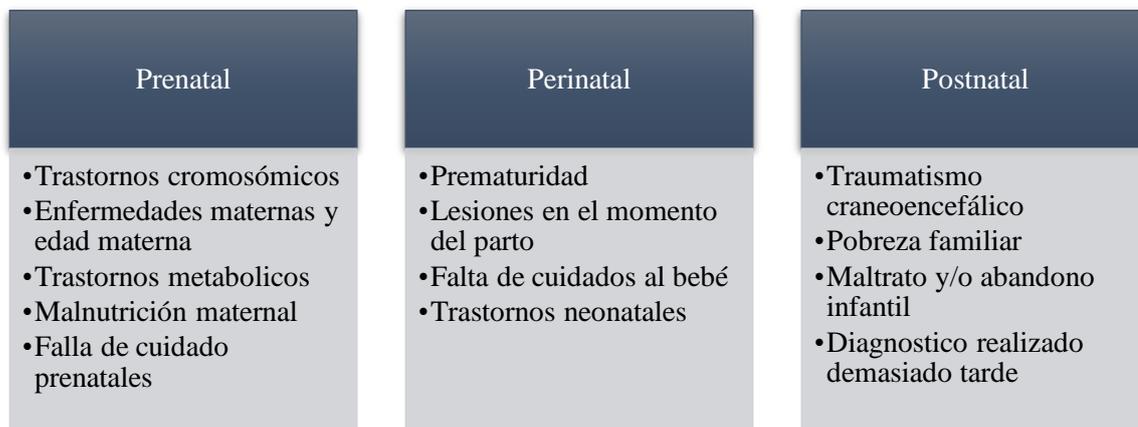


Figura 8. Posibles causas de la discapacidad intelectual.

Fuente: (Carvajal Estepa, 2014)

También la clasificación internacional de enfermedades CIE-10 publicada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), determina la clasificación de la discapacidad intelectual en cuatro grados de afectación descritos posteriormente.

#### **2.3.4.1 Discapacidad intelectual leve.**

Para este grado de discapacidad en niños de edad preescolar no puede ser evidenciable, pero en niños de edad escolar se presentan dificultades relacionadas con el aprendizaje y en procesos académicos como la lectura, escritura, aritmética y dominio práctico en habilidades como el manejo del tiempo y dinero, necesitando apoyo para cumplir expectativas académicas de acorde a su edad.

Las personas con este grado de discapacidad también pueden presentar problemas en aspectos sociales ya que se le dificulta interactuar socialmente con los demás, la comunicación y el lenguaje no se desarrollan de acorde a su edad ya que presentan dificultades en regular sus emociones y su comportamiento es más inmaduro (Association American Psychiatric, 2013).

#### ***2.3.4.2 Discapacidad intelectual moderada.***

En este grado de discapacidad los niños de preescolar desarrollan sus habilidades de lenguaje y pre académicas de manera paulatina en relación con los demás. Los niños de edad escolar en procesos como la lectoescritura, matemáticas, las habilidades prácticas se desarrollan notablemente más lento que en niños de su edad. En el aspecto social se presentan notables diferencias ya que a lo largo de su vida personas con esta discapacidad no pueden interpretar con precisión las señales sociales de su amigos o familia (Association American Psychiatric, 2013).

#### ***2.3.4.3 Discapacidad intelectual grave.***

En este grado de afectación el niño tiene poca comprensión del lenguaje escrito, conceptos sobre números, cantidades y dominio práctico. El grado de ayuda que necesitan las personas con esta discapacidad es notablemente alto para la resolución de problemas. La existencia de alteraciones sensorial y físicas puede impedir algunas actividades sociales (Association American Psychiatric, 2013).

#### ***2.3.4.4 Discapacidad Intelectual profunda.***

Es el último grado de discapacidad y el que más afectación presenta en cuanto a las habilidades que el individuo puede desarrollar a lo largo de su vida, las habilidades que

se desarrollan más son las que tienen relación con el mundo físico que con procesos simbólicos, la existencia concurrente de alteraciones motoras y sensitivas puede limitar el manejo con objetos que puedan contribuir al cuidado de sí mismo (Association American Psychiatric, 2013).

Según el Ministerio de Educación del Ecuador (2013) menciona que: “Los estudiantes con este tipo de discapacidad requieren Educación Especializada en la que reciban todas las terapias (terapia de lenguaje, física, ocupacional, canino-terapia, hipoterapia, hidroterapia, musicoterapia, entre otras)”.

### **2.3.5 Discapacidades no susceptibles de inclusión.**

Son discapacidades que debido a su grado de afectación no permiten la inclusión en el ambiente ordinario de educación, ya que necesitan de mayor apoyo y cuidado en el proceso académico que garantice la educación de calidad e igualdad de oportunidades, la Educación Especial sirve como base educativa y preparativa para una posible inclusión de los estudiantes.

El alumnado con multidiscapacidad posee dos o más discapacidades, presentando entre las características más relevantes su percepción distorsionada del entorno y una limitación importante en la comunicación y el desarrollo del lenguaje, haciendo no posible su inclusión en las instituciones ordinarias. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2013)

## **2.4 Estrategias pedagógicas para niños con NEE asociados a la discapacidad**

Las estrategias pedagógicas permiten al docente dar una respuesta educativa a las dificultades que presentan los estudiantes con necesidades educativas especiales. Estas

ayudarán a la construcción de nuevos aprendizajes, respetando los ritmos y estilos propios de cada uno (MinEduc, 2011, pág. 28).

Estas estrategias están relacionadas con aspectos como la personalidad, comportamiento, sociabilidad que se pueden aplicar en múltiples grupos con tales necesidades.

#### **2.4.1 Estrategias pedagógicas para Discapacidad intelectual.**

A continuación, en la tabla 1 se listan algunas estrategias pedagógicas para los niños con discapacidad intelectual que son aplicables en el aula:

Tabla 1.  
*Estrategias pedagógicas para niños con discapacidad intelectual.*

<b>Discapacidad Intelectual</b>	
<b>Aula</b>	<b>Evaluación</b>
Requieren motivación y apoyo constante. Estimular todos los logros del estudiante, por pequeños que sean, en función a los objetivos planteados por el maestro.	Dar un tiempo mayor para su ejecución.  Asegurarse que las instrucciones estén bien comprendidas.
Nominar los espacios escolares con gráficos y palabras, esto resulta estimulante para la identificación de espacios e incluso para sostener procesos de aprendizaje.  Apoyarse en el uso de material concreto.	Priorizar los resultados cualitativos sobre los cuantitativos.  Adecuar la forma de valorar en función de las potencialidades.
Dar instrucciones claras, simples y concretas, de lo que simple a lo complejo.	Utilizar pruebas que contengan preguntas de selección múltiple usando gráficos si es necesario.

---

Planificar tiempos cortos de trabajo e ir incrementándolo poco a poco.

Asociar los contenidos con actividades de la vida diaria.

Asegurarse que comprendió la instrucción antes de iniciar una tarea.

Utilizar ejercicios como los trabalenguas, juegos de memoria, rimas, entre otro, para ampliar la capacidad de concentración.

Brindarle apoyo cuando lo requiera de manera individual.

---

Fuente: (MinEduc, 2011)

### **2.4.2 Estrategias para Autismo.**

Las estrategias pedagógicas que recomienda el Ministerio de Educación del Ecuador para los niños con autismo incluyen el trastorno de asperger y autismo de alto funcionamiento. A continuación, en la tabla 2 se listan las estrategias pedagógicas para el aula en los niños con asperger:

*Tabla 2*  
*Estrategias pedagógicas para niños con asperger*

<b>Asperger</b>	
<b>Aula</b>	
Disminuir los ruidos excesivos, ya que esto podría alterarlo; por ejemplo, poner tela en las patas de la mesa y de la silla.	Evitar las instrucciones y contenidos mayormente verbales, es necesario el refuerzo con material visual para que sepa cómo y a donde dirigir sus comportamientos.
Mantener siempre el mismo orden de sus cosas para evitar que se descompense.	Recordar cada cierto tiempo la actividad que está realizando, antes de que se disperse su atención, para mantenerlo “conectado”.

---

Mantener sus rutinas de trabajo porque necesita saber lo que va a pasar, caso contrario le genera angustia.	Usar elogio puede dar buen resultado en la obtención de una conducta requerida por el docente.
Utilizar material gráfico que le permitirá hacer asociaciones a nivel mental.	Expresar una sola idea, acción o sugerencia directa a la vez.
Propiciar actividades de relajación, por ejemplo, a través de música clásica.	Las ordenes deben ser precisas y claras evitando las órdenes secuenciales.
La dramatización le permitirá encontrar expresión en el rostro.	Cuando se “desconecta o evade” darle tiempo, pero ayudarlo a que regrese a la actividad que estaba haciendo hasta que la concluya.
Cultivar en sus compañeros sentimientos de solidaridad y comprensión.	Indicarle que reglas son reglas y “todos” las debemos seguir.
Delegar responsabilidades que pueda cumplir adecuadamente.	
Implementar en el aula materiales adecuados que le permitan trabajar sin necesidad de socializar.	

Fuente: (MinEduc, 2011)

A continuación, en la tabla 3 se listan las estrategias pedagógicas para el aula en los niños con autismo de alto funcionamiento:

Tabla 3.  
*Estrategias pedagógicas para niños con autismo.*

<b>Autismo (Alto funcionamiento)</b>	
<b>Aula</b>	<b>Evaluación</b>
Agilizar estrategias para minimizar el ruido dentro del salón de clases, en situaciones o períodos críticos de la jornada; por ejemplo, a la hora de entrar o salir al recreo.	Adaptar el tiempo en las pruebas o evaluaciones.

---

Utilizar preferiblemente material gráfico para ilustrar los conceptos o situaciones; láminas, vídeos, modelos, dibujos, entre otros.	Dar un ejemplo inicial de lo que se pide para evaluar.
Trabajar con un solo objetivo, pocos estímulos o instrucciones de tarea, a excepción de los estudiantes que ya dominan este nivel de dificultad.	Pedir respuestas no verbales como señalar, encerrar, construir, para el sistema de evaluación.
Utilizar un cronograma de actividades en forma permanente para que el estudiante pueda saber de forma anticipada las rutinas y actividades que va a realizar.	Enseñar al estudiante diversas formas para responder a diferentes tipos de pruebas, evitar exponerlo a modelos de evaluación que no haya manejado antes.
Utilizar un lenguaje claro y concreto para dar órdenes.	Adaptar el tiempo en las pruebas o evaluaciones.
Intentar que el ambiente de trabajo sea lo más estructurado, predecible y fijo.	Dar un ejemplo inicial de lo que se pide para evaluar.
Tratar de ser flexibles en el manejo del tiempo puesto que, si se les presiona, la ansiedad e inseguridad se les acentúa.	Pedir respuestas no verbales como señalar, encerrar, construir, para el sistema de evaluación.
Reforzar y reconocer sus conductas positivas le dará seguridad para seguir trabajando.	
Planear actividades en las que pueda participar verbalmente, aunque sea en forma mínima.	
Cambiar permanentemente de actividad, a través de órdenes precisas y cortas	

---

Fuente: (MinEduc, 2011)

## 2.5 Material didáctico

Un material didáctico es un conjunto de medios materiales que intervienen y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, estos pueden ser físicos como virtuales con la

intención de despertar el interés e intención de los alumnos, también presentan información adecuada con experiencias cercanas a la realidad estimulando la enseñanza e influyendo favorablemente en la labor docente. (Sánchez, Moreno, & Torres, 2014)

### **2.5.1 Importancia del material didáctico.**

El material didáctico es de suma importancia en el aprendizaje del niño ya que primero se conceptualiza lo concreto y luego lo abstracto. En el caso de los niños con dificultades de aprendizaje al trabajar primeramente con representaciones mentales aprenderán menos que si tocan y mira las cosas, por lo que se busca estimular el aprendizaje mediante el material didáctico ya que, por medio de la manipulación, creatividad y la imaginación se logra que el proceso de aprendizaje sea más divertido y ameno en especial para la iniciación de la lectura. (Uribe, 2013)

La incursión de recursos educativos abiertos (REA) en los ambientes de aprendizaje se ha tomado como fuente de innovación pedagógica, al brindar diferentes espacios y formas de aprendizaje en el aula; sin embargo, es de resaltar que en el contexto latinoamericano la lectoescritura se ha asociado al aprendizaje tradicional de los procesos de lectura y escritura, y ha dejado de lado el impacto que las nuevas tecnologías han tenido en los procesos educativos y en el contexto extracurricular. (Suárez Cárdenas, Pérez Rodríguez, Vergara Castaño, & Alférez Jiménez, 2015)

### **2.5.2 Beneficios del material didáctico.**

El uso de materiales didácticos en el aprendizaje puede beneficiar al niño en múltiples aspectos como en la acumulación del estrés, potencian su creatividad siendo una habilidad necesaria a futuro para realizar distintas actividades a la lectoescritura, hacen que el

aprendizaje sea más sencillo, permiten trabajar de manera lúdica realizando actividades positivas para ellos, favorecen la concentración en el proceso educativo, también está demostrado que se trabaja el lado derecho del cerebro favoreciendo sus habilidades imaginación y creatividad. (Rivera Melena, 2013)

### **2.5.3 Material Multimedia Educativo.**

Al utilizar término multimedia se conceptualiza como el canal por el cual se va a transmitir una serie de mensajes o estímulos que serán captados por un receptor, los cuales pueden ser visuales, auditivos, sonoros, etc. Dichos estímulos deben estar sincronizados para que el contenido que lleve hacia el receptor tenga un significado, sobre todo si se trata de un material educativo. Un material multimedia educativo tiene la finalidad de transmitir un conocimiento a un usuario utilizando elementos textuales y audiovisuales. (Tavera Chávez, 2016)

#### ***2.5.3.1 Elementos básicos para un producto multimedia.***

Un producto multimedia por su naturaleza debe ser digital esto quiere decir que unos y ceros son expresados en códigos que se transforman y se modifican según las necesidades del usuario. Para que el usuario no sea solo un espectador el material debe ser interactivo, donde la interacción se la realiza con el computador y sujeto, creando interés en este.

#### ***2.5.3.2 Aspectos del Material multimedia***

El diseño del material multimedia dependerá de la población a la que va orientado ya que, en este caso al ser para niños entre los 5 y 8 años, se necesitan considerar aspectos como el color que es un elemento importante en los materiales de los niños de preescolar,

ya que deben tener colores sólidos contrastantes que impacten sus sentidos, los fondos utilizados detrás del contenido no deben confundir los elementos que muestra el material. El tamaño del texto y su posición es realmente importante si se lo empleará para la lectura, el cual debe ser grande y poseer colores sólidos, también el tipo de letra debe resultar familiar para el niño. La presencia de un interlocutor para el apoyo sobre el uso del material didáctico es un aspecto importante si se desea que el niño ejecute acciones sobre el material, las indicaciones deberán ser con una voz amigable que genere confianza en el niño, de igual manera que no sea agresiva si hay un uso equivoco en el material.

### ***2.5.3.3 Funciones del material multimedia educativo***

Un material multimedia educativo tiene algunas funciones las cuales lo determinan como un material valido para el aprendizaje, entre estas están; Informativo ya que contiene información que se asemeja a la realidad, Instructiva-Entrenadora este tipo de material regula y orienta el aprendizaje del estudiante ya que promueve a la adquisición de habilidades como la lectoescritura por medio de códigos simbólicos e interactividad, resulta ser motivador para el niño interactuar con dispositivos electrónicos como un computador, también contienen elementos como felicitación y reconocimiento de logros que captan su atención y mantienen su interés por esta actividad, también permiten desarrollar habilidades como explorar y experimentar que son más presentes en edades cortas donde la curiosidad será un factor del cual aprovechar para el contenido.

La funcionalidad expresiva y comunicativa, donde los niños se comunican y expresan con el dispositivo y con sus compañeros a través de las actividades del software, la actividad educativa realizada con dispositivos electrónicos tiene connotaciones lúdicas

que son de gran importancia para los niños, ya que la mayor parte de su conocimiento la adquieren por medio del juego.

## **2.6 Sistemas Alternativos y Aumentativos de Comunicación (SAAC)**

En el proceso de enseñanza la comunicación es una capacidad importante ya que por la cual podrán interactuar alumno-docente, se pueden presentar caso en los que la comunicación no se produce de manera espontánea debido a dificultades psíquicas, motrices o sensoriales. Para lo cual nace la necesidad de definir sistemas complementarios que permitan al alumno que sufre de alguna dificultad o deficiencia acceder a una comunicación en igualdad de condiciones. (Cuevas, 2014)

Según Tamarit (1988) define, “los Sistemas Alternativos de Comunicación son instrumentos de intervención educativa destinados a personas con alteraciones diversas de la comunicación o del lenguaje, cuyo objetivo es la enseñanza mediante procedimientos específicos de instrucción de un conjunto estructurado de códigos no vocales, necesitados o no de soporte físico, los cuales, mediante esos mismos u otros procedimientos específicos de instrucción, presentan funciones de representación y sirven para llevar a cabo actos de comunicación.

Definido lo anterior se establece la diferencia entre los sistemas de Aumentativos y Alternativos, a continuación, mostrados en la figura 9:

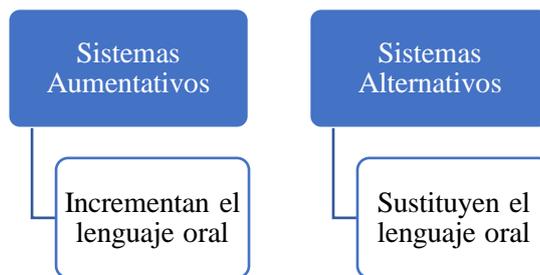


Figura 9. Diferencia entre Sistemas Aumentativos y Alternativos.

Fuente: (Cuevas, 2014)

Algunos de los motivos por los que el alumnado requiere utilizar sistemas de comunicación aumentativa o alternativa son los siguientes (Castillo, 2015):

- Parálisis Cerebral
- TEA (trastorno del espectro autista)
- Enfermedades de origen neurológico
- Accidentes cerebrovasculares
- Traumatismos craneoencefálicos
- Discapacidad Intelectual
- Multidiscapacidad.

### 2.6.1 Sistema Bliss.

Considerado como un sistema de símbolos o sistema simbólico gráfico-visual para incrementar el lenguaje oral, comúnmente es usado para personas con parálisis cerebral o discapacidad intelectual. Este sistema se puede utilizar con el objeto de identificar objetos simples, como también expresar opiniones y sentimientos, las personas que presentan alguna discapacidad necesitan una previa preparación para utilizar este sistema de manera correcta. (Castillo, 2015)

El sistema Bliss fue creado por Charles K. Bliss entre 1942 y 1965, se desarrolló inicialmente para superar las dificultades de la comunicación entre los pueblos que no hablan el mismo idioma, tratándose de un lenguaje universal (Cuevas, 2014).

A continuación, en la figura 10 se presentan los tipos de símbolos que maneja este sistema:



Figura 10. Tipo de símbolos sistema Bliss.

Fuente: (Castillo, 2015)

De igual manera dichos símbolos se clasifican en diferentes categorías de significado, mostrados a continuación en la figura 11.

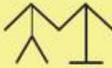
<b>Personas (amarillo)</b>		<b>Acciones (verde)</b>	
			
Adulto	Abuelo	Escuchar	Visitar
<b>Objetos (naranja)</b>		<b>Adjetivos (azul)</b>	
			
Coche	Rueda	Sordo	Grande
<b>Términos diversos (blanco)</b>		<b>Relaciones (rosa)</b>	
			
Día	Cumpleaños	Pregunta	Parte de

Figura 11. Categoría de símbolos del sistema Bliss.

Fuente: (Cuevas, 2014)

### 2.6.2 Sistema PECS.

Considerado como un sistema de comunicación capaz de aumentar y sustituir el lenguaje oral utilizando el intercambio de imágenes, el significado de las siglas PECS (Picture Exchange Communication System) refiere a sistema de comunicación por intercambio de imágenes.

La mecánica de este sistema está sujeta al intercambio de imágenes entre la persona con discapacidad y las personas de su entorno, tanto otros niños como los adultos que lo rodean, este sistema no emplea materiales costosos ni complejos ya que está diseñado para ser usado en centros asistenciales y familias.

Para que la comunicación sea completa en este sistema, tanto el niño como el receptor debe aprender a responder y comentar hechos, es también usado por niños que han aprendido el lenguaje oral y no solo con personas con problemas comunicación verbal.

Los niños con autismo pueden presentar problemas de comunicación por lo cual el sistema PECS les permite adquirir destrezas necesarias para la comunicación, el objetivo de este sistema es obtener la información de forma inmediata haciéndolo motivador para el niño y que pueda usarla en cualquier contexto. (Castillo, 2015)

A continuación, en la figura 12 se presentan las fases para el uso del sistema PECS.

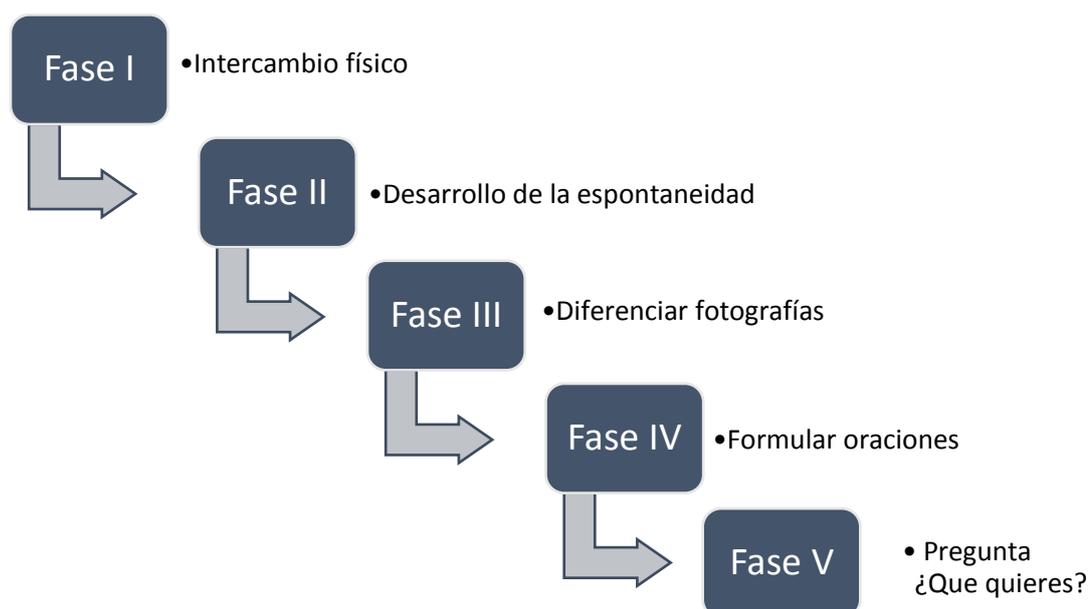


Figura 12. Fases de aprendizaje para el sistema PECS.

Fuente: (Cuevas, 2014)

### 2.6.3 Sistema SPC.

El sistema pictográfico de comunicación (SPC) es utilizado para representar conceptos y objetos a través de dibujos sencillos, lo emplean niños con menor capacidad de abstracción y de edad temprana. La sintaxis de este sistema depende de la propia lengua, también no contiene nexos y es mucho más sencillo construir frases, pero es posible incluir nexos de otros sistemas de comunicación. (Cuevas, 2014)

El sistema SPC en comparación al Bliss son que los símbolos del Bliss son más abstractos a comparación del SPC que tienen más parecido a la realidad. Con el paso del tiempo se han incluido más símbolos dando en la actualidad alrededor de 3000, este sistema puede ser usado como alternativo para niños con dificultad en la expresión del lenguaje como en casos de daño cerebral, también funciona como sistema aumentativo para iniciar el desarrollo del habla teniendo como objetivo la comprensión usándolo en niños con espectro autista y trastornos graves del desarrollo. (Castillo, 2015)

En este sistema se presenta una clasificación de pictogramas en base a criterios de tamaño, categoría y tipo de usuario. A continuación, en la figura 13 se presentan las categorías que se utilizan en el sistema SPC:

CATEGORIA	COLOR	EJEMPLO
Personas	AMARILLO	
Verbos (acciones)	VERDE	
Adjetivos	AZUL	
Objetos	NARANJA	
Miscelánea	BLANCO	
Contenido Social	MORADO	

Figura 13. Categorías de figuras del sistema SPC.

Fuente: (Castillo, 2015)

Este sistema también está conformado por tipos de símbolos que tratar de asociar la realidad en imágenes y en otros casos conceptos abstractos, en la figura 14 se muestran algunos ejemplos.

Pictográficos: tienen parecido con lo que quieren representar			
			
Cochera	Anciano	Triciclo	Pato
Ideográficos: formulan ideas			
			
Opuesto	Lentitud	Odiar	Amar
Abstractos: no tienen similitud con lo que quieren representar			
			
	Es	Somos	

Figura 14. Tipos de símbolos del sistema SPC.

Fuente: (Cuevas, 2014)

También están los símbolos internacionales que se manejan en diversas partes del mundo, a continuación, se presentan algunos ejemplos en la figura 15.

Internacionales: son símbolos aceptados de forma internacional			
			
Información	Peligro	Alto	Semáforo
Personas			
			
Amigo	Yo	Granjero	Conductor
Acciones			
			
Limpiar	Llevar	Llorar	
Sustantivos			
			
Cabello	Tierra	Fiesta	
Sentimientos		Ideas	
			
Aterrizado	Feliz	Idea	Comunicación

Figura 15. Ejemplos de símbolos internacionales del sistema SPC.

Fuente: (Cuevas, 2014)

#### 2.6.4 Sistema ARASAAC.

ARASAAC es un Sistema Aumentativo y Alternativo de Comunicación (SAAC) basado en el uso de pictogramas que facilitan la comunicación a las personas que tienen dificultades en este ámbito por distintos factores como la diversidad funcional, desconocimiento del idioma, traumatismos y degeneración cognitiva. Este catálogo de pictogramas, adaptados a diferentes niveles de adquisición del lenguaje, es propiedad del Gobierno de Aragón. El objetivo fundamental del proyecto es la creación de un sistema pictográfico de comunicación y un conjunto de herramientas de libre distribución, que faciliten la accesibilidad de carácter comunicativo y cognitivo en diversos ámbitos de la vida, a todas las personas que lo puedan requerir.

El Portal Aragonés de Comunicación Aumentativa y Alternativa (ARASAAC), nace en el año 2007 a través de un grupo de trabajo con personal del CATEDU y del Colegio

Público de Educación Especial Alborada, con la colaboración del Centro Politécnico Superior.

En este portal se pueden encontrar todo tipo de recursos para la comunicación: materiales adaptados, herramientas online, software, ejemplos de uso. El portal ofrece diversos catálogos gráficos de pictogramas en color, blanco y negro, fotografías, vídeo. En la actualidad estos pictogramas están traducidos a quince idiomas.

En la figura 16 se muestran las herramientas online que ofrece el portal de ARASAAC.



Figura 16. Herramientas online del portal ARASAAC.

Fuente: (ARASAAC, 2019)

## 2.7 Aplicación de los SAAC

Los SAAC se utilizan para la comunicación de los alumnos con necesidades educativas especiales, con el objetivo de eliminar la ansiedad y preparar al niño para nuevos ambientes o actividades, dichas técnicas no solo se deben aplicar en el ámbito escolar sino en todos los entornos que se desarrolla el niño. La aplicación de estas técnicas permitirá desarrollar la autonomía del niño lo cual motiva e incidirá en su aprendizaje de manera positiva. (Cuevas, 2014).

### **2.7.1 Métodos de Anticipación.**

Se entienden como elementos organizativos que marcan las pautas necesarias y regulan situaciones para seguir rutinas diarias y relacionarse con su entorno. Se aplica especialmente en alumnos con discapacidades que tengan dificultad en comprender o participar en las actividades escolares. Permiten reforzar la comunicación como en el caso de horarios donde se asocian símbolos con cada actividad. Debido a que los niños con autismo y discapacidad presentan un notable grado de rigidez cognitiva, esto les impide relacionarse adecuadamente por la ansiedad que les producen las actividades desconocidas.

#### ***2.7.1.1 Rutinas.***

Las rutinas permiten crear un entorno seguro, donde los niños con NEE pueden relacionarse y aprender con tranquilidad, además, el niño adquiere autonomía al conocer lo que va a suceder y anticipar la actividad o función en dicha situación. Estas se consideran un punto fuerte para el aprendizaje y la comunicación, donde a los niños con NEE tienen preferencias por las rutinas rígidas, debido a su flexibilidad cognitiva por lo cual estos se molestan o irritan a la interrupción de rutinas.

A continuación, en la figura 17 se muestra un ejemplo de la aplicación de los SAAC para comunicar una rutina.



*Figura 17.* Uso de los SAAC para rutinas en niños con NEE.

*Fuente:* (Cuevas, 2014)

### **2.7.2 Agendas para ACNEE.**

Al igual que las rutinas el objetivo de las Agendas es fomentar la autonomía y la independencia de los alumnos con NEE, como parte del proceso inicial primero se trabaja con cada imagen y su correspondiente significado, después el alumno deberá entender las agendas que se le planteen y cuando termine de realizar una tarea este deberá dirigirse a la agenda para continuar con la siguiente actividad.

Según las necesidades de cada alumno, se pueden elaborar agendas diarias, semanales, mensuales o de sesiones de actividades. En la sesión de trabajo las agendas se elaboran en función del nivel de abstracción que posee el alumno, pudiendo diferenciar objetos reales, fotografías, pictogramas, escritura. (Cuevas, 2014)

A continuación, se presenta un ejemplo de una agenda diaria elaborada con pictogramas y escritura para el alumno con NEE.



Figura 18. Agenda diaria con pictogramas.

Fuente: (Castillo, 2015)

## 2.8 Electrónica orientada a la educación

Las Tecnologías de la Información y Comunicación han permitido la inclusión de todas las personas mediante la generación de espacios y herramientas, los niños y jóvenes con NEE necesitan herramientas innovadoras con aplicaciones específicas para poder desenvolverse y lograr su inclusión en su ambiente. La ingeniería electrónica proporciona una solución directa para el desarrollo de herramientas que pueden ser requeridas por docentes y terapeutas especiales, en base a especificaciones requeridas. Organizaciones como el UNITEC (Unidad de Investigación y Desarrollo para la Calidad de la Educación en Ingeniería con orientación al uso de TIC) desarrollan adaptaciones e innovaciones electrónicas de hardware y software proporcionando un nuevo entorno de enseñanza-aprendizaje para las personas con discapacidad, facilitando la comunicación, el acceso de la información, el desarrollo cognitivo y la autonomía. (Mártire, y otros, 2010)

### 2.8.1 Robótica Educativa.

La Robótica Educativa (RE) aparece como una nueva posibilidad de integrar las TIC y facilitar la creación de ambientes de aprendizaje motivadores para los alumnos, se

conceptualiza la utilización de robots con fines educativos, convirtiéndose en una nueva herramienta de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, y que pueden manejar diversos contenidos curriculares. (Monsalves González, 2011)

Se define la RE como una disciplina que tiene el objetivo de generar ambientes de aprendizaje heurísticos enfocados en la participación del estudiante, utilizando las experiencias generadas por estos dispositivos, en esta área el docente tiene un papel importante donde asume el rol de facilitador, también estos dispositivos permiten establecer relaciones y representaciones de conceptos. (Monsalves González, 2011)

Entre los beneficios de la robótica educativa están (Ovejero, 2015):

- El desarrollo de diversas inteligencias como: visual-espacial, lógico-matemático, emocional.
- El aumento de la capacidad de atención, memoria y concentración.
- El desarrollo de habilidades sociales y comunicativas.
- Generan un aprendizaje lúdico, haciendo que despierte la creatividad y el interés por seguir aprendiendo.
- Fortalece la autoestima, tolerancia, el autodescubrimiento, entre otros.

### **2.8.2 Robótica Educativa y NEE.**

En los últimos años han existido varios proyectos que involucran a la RE y alumnos con NEE, donde los autores resaltan el potencial de la RE ya que esta promueve la interacción social, afectiva y cognitiva, contribuyendo a superar las limitaciones de estos estudiantes. Existen precedentes sobre el uso de la RE en niños con autismo de alto funcionamiento donde se exponen las habilidades que se pueden desarrollar en estos tipos

de niños, ayudando a transmitir nuevos conocimientos como también la consolidación de estos. (Conchinha, Viegas, & Freitas, 2015)

En la Escuela Politécnica Federal de Lausana – Suiza (Jacq, Lemaignan, García, Dillenbourg, & Paiva, 2016), se ha desarrollado un robot que permite aprender escritura a los niños utilizando el aprendizaje mediante la enseñanza y desarrollando ciertas habilidades cognitivas que permitirán que el niño mejore también.

Otro caso también en la Universidad Nacional Autónoma de México (Díaz & Díaz Hernández, 2019), han desarrollado un software dirigido a niños con discapacidad intelectual con el objetivo de permitirles aprender a leer y escribir, haciendo uso de imágenes, sonidos y letras, logrado observar una mejora en la actitud de los niños ya que el aprendizaje se lo realiza mediante el juego.

Al orientar este tipo de herramientas en niños con discapacidades es necesario adecuarlas a sus necesidades, tomando en cuenta las características de su trastorno o discapacidad, estas herramientas pueden ser utilizadas con diversos propósitos como son la inclusión social, autonomía en el proceso de enseñanza- aprendizaje.

## **2.9 Herramientas open source**

Para el desarrollo de todo dispositivo electrónico es necesario el uso de hardware y software, que servirán para su funcionalidad, el presente proyecto usará placas electrónicas como hardware y software para compilar código y editar material multimedia, todo esto con herramientas libres que permitan desarrollar el proyecto sin restricciones ni limitaciones.

### **2.9.1 Hardware.**

Este tipo de hardware no tiene restricciones y es asequible para todos, comúnmente vienen acompañados de un software de código abierto, permitiendo el desarrollo de proyectos con menor tiempo y de manera segura, reduciendo un mayor número de costes de implementación.

### ***2.9.1.1 Sistemas Embebidos.***

Un sistema embebido es un circuito electrónico digital capaz de realizar operaciones de computación, para cumplir tareas específicas de un producto, estos sistemas poseen recursos limitados, pero se los utiliza en diversas aplicaciones, también una de sus características es su bajo consumo energético, en comparación a los de un ordenador normal, los programas que ejecutan estos sistemas utilizan lenguajes como ANSI, ensamblador, C, C++, entre otros. (Salas, 2015)

### ***2.9.1.2 Periféricos.***

Un periférico es un dispositivo que se encuentra en el exterior del sistema y son conectados a través de la unidad de entrada y salida, definiéndolo en un sistema programado, como todo dispositivo que no sea el microprocesador ni la memoria principal, pero que esté conectado a ellos. (Redondo, 2012)

En un sistema los periféricos y el microprocesador se comunican leyendo y escribiendo sobre diferentes tipos de registros entre los cuales están:

- Entrada y salida: se usan para que el microprocesador lea valores de entrada o saque valores de salida a través del periférico.
- Registros de comandos: El microprocesador envía instrucciones por comandos sobre el periférico para determinar el modo de trabajo en el que debe operar el periférico, escribiéndose en registros.
- Registros de estados: Indican el estado del periférico constantemente, el microprocesador consulta dichos registros y en función de su estado determinara su funcionamiento.

Para que el microprocesador tenga constancia de las tareas que ha realizado el periférico existen dos métodos por los cuales se puede saber esta información, el primero consiste en consultar por programa los registros del periférico en donde se informa si se han terminado las tareas, el segundo método es por interrupción lo cual consiste en cuanto un periférico termina una tarea, este activa una línea de salida que es detectada por el microprocesador.

Los periféricos pueden clasificarse en tres tipos: aquellos que tienen la misión de comunicar al microprocesador con el mundo exterior (periféricos de comunicación), los que quitan trabajo al microprocesador (ejecutan tareas para que el microprocesador pueda realizar funciones específicas), también están los que almacenan información comúnmente llamados dispositivos de almacenamiento masivo.

### ***2.9.1.3 Actuadores.***

Un actuador es un dispositivo con la capacidad de generar una fuerza que ejerce un cambio de posición, velocidad o estado de algún tipo sobre un elemento mecánico, a partir de la transformación de la energía, clasificándose en dos grupos: Por el tipo de energía utilizada (actuador neumático, hidráulico y eléctrico), Por el movimiento que genera (actuador lineal y rotatorio). (Corona, Abarca, & Mares, 2014)

Los actuadores eléctricos transforman la energía eléctrica en energía mecánica y lumínica, siendo los más utilizados debido a la que utilizan como fuente de alimentación la energía eléctrica.

## **2.9.2 Software.**

La creación del software libre esta atribuida a personas que contribuyen de manera voluntaria para el desarrollo de nuevos proyectos y sin restricción, motivando al desarrollador a crear sus proyectos a partir de estas herramientas, siendo reconocido como una herramienta para la innovación abierta.

### ***2.9.2.1 Licencias Creative Commons***

Creative Commons es una organización que defiende la idea de que no todos los creadores de una obra intelectual desean mantener todos los derechos reservados de su trabajo, se encarga de registrar obras con "algunos derechos reservados", con la posibilidad de compartir, modificar y distribuir trabajos a nivel global, facilitando su divulgación.

El autor puede optar entre varias condiciones para el uso de sus trabajos, al crear posibles combinaciones para registrarlos, a continuación, se presentan las condiciones que atribuyen este tipo de licencia.

- Reconocimiento: El material creado por el autor puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceras personas si se reconoce la autoría mediante créditos.
- No comercial: El material original y los trabajos derivados pueden ser distribuidos, copiados y exhibidos mientras su uso sea no comercial.
- Sin obra derivada: el material creado por el autor puede ser distribuido, copiado y exhibido, pero no se puede utilizar para crear un trabajo derivado del original.
- Compartir igual: el material creado por un autor puede ser modificado y distribuido, pero con la misma licencia que el material original.

## **2.10 Metodología**

El uso de una metodología tiene una relevante importancia en el campo de la investigación, ya que lleva a cabo una serie de procesos que permitirán lograr los objetivos propuestos para un proyecto de manera verificable y con resultados deseados.

### **2.10.1 Modelo en V.**

Para el desarrollo y representación del ciclo de vida de este proyecto se ha escogido como metodología el “Modelo en V”, el cual ejecuta y analiza procesos importantes en la investigación como la verificación y la validación de resultados.

También es conocido como el modelo de cuatro niveles, donde se representan las relaciones temporales entre las fases del ciclo de vida del proyecto, la longitud de esta separación procura ser proporcional a la distancia en el tiempo entre una fase y su verificación, la parte de la izquierda de la “V” representa la secuencia donde se definen las especificaciones del sistema, la parte derecha representa la secuencia donde se comprueba las especificaciones definidas en la parte izquierda, y por último donde se encuentran ambas partes representa la corriente del desarrollo.

A continuación, en la figura 19 se muestra las fases que representan al modelo en V.

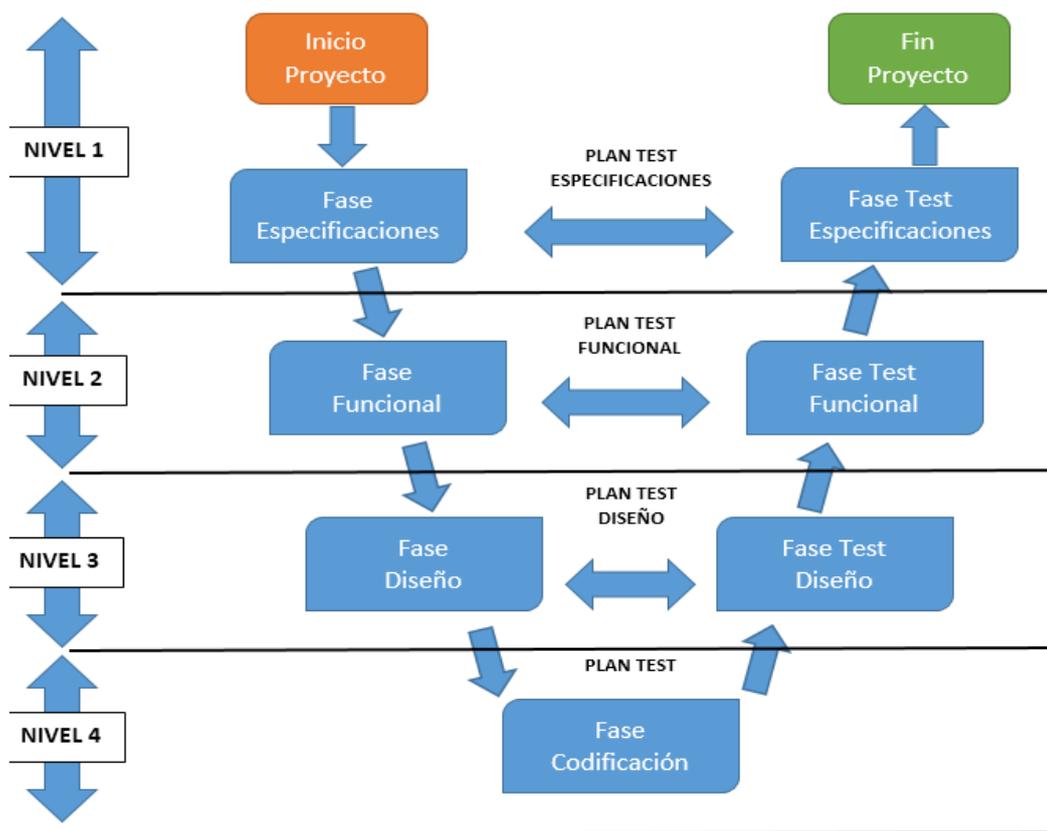


Figura 19. Diagrama del modelo en V.

Como se observa en la Figura 19, esta metodología está contemplada por cuatro niveles los cuales se detallan a continuación:

- **NIVEL 1:** Este nivel es orientado al cliente, donde se presenta el inicio y fin del proyecto, en esta fase se elaboran los documentos de requisitos y especificaciones.
- **NIVEL 2:** En este nivel se detallan las características funcionales del sistema propuesto y la documentación del análisis funcional.
- **NIVEL 3:** Aquí se definen los componentes de Hardware y software del sistema final, a lo cual se lo denomina arquitectura del sistema.
- **NIVEL 4:** Esta es la fase de implementación donde se desarrollan los elementos y módulos del programa.



## Capítulo III

### Metodología y Desarrollo

En este capítulo se realiza el análisis de la situación actual de la institución a la cual va orientado el proyecto, incluyendo la identificación de sus beneficiarios e involucrados. Para el desarrollo del prototipo se utiliza la metodología del modelo en V para esquematizar su ciclo de vida, se manejará el estándar IEEE29148 para la ingeniería de requisitos pensados para el desarrollo del software, y se utilizará técnicas de recolección de información para determinar especificaciones, características funcionales y arquitectura del sistema, también se realiza un benchmark para la elección del hardware y se presentan etapas referentes al diseño y desarrollo del sistema.

#### 3.1 Análisis

##### 3.1.1 Situación actual.

La unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila” ubicada en la ciudad de Ibarra perteneciente al barrio 10 de Agosto y ubicada en las calles Teresa de Jesús Cepeda y Rita Lecumberri 2-77 (véase en la figura 20) ha registrado en los últimos años casos de estudiantes con discapacidad intelectual y una variedad de trastornos, al ser una institución que promueve la inclusión y al diagnóstico que brinda el Ministerio de Educación del Ecuador se evidencia cada vez el incremento de niños con NEE, lo cual demanda más dificultad en la labor educativa de sus docentes.



Figura 20. Ubicación de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”

Fuente: (Google Maps, 2019)

Los grados en los que se fomenta la enseñanza de lectoescritura en la institución está conformada de entre primer a cuarto de básica y sus edades varían desde los 5 a 8 años, en la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila” (UEACD), actualmente existen 139 niños de primero a cuarto de básica divididos en dos paralelos “A” y “B”, cada grado cuenta con su respectivo docente encargado y un solo psicólogo para toda la institución, quien se encarga del asesoramiento a los docentes en las adaptaciones curriculares para la educación especial y necesidades de los estudiantes.

Se pudo identificar que, al ser una institución con pocos recursos, la adquisición de material didáctico está limitada a los recursos de los docentes y padres de familia, como respuesta a este problema se quiere ofrecer un juguete electrónico que contribuya al proceso educativo de la lectoescritura especialmente a los niños con NEE de la institución, ya que este tipo de herramientas favorecen el aprendizaje en este grupo de niños.

A continuación, en la tabla 4 se muestra el número de estudiantes comprendidos entre los grados de primero a cuarto de básica incluyendo a los niños con NEE, información proporcionada por la rectora encargada de la institución.

Tabla 4  
*Número de estudiantes entre primero a cuarto de básica (periodo 2017-2018).*

Grados de Básica	N.º de Estudiantes			Total
	Niños	Niñas	Niños con NEE (Valorados)	
<b>Primero “A”</b>	13	5		18
<b>Primero “B”</b>	10	8		18
<b>Segundo “A”</b>	11	6	1	17
<b>Segundo “B”</b>	15	3	1	18
<b>Tercero “A”</b>	12	4	1	16
<b>Tercero “B”</b>	13	6	1	19
<b>Cuarto “A”</b>	10	7		17
<b>Cuarto “B”</b>	11	5		16

Como información adicional el psicólogo de la UEACD manifiesta que algunos alumnos presentan síntomas de trastornos que se pueden incluir en el grupo de NEE, pero que aún no han sido valorados por las instituciones pertinentes. Dando como resultado 8 docentes, 4 niños con NEE y 3 docentes especialistas encargados de los primeros grados de básica.

### **3.1.2 Dimensionamiento de Stakeholders.**

Como primera instancia se realiza el dimensionamiento de los implicados directa o indirectamente en el desarrollo del proyecto, analizando su aporte y participación, a continuación, listados en la tabla 5.

Tabla 5  
Descripción de Stakeholders.

<b>Stakeholders</b>	
<b>Usuarios directos</b>	Niños con NEE y Docentes de la UEACD
<b>Usuarios Indirectos</b>	Padres de familia de la UEACD
<b>Administradores</b>	Autoridades del DECE de la UEACD Msc. Carlos Vásquez
<b>Director y Fiscalizadores</b>	Msc. Fabián Cuzme Msc. Jaime Michilena
<b>Desarrollador</b>	Sr. Julio Caicedo

### 3.1.3 Técnicas de recolección de Información.

En el campo de la investigación científica el concepto de técnicas de recolección de información se refiere a los procedimientos mediante los cuales se generan informaciones válidas y confiables, para ser usadas como datos científicos. Se usan para dos funciones importantes que son la observación y el registro de fenómenos empíricos.

En esta sección se manejarán técnicas que permitan la observación y el registro de variables necesarias para el desarrollo del proyecto, la técnica que se ha decidido emplear es la encuesta, la cual será una herramienta para que los sujetos implicados brinden información cuantitativa al investigador.

### 3.1.4 Encuesta

Para determinar el propósito del sistema y encontrar variables que contribuyan al desarrollo del proyecto, se ha determinado realizar una primera encuesta la cual permitirá evaluar y conocer el ambiente educativo del nuevo periodo escolar, debido al constante ingreso y retirada de estudiantes en los primeros niveles de básica.

Como complemento en la obtención de requisitos necesarios para determinar los componentes y funcionamiento de la herramienta, se planteó realizar una segunda encuesta que permita recolectar información pertinente para su diseño.

Para el cálculo de la muestra se empleó la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z^2 * \hat{\sigma}^2}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * \hat{\sigma}^2}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

N= 11 Tamaño de la población

e= 0.09 Error muestral (9%)

$\hat{\sigma}$ =0.5 Desviación estándar

Z= 1,96 Nivel de confianza (95%)

$$n = \frac{11 * 1,96^2 * 0,5^2}{(11 - 1) * 0,09^2 + 1,96^2 * 0,5^2} = 10.1 \text{ docentes}$$

El formato de las encuestas y la justificación por cada pregunta planteada se detallan en los ANEXOS 01 y 03 respectivamente, como también los resultados y tabulación de las mismas en los ANEXOS 02 y 04.

### **3.1.5 Análisis y conclusión de la encuesta.**

Con la finalidad de determinar el propósito del sistema se analizará cada pregunta de la encuesta número uno que son:

1. Considera que existen las herramientas necesarias para la enseñanza de la lectoescritura en la institución.
2. En el grado que usted está a cargo existe alumnado con NEE asociadas a una discapacidad, valorados por alguna organización.
3. ¿Cuál es la discapacidad que presentan sus alumnos con NEE?
4. Sus alumnos con Autismo o Discapacidad intelectual han presentado problemas en la enseñanza de la lectoescritura.
5. Tiene problemas para comunicarse con sus alumnos con autismo o discapacidad intelectual.
6. Que tipos de problemas tiene para comunicarse con sus alumnos con autismo o discapacidad intelectual.
7. En que escala de aprendizaje puede catalogar a su alumno con NEE en el proceso de adquisición de lectoescritura.
8. Cree que existe alumnado con NEE que aún no han sido valorados
9. Que metodología utiliza para la enseñanza de lectoescritura.

El resultado obtenido en la pregunta uno de la encuesta indica que el 100% de los encuestados consideran que no existen las herramientas necesarias para la enseñanza de la lectoescritura en la institución, haciendo referencia a que sus recursos para enseñar lectoescritura son limitados, lo cual puede retrasar el proceso de aprendizaje, siendo requeridas herramientas que colaboren a la enseñanza de lectoescritura.

El resultado obtenido en la pregunta dos de la encuesta concluye que, en 4 de los 8 grados conformados de primero a cuarto, existen por lo menos un niño con NEE asociadas a la discapacidad que han sido valorados por alguna institución, lo cual evidencia que la UEACD promueve la inclusión a estudiantes con NEE.

El resultado obtenido en la pregunta tres de la encuesta concluye que el 75% de los niños con NEE tienen discapacidad intelectual y el 25% autismo, descartando algún otro tipo de discapacidad en la institución y permitiendo orientar el proyecto hacia estos niños.

El resultado obtenido en la pregunta cuatro de la encuesta indica que los docentes que tienen niños con discapacidad intelectual y autismo en sus aulas, el 100% mencionan tener problemas para la enseñanza de la lectoescritura, concluyendo que es necesario el apoyo en este proceso para lograr los objetivos curriculares planteados a los niños con NEE.

El resultado de la pregunta cinco de la encuesta concluye que el 50% de los docentes a cargo de niños con discapacidad intelectual y autistas tienen problemas para comunicarse, lo cual limita el proceso de aprendizaje del niño y aún más para la enseñanza de lectoescritura.

Los resultados de la pregunta seis de la encuesta realizada determinan que los problemas referentes a comunicación son diversos con este grupo de niños, empezando por un lenguaje limitado, seguimiento de instrucciones y comprensión de conceptos, siendo difícil encontrar una estrategia que solucione estos problemas.

Los resultados de la pregunta siete de la encuesta determinan que el 25% de los alumnos con NEE, No Alcanzan los Aprendizajes Requeridos, un 50% están Próximos Alcanzar los Aprendizajes Requeridos y un 25% Alcanza los Aprendizajes Requeridos, todo esto en relación con el proceso de adquisición de lectoescritura, concluyendo que un 75% de estos alumnos aún no han aprendido este proceso necesario para las demás materias.

Los resultados de la pregunta nueve de la encuesta muestran que el 56% de los docentes utilizan el método global, un 33% el método analítico y un 11% considera usar un método diferente a los dos anteriores, pero que tras la investigación realizada en el marco teórico se concluyen que el 11% es parte del método global, siendo este método el más acogido por los docentes de esta institución.

### **3.4 Requerimientos**

En este apartado se maneja el estándar IEEE29148 el cual permitirá plasmar las necesidades de los stakeholders, transformándolas en requisitos que servirán para el diseño y funcionalidad del sistema, utilizando procesos iterativos y recursivos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. (ISO/IEC/IEEE,2011)

### 3.4.2 Nomenclatura de requerimientos.

Para la distinción de todos requerimientos manejado en los distintos ámbitos, se utiliza la siguiente nomenclatura mostrada en la tabla 6, permitiendo una mejor comprensión y manejo de la información obtenida.

Tabla 6.  
*Tabla de descripción de abreviaturas para requisitos.*

<b>Requerimiento</b>	<b>Abreviatura</b>
Stakeholders	STSR
Sistema	SYSR
Arquitectura	SRSR

### 3.4.3 Requerimientos de Stakeholders.

Tabla 7.  
*Lista de requerimientos Operacionales y de Usuarios.*

<b><i>Requerimientos de Stakeholders (STRS)</i></b>				
#		<b>Prioridad</b>		
		<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
	<b><i>Requerimientos Operacionales</i></b>			
<b>STSR1</b>	El tamaño del juguete debe ser mayor a 30 cm y no debe sobrepasar los 40 cm.	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>STSR2</b>	El juguete deberá ser portable para llevar a diversos lugares de la institución.		<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>STSR3</b>	El juguete debería ser un medio para la comunicación docente-estudiante.		<input checked="" type="checkbox"/>	

<b>STSR4</b>	El niño deberá utilizar el panel táctil para comunicarse con la herramienta.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>STSR5</b>	El juguete deberá generar el audio en base al contenido mostrado (palabras, sílabas y vocales)	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>STSR6</b>	El juguete deberá tener estabilidad para evitar golpes o caídas por movimiento de este.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b><i>Requerimientos de Usuarios</i></b>		
<b>STSR6</b>	El juguete deberá trabajar con un solo niño y el docente encargado.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>STSR7</b>	El usuario debe permanecer sentado evitando golpes y movimientos bruscos a la herramienta.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>STSR8</b>	El maestro es quien debe guiar la actividad a realizar con la herramienta.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>STSR9</b>	El maestro será quien pueda evaluar y verificar resultados obtenidos por la herramienta.	<input checked="" type="checkbox"/>

#### 3.4.4 **Requerimientos del sistema.**

Tabla 8.  
*Lista de requerimientos de Uso, Interfaces, Estados, Físicos.*

<b><i>Requerimientos del sistema (SYSR)</i></b>				
#		Prioridad		
		Alta	Media	Baja
<b>SYSR1</b>	El uso de la herramienta debe ser de un periodo de 30 minutos por sesión.	<input checked="" type="checkbox"/>		

---

<b>SYSR2</b>	La herramienta siempre debe ser cargada previo a su uso.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SYSR3</b>	Deberá esperar que inicien todos los componentes del software para iniciar la sesión.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SYSR4</b>	El sistema deberá esperar las respuestas del alumno para generar movimiento y sonidos.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b><i>Requerimientos de Interfaces</i></b>		
<b>SYSR5</b>	Salida de contenido multimedia de alta resolución.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SYSR6</b>	Deberá incluir puertos de E/S para periféricos y actuadores.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SYSR7</b>	Salida de audio Jack analógica.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b><i>Requerimientos de Estados</i></b>		
<b>SYSR8</b>	Debería tener modo “ahorro de energía” para la duración de batería.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SYSR9</b>	Deberá tener la opción de encendido y apagado seguro, para evitar daño en los componentes.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SYSR10</b>	Debe tener un modo de carga para realimentar la fuente de energía.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b><i>Requerimientos Físicos</i></b>		
<b>SYSR11</b>	Los periféricos y actuadores deberán ser de tamaño pequeño para incluirlos dentro de la herramienta	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SYSR12</b>	El material del juguete deberá ser resistente para el uso de niños.	<input checked="" type="checkbox"/>

---

<b>SYSR13</b>	El material del juguete deberá soportar temperaturas generadas por los componentes.	<input checked="" type="checkbox"/>
---------------	---	-------------------------------------

### 3.4.5 Requerimientos de arquitectura.

Tabla 9.  
Lista de requerimientos lógicos, Software, Hardware y Eléctricos.

<i>Requerimientos de Arquitectura (STRS)</i>				
#		Prioridad		
		Alta	Media	Baja
<i>Requerimientos Lógicos</i>				
<b>SRSH1</b>	Deberá poseer puertos digitales y analógicos para todos los componentes del hardware.	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>SRSH2</b>	Deberá existir compatibilidad del software con el hardware para el manejo de periféricos.	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>SRSH3</b>	Deberá tener puertos para comunicación serial.	<input checked="" type="checkbox"/>		
<i>Requerimiento de Hardware</i>				
<b>SRSH4</b>	La placa de desarrollo deberá tener licencia libre.		<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>SRSH5</b>	Deberá incluir una pantalla táctil de 7" con alta resolución.	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>SRSH6</b>	Los periféricos y actuadores deberán ser compatibles con la placa de desarrollo.	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>SRSH7</b>	Soporte de gráficos para profundidades de color mínimas de 16 bits.	<input checked="" type="checkbox"/>		

---

<b>SRSH8</b>	Deberá tener tecnologías de comunicación inalámbricas.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SRSH9</b>	Deberá ser de bajo consumo eléctrico.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SRSH10</b>	La salida de audio deberá ser mayor a 1W de potencia.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b><i>Requerimientos de Software</i></b>		
<b>SRSH11</b>	Deberá tener la capacidad de crear una GUI compatible con GNU/Linux.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SRSH12</b>	Deberá tener o soportar librerías para el control de una comunicación serial y salidas PWM.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SRSH13</b>	Debe ser compatible con GNU/Linux específicamente para versiones 4.x utilizadas en sistemas embebidos.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SRSH14</b>	El consumo de RAM deberá ser óptimo y no sobrecargar el sistema embebido.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SRSH15</b>	Debe permitir el manejo de texto, imágenes y audio en diversos formatos.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SRSH16</b>	Deberá ser de fácil desarrollo y depuración.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SRSH17</b>	Deberá ser gratuito.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b><i>Requerimientos Eléctricos</i></b>		
<b>SRSH18</b>	La herramienta deberá utilizar una batería para su portabilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SRSH19</b>	Capacidad de corriente para todo el hardware.	<input checked="" type="checkbox"/>

---

---

La capacidad de la batería deberá al menos

**SRSH20** soportar 40 minutos con todos los componentes   
conectados.

---

### **3.4.6 Propósito y ámbito del sistema.**

Se propone el desarrollo de un juguete electrónico lúdico como herramienta educativa para la adquisición de la lectoescritura, para niños de 5 a 8 años con NEE asociadas a la discapacidad intelectual y al trastorno del espectro autista, en la Unidad Educativa “Agustín cueva Dávila”.

El juguete electrónico tiene el objetivo de ayudar al docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la adquisición de la lectoescritura mediante técnicas multisensoriales y actividades lúdicas, diseñadas acorde a las necesidades de los niños con discapacidad intelectual y autismo, atendiendo las dificultades que se presentan en este grupo de niños.

Como lineamientos se tienen contemplado la enseñanza de vocales, abecedario y fonemas, utilizando la metodología que más se adecúe a este tipo de niños de una manera interactiva, promoviendo el protagonismo e incentivando la motivación hacia este proceso educativo.

### **3.4.7 Descripción general del sistema.**

El juguete electrónico tipo robot estará compuesto por actuadores y periféricos, los cuales se ajusten a los requerimientos y al presupuesto previsto del proyecto, habiendo limitaciones en la movilidad y desempeño de este. Se incluirá una pantalla en la parte

media delantera que ejecutará el software y aplicará la metodología de enseñanza seleccionada en base a las necesidades del usuario, la articulación de gestos será realizada por una segunda pantalla en la parte superior delantera simulando la cara del juguete y como parte de su funcionalidad también reproducirá sonido. Para el procesamiento del software y manejo de todos los componentes de hardware se empleará una placa electrónica que cumpla con todos requerimientos de arquitectura.

A continuación, en la figura 21 se presenta un diagrama de la forma del robot.

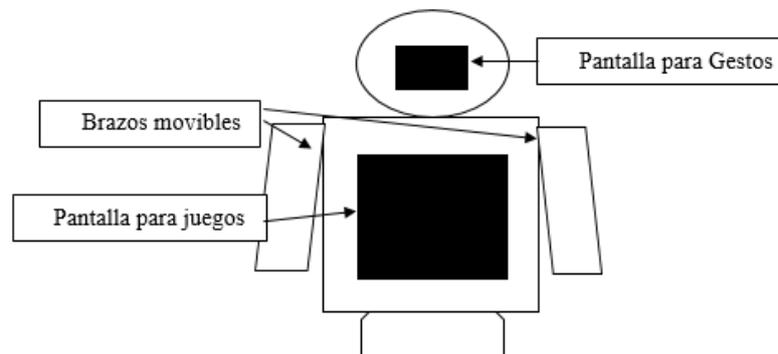


Figura 21. Diagrama representativo del juguete electrónico.

### 3.6 Elección del Software

En base a los requisitos de software establecidos anteriormente se procede a elegir las herramientas de software que serán necesarias para el desarrollo del proyecto.

#### 3.6.1 Lenguaje de programación.

Después de haber detallado los principales requerimientos para la elección del lenguaje de programación, se puntuará cada requerimiento para determinar la mejor opción para el

desarrollo. En el ANEXO 05 se detallan las características de cada lenguaje de programación que servirán para realizar el análisis de requerimientos.

A continuación, en la tabla 10 se presenta un análisis de requerimientos para selección del lenguaje de programación.

*Tabla 10.*

*Comparativa de lenguajes de programación en relación a requerimientos.*

<b>Requerimientos</b>	<b>Python</b>	<b>C++</b>
<b>SRSH11</b>	1	1
<b>SRSH12</b>	1	1
<b>SRSH13</b>	1	1
<b>SRSH14</b>	1	0
<b>SRSH15</b>	1	0
<b>SRSH16</b>	1	0
<b>SRSH17</b>	1	1
<b>Valoración:</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
<b>Cumplimiento:</b>		
0 - No cumple		
1 - Cumple		

Python califica como el lenguaje de programación más óptimo, por algunas de sus características que son muy importantes para el desarrollo del proyecto, entre estas el fácil uso y la gran variedad de librerías que maneja Python, este lenguaje permite que el desarrollo sea mucho más simple, además su rendimiento es muy eficiente a pesar de ser un lenguaje de programación interpretado. También es muy importante la recolección de basura para este proyecto, ya que se dispone de una memoria RAM con una capacidad limitada, por lo cual se debe liberar espacio para que pueda funcionar de mejor manera.

El lenguaje C++ por su parte, es un lenguaje potente y robusto para el desarrollo de proyectos complejos, a diferencia de Python, que se encamina por los proyectos que se limitan en tiempo para su implementación.

### **3.7 Elección del Hardware**

A continuación, se realiza la selección de herramientas y tecnologías en base a requerimientos de Stakeholders, Sistema y Arquitectura que serán usados en la herramienta educativa, se realiza una elección en base a requisitos y luego en base a especificaciones y costos de una manera más detallada de los equipos y tecnologías elegidas.

#### **3.7.1 Benchmarking.**

En esta comparación se analizarán las características técnicas de los componentes de hardware que serán necesarios para el desarrollo de la herramienta, tomando aspectos relevantes como el precio y asequibilidad, en base a los requisitos establecido anteriormente.

En el ANEXO 06 se puede apreciar información sobre todos los componentes utilizados en el benchmarking.

### 3.7.1.1 Sistema Embebido.

- **Comparativa de las placas electrónicas**

Para la selección del hardware que servirá para controlar todos los elementos de la herramienta que se propone desarrollar, se realiza un análisis comparativo entre las características más importantes y requisitos obtenidos anteriormente.

A continuación, en la tabla 11 se realiza la comparativa entre las placas seleccionadas para el desarrollo de la herramienta.

*Tabla 11.*  
*Comparativa entre Raspberry Pi 3 B y Raspberry Pi Zero W*

Placa	Raspberry Pi 3 B	Raspberry Pi Zero W
Parámetros	<b>Características</b>	<b>Características</b>
Costo	<b>\$43</b>	<b>\$27</b>
Procesador	Broadcom BCM2837, Cortex-A53 64-Bit SoC @ 1.2GHz	BCM2835 ARM1176JZF-S single core 1Ghz
Memoria RAM	1GB LPDDR2 SDRAM	512 Mb
WLAN	2.4GHz, IEEE 802.11.n wireless	Wi-Fi 802.11b / g / n
Bluetooth	Bluetooth 4.1 BLE	Bluetooth 4.1 BLE
LAN	10/100Mbit/s Ethernet Port	No Dispone
Puertos	4 × USB 2.0	2x micro USB ports (one for power)
Acceso	Extended 40-pin GPIO header	Extended 40-pin GPIO header
Interfaces para video	1 × full size HDMI; DSI display; CSI camera port; 4	Mini HDMI port; CSI camera port; composite video port.



---

**Cumplimiento:**

1 – Cumple

0 – No cumple

---

Se concluye que el modelo Raspberry Pi B cumple con una mayor cantidad de requisitos, el modelo Zero no posee una interfaz para salida de audio, pero es posible emularla desde los pines GPIO mediante modulación PWM, lo cual bajaría la calidad del audio considerablemente y es susceptible a interferencias, siendo el principal motivo para descartarlo, otro punto clave será la capacidad de procesamiento donde el modelo B posee una arquitectura más robusta que el modelo Zero.

**3.7.1.2 Primera Pantalla.**

Como ya se habló en el apartado de la descripción general del sistema, la primera pantalla deberá ser de menor tamaño para la función de articulación de gestos.

- ***Comparativa de Pantallas LCD TFT Serial***

Para la comparativa de estos modelos de pantallas se han seleccionado las características más importantes que permitirán ver la capacidad y rendimiento entre la pantalla NX2024T032\_011R y uLCD-32PT.

Ambos dispositivos son pantallas de 3.2” pulgadas y tienen 65k colores, con la diferencia que el modelo NX2024T032\_011R posee mayor resolución de pantalla (400x240) píxeles en relación con el modelo uLCD-32PT que es (240x320) píxeles, en cuanto a tamaño ambos modelos tienen casi las mismas dimensiones de Longitud(L), Altura(W), Ancho(H) diferenciados por algunos milímetros. Son pantallas resistivas por lo cual no son muy exactas en el uso táctil, la Nextion NX2024T032\_011R tiene un menor

consumo de energía (casi un 50% menos) que la uLCD-32PT. El modelo Nextion tiene una mayor cantidad de memoria Flash (4MB) permitiendo almacenar programas muchos más grandes que en la pantalla uLCD-32PT, la uLCD-32PT posee mayor cantidad de RAM permitiendo un mayor desempeño en cuanto al almacenamiento de instrucciones en los programas de las interfaces HMI.

Tabla 13  
Comparativa de pantallas NX2024T032\_011R y uLCD-32PT.

Placa	uLCD-32PT	NX2024T032_011R
<b>Parámetros</b>	<b>Características</b>	<b>Características</b>
<b>Precio</b>	\$79	\$36
<b>Color</b>	RGB 65K	64K – 16 bit
<b>Dimensiones</b>	95.7(L)x57.1(W)x6.3(H) mm	95(L)×47.6(W)×5.8(H) mm
<b>Resolución</b>	240x320	400×240 pixeles
<b>Touch type</b>	Resistiva	Resistiva
<b>Voltaje</b>	4.0V to 5.5V	4.7/5/7 v
<b>Consumo</b>	160 mA	Activo 85mA / Descanso 15mA
<b>Memoria FLASH</b>	14KB	4MB
<b>Memoria RAM</b>	14KB of SRAM	3584 BYTES
<b>Puerto Serial</b>	Modulo gen4-IB	4Pin_2.54mm

Fuente: (NEXTION, 2016) y (4D SYSTEMS, 2019)

Para configurar estos dispositivos la pantalla Nextion tiene mejor accesibilidad ya que utiliza un puerto de cuatro pines para la comunicación serial que puede ser conectada directamente al dispositivo para cargar el programa, el modelo uLCD-32PT necesita de un pequeño módulo para poder utilizar todos sus pines en donde se incluyen los de Rx y Tx para comunicación serial y permite usar otro tipo de módulo para controlar

dispositivos electrónicos con diversas aplicaciones, incluyendo un costo adicional para su adquisición. Como último punto el precio del modelo Nextion es el 50% del costo de un modelo uLCD-32PT.

- ***Selección de Pantalla 1***

Esta pantalla será usada para el rostro de la herramienta, para lo cual se han seleccionado las características más importantes y se han tomado en consideración los requisitos de sistema y arquitectura para su selección.

Tabla 14  
*Elección de Pantalla 1 para la herramienta.*

<b>Pantalla 1 a Color</b>	<b>Requerimientos</b>				<b>Valoración</b>
	<b>SYSR11</b>	<b>SRSH3</b>	<b>SRSH9</b>	<b>SRSH7</b>	
uLCD – 32PT	1	1	0	1	3
Nextion NX4024T032	1	1	1	1	4
<b>Cumplimiento:</b>					
1 – Cumple					
0 – No cumple					

Se concluye que el modelo Nextion NX3224T032 presenta mejores características en cuanto a resolución de pantalla, memoria FLASH, consumo energético, y puertos de acceso, mencionando también que esto a un costo menor en comparación al uLCD – 32PT, siendo la opción más adecuada para el desarrollo de este proyecto.

### ***3.7.1.3 Segunda Pantalla.***

Esta pantalla tendrá la función de mostrar contenido multimedia de alta calidad y deberá acoplarse a los requerimientos establecidos por los stakeholders.

- ***Comparativa para la segunda pantalla***

El modelo 7” de Electrow posee una mayor resolución de pantalla de 1024x600 pixeles, permitiendo visualizar contenido multimedia de alta calidad, con relación al modelo 5” de Electrow que es solamente de 800x480 pixeles a 256K (colores). La comparativa de estos dos dispositivos se muestra a continuación en la tabla 15.

*Tabla 15.  
Comparativa entre modelos de pantallas TFT.*

	<b>Características</b>	<b>Características</b>
<b>Precio</b>	\$55.50	\$72
<b>Colores</b>	256K	16M
<b>Dimensiones</b>	121(L)x95(W)x13(H) mm	164.9(L)x124.27(W) mm
<b>Resolución</b>	800x480 pixeles	1024x600 pixeles
<b>Touch type</b>	Capacitiva	Capacitiva
<b>Voltaje</b>	5v	5v
<b>Consumo</b>	~500mA	~900mA
<b>Puertos</b>	HDMI, miniUSB(Touch), headphone 3.5mm	HDMI, miniUSB(Touch)

Fuente: <https://www.elecrow.com>

Una de las principales diferencias en el modelo 5inch es el puerto para salida de audio y el control de configuración del display mediante pulsadores para lo que son ajustes y regulación de luminosidad.

- ***Selección de la segunda pantalla***

Para la selección de la segunda pantalla se han tomado como consideración la comparativa hecha anteriormente y en base a los requisitos obtenidos por los involucrados, a continuación, en la tabla 16 se muestra la valoración de cada pantalla.

Tabla 16  
*Elección de Pantalla 2 para la herramienta.*

<b>Pantalla 2 a Color</b>	<b>Requerimientos</b>			<b>Valoración</b>
	<b>SRS2</b>	<b>SRS5</b>	<b>SYSR5</b>	
7inch HDMI Display-C	1	1	1	3
5inch HDMI Display	1	0	1	2
<b>Cumplimiento:</b>				
1 – Cumple				
0 – No cumple				

En base a los requerimientos de tamaño y una alta resolución de pantalla que fueron requeridos por los beneficiarios, se concluye que el modelo de 7inch es la opción que más adecuada para estas necesidades.

### 3.7.1.4 Material de impresión 3D.

Para la elección del material con el que podrá ser impresa la herramienta a desarrollar, se ha tomado en consideración el modelo de impresora 3D Gen Cube y los materiales que se pueden imprimir en este modelo que son ABS y PLA, esta impresora actualmente se encuentra en el laboratorio de mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte y gracias al apoyo de la institución es posible realizar la impresión de piezas en 3D para proyectos de los estudiantes, en el Anexo 07 se puede apreciar la solicitud dirigida a la carrera de Mecatrónica.

- **Comparación del material de impresión 3D**

En esta sección se analizarán los materiales compatibles con la impresora 3D que son el Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS) y Ácido Poli-Láctico (PLA) comparando principalmente sus características de resistencia al impacto, dureza y resistencia al calor, véase en la Tabla 17 dicha comparativa.

*Tabla 17.*

*Comparativa de propiedades mecánicas de material ABS y PLA.*

<b>Propiedades Mecánicas</b>	<b>ABS</b>	<b>PLA</b>
Resistencia al impacto	10 kJ/m <sup>2</sup>	5.1 kJ/m <sup>2</sup>
Temperaturas Soportadas	96° C	60° C
Dureza	76 (Shore D)	83 (Shore D)

Fuente: (Ultimaker, 2017) y (Ultimaker, 2017)

Según la comparativa que se realiza en la tabla 17 se puede apreciar claramente que el material PLA posee mejores cualidades en lo que respecta a la dureza, mientras que el ABS tiene mayor resistencia al impacto siendo también superior en las temperaturas que puede soportar.

- ***Selección del material de impresión 3D***

Para realizar la selección del material que se usara como armazón de la herramienta educativa, se analizan requerimientos previamente obtenidos por los involucrados del proyecto (véase la tabla 18) y se tiene en consideración la comparativa hecha anteriormente entre estos materiales.

*Tabla 18.*  
*Selección de material para impresión 3D.*

<b>Pantalla 2 a Color</b>	<b>Requerimientos</b>		<b>Valoración</b>
	<b>SYSR12</b>	<b>SYSR13</b>	
ABS	1	1	2
PLA	1	0	1
<b>Cumplimiento:</b>			
1 – Cumple			
0 – No cumple			

En vista que los componentes electrónicos generan temperaturas entre los 25° y 70° C el material PLA llega a volverse frágil con la exposición de estas, caso que no sucede con el material ABS que puede soportar hasta temperaturas de 96°C para que el material sufra algún cambio en sus propiedades. Por tal manera se escoge el ABS como el material más indicado ya que tiene una gran resistencia a las temperaturas que generan los componentes electrónicos.

### 3.7.1.5 Servo Motores.

Los servos motores se utilizarán como actuadores para realizar pequeños movimientos del juguete, siendo estos no mayores a 90°. Debido a la baja densidad del material de impresión y el peso de los dispositivos electrónicos involucrados en partes como brazos y cabeza del juguete, no superan el peso de 1 kg, se ha considerado el uso de micro servos.

- **Comparación de micro servos**

En la siguiente comparación se analiza las características más importantes de los micro servos descritos anteriormente, con la finalidad de evaluar su rendimiento y capacidad para la aplicación que se desea realizar en este proyecto.

A continuación, en la tabla 19 se muestra la comparativa entre los micro servos SG90, MG90S y SG92R.

*Tabla 19.*

*Comparativa de especificaciones técnicas entre micro servos SG92R, SG90 y MG90S TowerPro.*

<b>Especificaciones</b>	<b>SG92R</b>	<b>SG90</b>	<b>MG90S</b>
<b>Precio</b>	\$6	\$3	\$8
<b>Modulación</b>	Digital	Analógica	Digital
<b>Torque</b>	4.8v – 2.50 kg-cm	4.8v – 1.80 kg-cm	4.8v – 1.80 kg-cm
<b>Velocidad</b>	4.8v - 0.10 sec/60°	4.8v - 0.12 sec/60°	4.8v - 0.10 sec/60°
	Longitud: 23.0 mm	Longitud: 23.0 mm	Longitud: 22.0 mm
<b>Dimensiones</b>	Ancho: 12.2 mm	Ancho: 12.2 mm	Ancho: 12.2 mm
	Alto: 27.0 mm	Alto: 29.0 mm	Alto: 28.5 mm

<b>Material de Engranaje</b>	Fibra de Carbono	Nylon	Metal
<b>Ciclo de Trabajo</b>	1 ms	1 - 2 ms	1 - 2 ms
<b>Frecuencia/</b>	50Hz	50Hz	50Hz
<b>Periodo</b>	20 ms	20 ms	20 ms
<b>Corriente (movimiento)</b>	120 – 250 mA	100 – 250 mA	120 – 250 mA
<b>Corriente (sin movimiento)</b>	10 mA	10 mA	10 mA
<b>Peso</b>	9 g	9g	13.4 g

Fuente: Obtenida de datasheets de cada micro servo.

Como conclusión se puede observar que los modelos SG92R y MG90S son de modulación digital y poseen una velocidad de 0.10 sec/60°, que en comparación al modelo análogo SG90 es más rápida, por lo tanto, estos modelos serían más útiles en aplicaciones que requieran respuestas rápidas de movimiento. El precio del modelo SG90 resulta ser el 50% del modelo SG92R y mucho menor que el MG90S, siendo este la opción más económica entre estos modelos, pero con la característica de estar compuesto de un material menos duradero como es el nylon. También se puede concluir que el modelo SG90 y MG90S resulta ser más difícil de controlar su posicionamiento debido a que su ciclo de trabajo es irregular, siendo más preciso el modelo SG92R. Como análisis final se determina que el modelo MG90S es mayormente pesado en comparación a los modelos SG, esto es debido que está diseñado para extender su vida útil por ser su engranaje de metal y para soportar mayor torque a voltajes más altos que los 5v.

- *Selección de servo motores*

La siguiente selección del micro servo será enfocada en base a los requerimientos y a la comparativa hecha anteriormente, permitiendo escoger el más adecuado para el ser usado en la herramienta a desarrollar.

Tabla 20  
*Elección de pantalla 2 para la herramienta.*

Actuadores Servo motor	Requerimientos			Valoración
	SYSR11	SRSR1	SRSR6	
SG90	1	1	1	3
MG90S	1	1	1	3
SG92r	1	1	1	3
<b>Cumplimiento:</b>				
1 – Cumple				
0 – No cumple				

Se puede concluir que los tres modelos cumplen con los requisitos dispuestos por los involucrados del proyecto, por lo tanto, se ha tomado variables encontradas en este proceso de selección como son la fuerza de torque, el precio, y el peso de los modelos, definiendo como la mejor alternativa el modelo SG90 que cumple con todos estos.

### 3.7.1.6 Amplificador de Audio.

El amplificador de audio será de suma importancia ya que servirá para generar los sonidos, una de las principales características que se requieren es una alta calidad de audio y una potencia media.

- **Comparativa entre amplificadores de audio**

A continuación, en la tabla 21 se presenta una comparativa entre los amplificadores de audio PAM8403 y LM386.

*Tabla 21.  
Tabla comparativa entre características de amplificadores de audio.*

<b>Especificaciones</b>	<b>PAM8403</b>	<b>LM386</b>
<b>Precio</b>	\$2	\$2
<b>Canales</b>	2	1
<b>Potencia</b>	3W por canal	325mW
<b>Soporte de Carga</b>	4 – 8 Ohm	4 – 32 Ohm
<b>TDH</b>	10%	10%
<b>Voltaje</b>	2.5 a 5.4v	4 -12 v
<b>Dimensiones</b>	29 x 20 x 13 mm	41 x 14 mm

Los amplificadores seleccionados tienen características similares en cuanto a tamaño y precio, donde el amplificador PAM8403 tiene cuatro veces más potencia que el amplificador LM386 y que también posee una calidad estéreo con solo 10% de distorsión, lo cual lo hace la opción más idónea para el audio del juguete.

- *Selección de amplificador de audio*

Tabla 23  
Elección Amplificador de audio.

Amplificador de Audio	Requerimientos				Valoración
	SYSR7	SYSR11	SRSR9	SRSR10	
PAM8403	1	1	0	1	3
LM386	1	1	1	0	3

**Cumplimiento:**

1 – Cumple

0 – No cumple

Después de haber analizado los requerimientos correspondientes a la salida del audio que deberá tener el sistema, se concluye que el modelo PAM8403 entrega una gran calidad de sonido pero que necesita un alto consumo de corriente entregando hasta 3W en relación con el modelo LM386 el cual no llega a entregar la potencia mínima de 1W que se necesita en el sistema, por lo tanto, el amplificar PAM8403 es la mejor alternativa.

### 3.8 Diseño

En base a la metodología del modelo en V y después de haber determinado los requisitos del sistema, en esta etapa se procede a realizar el diseño del hardware y software que será parte de la herramienta educativa, para que cumpla con las necesidades de los involucrados en el proyecto.

### 3.8.1 Diagrama de Bloques.

El diagrama de bloques permitirá explicar el funcionamiento del sistema propuesto para la herramienta, el cual se ha ido ajustando a las necesidades de los usuarios expresadas en la etapa de requisitos. A continuación, en la figura 22 véase el diagrama que indica las funcionalidades del sistema.

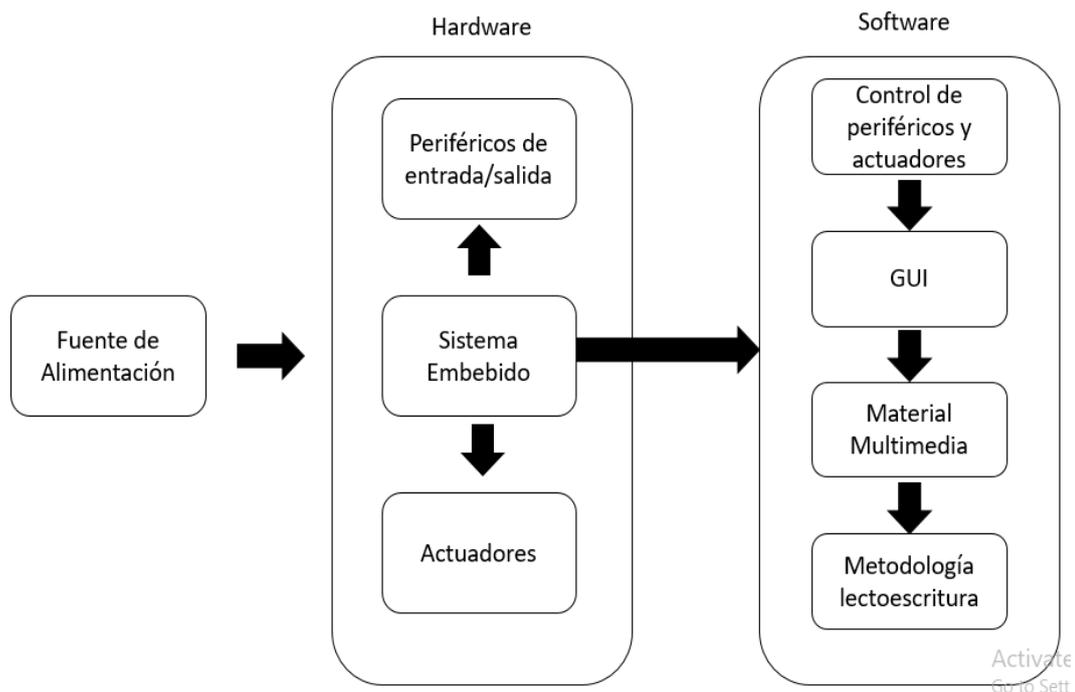


Figura 22. Diagrama de bloques del sistema.

1. El primer elemento del sistema es la fuente de alimentación que será de vital importancia para que todos los dispositivos activos puedan funcionar de manera adecuada y cumpliendo con las necesidades del usuario. La fuente de alimentación deberá ser portable por lo cual se espera que sea una batería que no ocupe mayor cantidad de espacio en el juguete.

2. El hardware de todo el juguete ha sido seleccionado para que sea posible la integración de todos sus componentes, la pantalla más grande servirá como periférico de entrada y salida ya que receptorá las entradas táctiles que genere el niño; actuará como salida al mostrar el contenido multimedia que genere el software enfocado al aspecto visual. El sistema embebido Raspberry Pi 3 modelo B será el elemento más importante que influirá en el desempeño y capacidad del software ya que procesará contenido multimedia e instrucciones para generar respuesta en los micro servos y Leds.
3. El software se adaptará a las necesidades de los estudiantes, entre las funciones que cumplirá será el control de periféricos y actuadores; tendrá una interfaz gráfica para que el niño interactúe con el contenido multimedia, el material utilizado será en gran parte obtenido del portal ARASAAC y diseñado por el desarrollador enfocado solo al contenido de lectoescritura.

### **3.8.2 Fuente de alimentación.**

Uno de los requisitos de la herramienta es su portabilidad, volviéndose necesario una fuente de alimentación que sea capaz de alimentar a todos los dispositivos conectados a esta y permita como mínimo la duración de una sesión de media hora, para lo cual se realizara un análisis de corriente entre los componentes mostrados en la tabla 22.

#### ***3.8.2.1 Consumo de corriente de componentes.***

Como consideración de diseño se evaluarán los componentes electrónicos con sus consumos de corriente, garantizando una fuente que proporcione la durabilidad deseada en condiciones normales y bajo esfuerzo, para esto se han tomado como referencia la

información de hojas de especificaciones de los componentes e información adicional de sus fabricantes en sitios oficiales relacionados al consumo de corriente.

*Tabla 22*

*Elementos de la herramienta educativa con consumos máximos de corriente.*

<b>Componente Electrónico</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Voltaje (DC)</b>	<b>Corriente Max (mA)</b>	<b>Total</b>
Placa Raspberry Pi 3 B+	1	5	~600	~600
Pantalla Nextion 3.2''	1	5	85	85
Pantalla LCD 7'' Display-C	1	5	~900	~900
Micro servo SG90	2	5	120	240
Leds RGB	2	5	20	40
Amplificador Pam8403	1	5	~1000	~1000

Los valores de corriente del amplificador de audio se calculan en base a la carga que estará conectada que soporta una potencia de 2W. Debido a la gran corriente que se puede generar en el movimiento de los micro servos, se ha tomado en consideración mover dos a la vez mientras los demás estén en apagados, con la finalidad de evitar sobrecargas de corriente en el circuito eléctrico.

La suma de estas corrientes permitirá determinar la carga máxima que deberá soportar la fuente de alimentación. Para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$I_T = \sum_{k=0}^n I_{sk}$$

*Ecuación 1. Sumatoria de Corrientes.*

$I_T$  = Corriente Total

$I_S$  = Corrientes de dispositivos electrónicos

Cálculo de corriente total:

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

$$I_T = 1000mA + 85mA + 900mA + 240mA + 40mA + 1000mA$$

$$I_T \cong 2865 mA$$

### **3.8.2.2 Batería para alimentación de componentes.**

Como requisito de funcionamiento en base al cálculo anterior se determinará que la batería necesaria para todo el circuito deberá entregar una corriente mayor a 2925 mA y que dure como mínimo una media hora según los requisitos del sistema descritos en la tabla 8.

Como solución al requerimiento de corriente obtenido en los cálculos, se ha escogido una batería con una potencia de salida de 3000 mA y una capacidad de carga de 3700mAh al precio de \$12, a continuación, en la Ecuación 2 se muestra la fórmula para calcular el tiempo de descarga (duración) de la batería.

$$\text{Tiempo de Descarga} = \frac{\text{Carga de la Batería (mAh)}}{\text{Consumo Eléctrico (mA)}}$$

*Ecuación 2. Cálculo del tiempo de descarga de una batería.*

Cálculo del tiempo de descarga:

- 1) Cálculo del tiempo de descarga cuando se entregue la máxima corriente soportada por el módulo:

$$\textit{Tiempo de Descarga} = \frac{3700 \text{ mAh}}{3000 \text{ mA}}$$

$$\textit{Tiempo de Descarga} \cong 1.23 \text{ h}$$

- 2) Cálculo del tiempo de descarga con el consumo máximo de corriente generada por los dispositivos del juguete.

$$\textit{Tiempo de Descarga} = \frac{3700 \text{ mAh}}{2865 \text{ mA}}$$

$$\textit{Tiempo de Descarga} \cong 1.29 \text{ h}$$

Como conclusión se determina que este módulo permitirá alimentar todos los componentes por el tiempo de una hora y media aproximadamente, traduciéndolo a la capacidad de soportar varias sesiones de trabajo sin problemas.

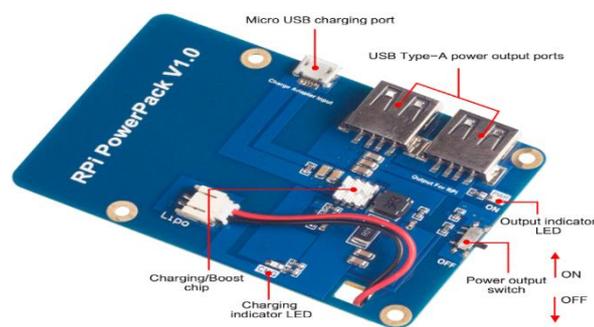


Figura 23. Módulo Rpi Power Pack v1.2.

Fuente: (SUNFOUNDER, 2017)

Este dispositivo distribuye toda la corriente de salida en dos USB hembra, siendo capaz de entregar hasta 3000 mA, la configuración del circuito deberá acoplarse a la distribución

de corriente de este banco de batería. Como mecanismo de encendido este tiene un switch que sirve para que la corriente circule por los puertos USB, y posee un puerto micro USB para cargar su batería. Una de las restricciones que tiene este módulo es que los circuitos que se conecten a sus puertos USB deber ser desconectados antes de cargar la batería.

Algo muy importante de mencionar es que se ha planteado distribuir la carga de los componentes en los puertos USB de salida del módulo, siendo el primero usado para conectar las pantallas de 3.5'' y 7'', para el segundo la placa del raspberry pi y los servos motores.

### ***3.8.2.3 Diseño circuito de alimentación.***

Debido a que el banco de batería proporciona dos salidas de alimentación, es necesario diseñar un circuito que permita conectar todos dispositivos, tras una pequeña investigación realizada acerca de los pines GPIO de la placa Raspberry Pi, el sitio web ([es.pinout.xyz](http://es.pinout.xyz)) que proporciona información más detallada de las funcionalidades de estos PINS, menciona que los pines de 5v de la placa Raspberry están directamente conectados a la entrada de alimentación, capaces de proporcionar la totalidad de la corriente de la fuente que no consume la placa electrónica, siendo capaces de entregar hasta 1.5 A en corriente.

Para el diseño de la extensión del circuito de alimentación se han considerado entradas para cinco servomotores y las entradas para controlar su movimiento con la placa Raspberry Pi 3 B, para la salida de audio se ha decidido utilizar como fuente de alimentación uno de los puertos USB de placa ya que entregan voltaje de 5v a 1000mA.

A continuación, en la figura 24 se muestra el diseño del circuito que permitirá extender las conexiones eléctricas y control de dispositivos.

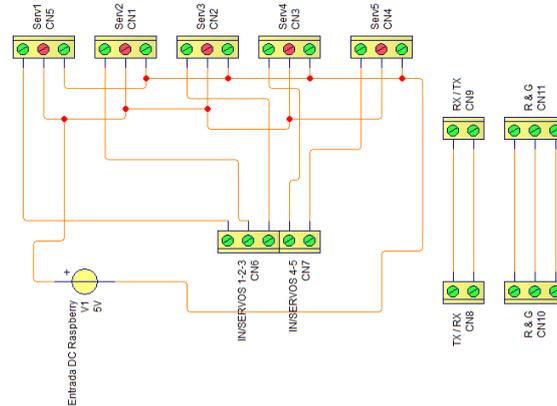


Figura 24. Extensión de circuito de alimentación y control de dispositivos.

Fuente: livewire

El circuito de la figura 24 deberá ser convertido a un PCB (Placa de Circuito Impreso) para poder ser adaptado y reducir la circuitería de cables dentro del juguete, dentro del diseño de este elemento se han considerado aspectos como el tamaño de los componentes y pistas para que puedan soportar la corriente de los dispositivos electrónicos y no se sobrecalienten para ellos se han empleado las ecuaciones 3 y 4 mostradas a continuación.

Ecuación 3. Ecuación 1 para cálculo de grosor de pista para PCB.

$$\text{Ancho} = \frac{a}{Gr * 1.378}$$

**Variables:**

$a$  = Depende del tipo de PCB que se desea realizar.

$Gr$  = Grosor del cobre de la baquelita (oz/ft<sup>2</sup>).

Ecuación 4. Ecuación 2 para cálculo de grosor de pista para PCB.

$$a = \left( \frac{I}{k1 * \Delta T^{k2}} \right)^{\frac{1}{k3}}$$

$I$  = Corriente Máxima (A)  
 $k1$ ,  $k2$  y  $k3$  = Constantes definidas  
 $\Delta T$  = Diferencia de temperatura (°C)

Cálculo para diseño de pistas de baquelita de una sola capa superior.

**Datos:**

Constantes para PCB de una sola capa superior  
 $k1 = 0.0647$ ,  $k2 = 0.4281$  y  $k3 = 0.6732$   
 $T. Max = 70^\circ$   
 $T. Ambiente = 25^\circ$   
 $Grosor = 1 \text{ oz/ft}^2$   
 $I = 1.5 \text{ A}$

**En formula:**

$$a = \left( \frac{1.5}{0.0647 * (75 - 25)^{0.4281}} \right)^{\frac{1}{0.6732}}$$

$$a = 13.76$$

$$Ancho = \frac{13.76}{1 * 1.378}$$

$$Ancho = 9.98 \text{ mils} \sim 0.010''$$

Con el cálculo realizado se procede a configurar el software de PCB para que el ancho de las pistas sea por lo menos mayor a 0.010 pulgadas, como se observa en la figura 25 cualquiera de las opciones marcadas es válida para el diseño.

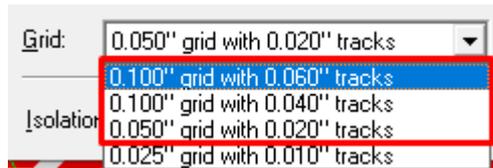


Figura 25. Configuración del software PCB para el ancho de pistas.

Fuente: PCBwizzard

A continuación, en la figura 26 se presenta el diseño del PCB para la extensión del circuito de alimentación y control de componentes.

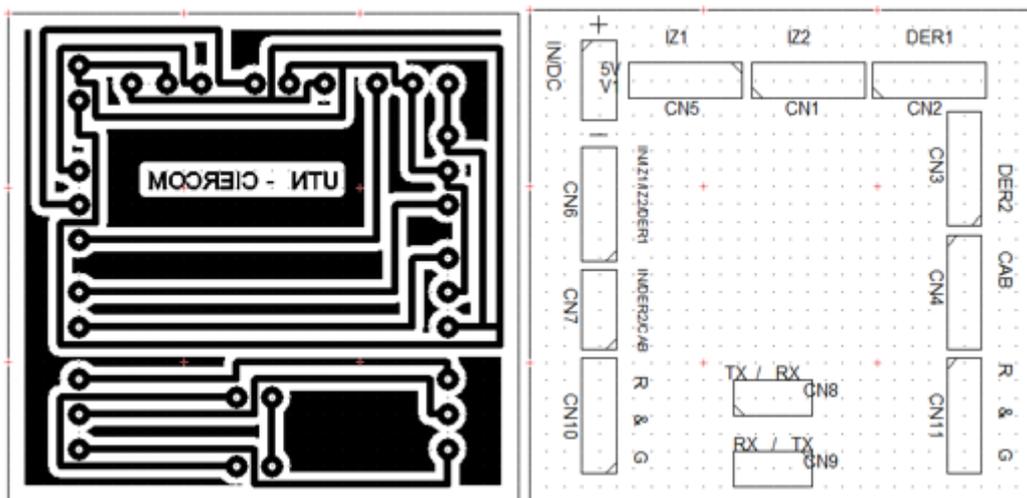


Figura 26. Diseño de PCB para circuito de extensión de batería.

Fuente: PCB wizard.

### 3.8.3 Diagramas de funcionamiento.

En esta sección se presenta el diseño del funcionamiento del hardware y software que serán parte de la herramienta, para una mejor representación de los estados y funcionalidades se ha decidido elaborar diagramas de flujo.

### **3.8.3.1 Funcionamiento del Hardware.**

Como consideración de diseño se ve necesario establecer las funcionalidades del hardware antes de empezar con la programación del software, ya que debe ser un sistema estable y seguro para el uso de personas y niños en este caso.

- ***Modo encendido***

Para un buen manejo de la herramienta es necesario conocer los elementos involucrados en el encendido del juguete y sus estados, siendo descrito a continuación el primero llamado modo de encendió que es donde el juguete empieza arrancar todos sus dispositivos de manera correcta.

Este modo está compuesto por tres switchs encargados de conmutar un circuito cada uno, teniendo tres funciones distintas pero que deben estar correctamente configurados para encender el juguete. A continuación, en la figura 27 se describen las condiciones necesarias para encender el dispositivo correctamente y evitar algún mal funcionamiento.

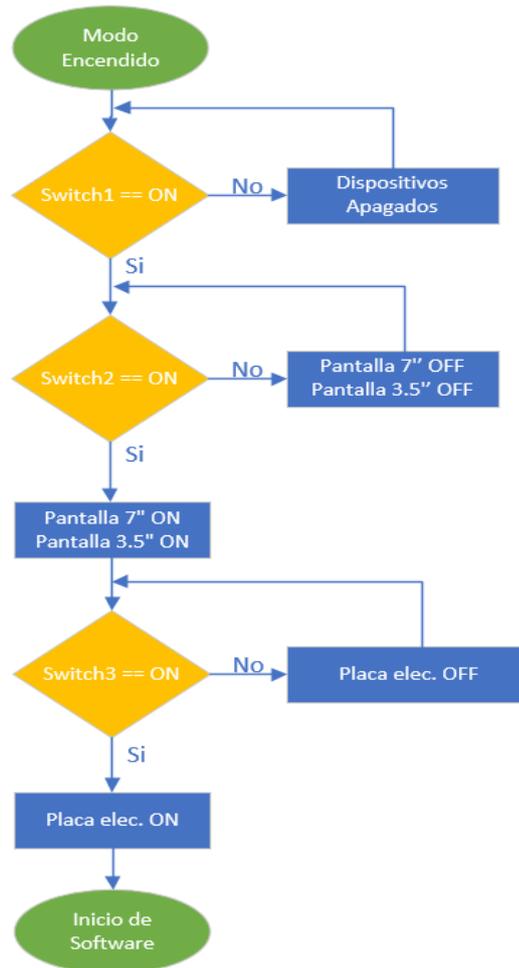


Figura 27. Diagrama de flujo para configuración de modo encendido.

Para un correcto encendido de la herramienta es necesario presionar los switches de manera secuencial, primero el de la batería, luego el de la pantalla y al final el de la placa electrónica.

- ***Estado de Carga***

Otro de los estados del juguete será el de modo de carga, el cual es necesario para la reutilización de la herramienta luego de haber consumido toda la carga de la batería, en la figura 28 se muestra la correcta configuración de los switches para que el juguete entre en modo de carga correctamente.

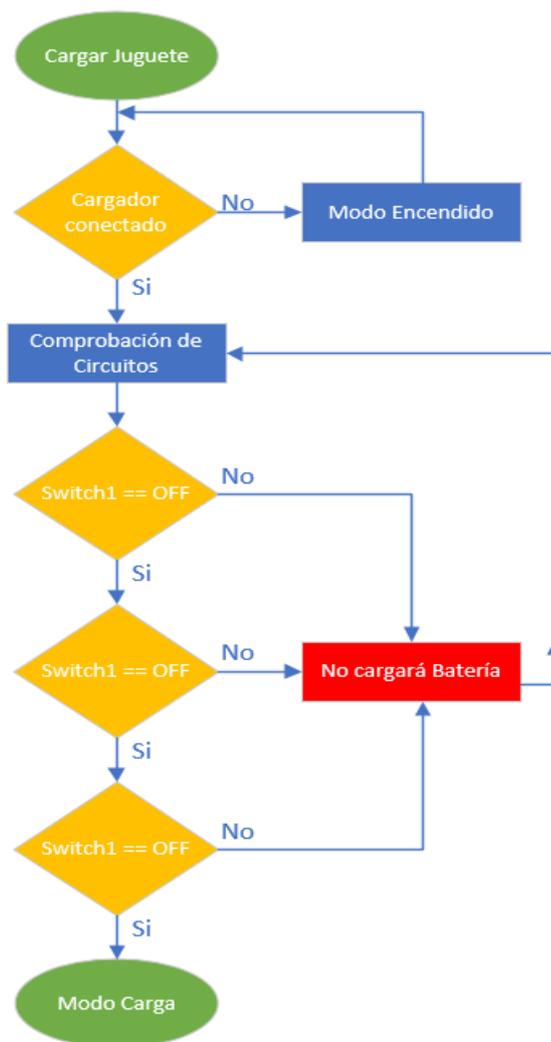


Figura 28. Diagrama de Flujo para entrar en modo carga.

Para que el juguete entre en modo de carga y alimentar el circuito de la batería, todos los switches deberán estar en OFF.

### 3.8.3.2 Funcionamiento del Software.

En base a requisitos obtenidos de los involucrados y tomando en consideración lineamientos y estrategias que se encontraron en el capítulo del marco teórico, servirán de guía para el desarrollo del software y posterior a su ejecución.

### 3.8.3.3 Módulos del Software.

Para el desarrollo del software que será parte del juguete se ha dividido por módulos que facilitarán la verificación de errores, un mejor manejo de recursos (tiempo) en el desarrollo y probar la funcionalidad en relación con los requisitos por separado toda esta información se la muestra en la Tabla 23.

Tabla 23.  
Consideraciones para módulos del Software

	<b>CONCIENCIA LÉXICA</b>	<b>CONCIENCIA SILÁBICA</b>	<b>CONCIENCIA FONOLÓGICA</b>
<b>Objetivos</b>	Acceder al significado de las palabras.	Distinguir los golpes de voz de una palabra.	Identificación del fonema en las palabras.  Adquirir la articulación de los fonemas.
<b>Contenido</b>	Imágenes Texto de palabras Sonido	Imágenes Texto de silabas Sonidos	Imágenes Texto de letras Sonidos
<b>Actividad</b>	Mostrar imágenes cercanas a la realidad.  Trabajar con números de palabras, sea primero con una palabra y luego a tres o cuatro.	Mostrar imágenes cercanas a la realidad.  Contar las sílabas de cada palabra y mostrar su respectivo texto.	Mostrar imágenes cercanas a la realidad.  Hacer referencia a las unidades de texto y generar el fonema con audio.

---

	Incrementar el nivel de dificultad según se avance en el contenido.	Trabajar con diferentes ejemplos de separación de sílabas.	Señalar la ubicación del sonido.
	Respetar tiempos de ejecución del niño.	Respetar tiempos de ejecución del niño.	Respetar los tiempos de ejecución del niño.
	Premiar los logros del estudiante mediante luces y movimientos.	Premiar los logros del estudiante mediante luces y movimientos.	Premiar los logros del estudiante mediante luces y movimientos.
	Avisar los intentos fallidos con sonido, luces y movimientos.	Avisar los intentos fallidos con sonido, luces y movimientos.	Avisar los intentos fallidos con sonido, luces y movimientos.

---

	Generar sonido por cada imagen.	Generar sonido por cada imagen.	Generar sonidos de cada fonema.
<b>Acciones del juguete</b>	Encender led verde si realiza correctamente las operaciones del juguete.	Mostrar el texto en la pronunciación.	Utilizar la pantalla de la cara para ayudar con las praxias.
	Encender el led rojo y mover la cabeza si se equivoca en las operaciones.	Contar los golpes de voz. Encender led verde si realiza	Encender led verde si realiza correctamente las operaciones del juguete.

---

---

Esperar un tiempo para habilitar el botón para la siguiente imagen.

correctamente las operaciones del jugo. Encender el led rojo y mover la cabeza si se equivoca en las operaciones.

Encender el led rojo y mover la cabeza si se equivoca en las operaciones.

Esperar un tiempo para habilitar el botón de siguiente.

Esperar un tiempo para habilitar el botón para la siguiente imagen.

---

#### ***3.8.3.4 Bosquejo del menú del juego.***

El software tendrá un menú de opciones donde se trabajarán, distintas actividades como: conciencia léxica, silábica y fonológica; compuestas por audios y movimientos del juguete, el software controlará todos estos aspectos para que el niño pueda divertirse mientras desarrolla los ejercicios de lectoescritura.

A continuación, en la figura 29 se presenta un bosquejo del menú del software que se incluirá en el juguete.



Figura 29. Bosquejo del menú del juego.

### 3.8.3.5 Conciencia léxica.

En este módulo se trabajará el conteo de palabras mediante la asociación de imágenes y pictogramas a color, incluyendo los sonidos de estas. El niño deberá tocar las imágenes para reproducir los audios que se insertarán en cada imagen, como también para ejecutar acciones del juego como presionar botones. En la figura 30 se presenta el funcionamiento de este ejercicio.



Figura 30. Diagrama de bloques para módulo de conciencia léxica.

A continuación, en la figura 31 se muestra el diagrama de flujo del módulo de conciencia léxica.

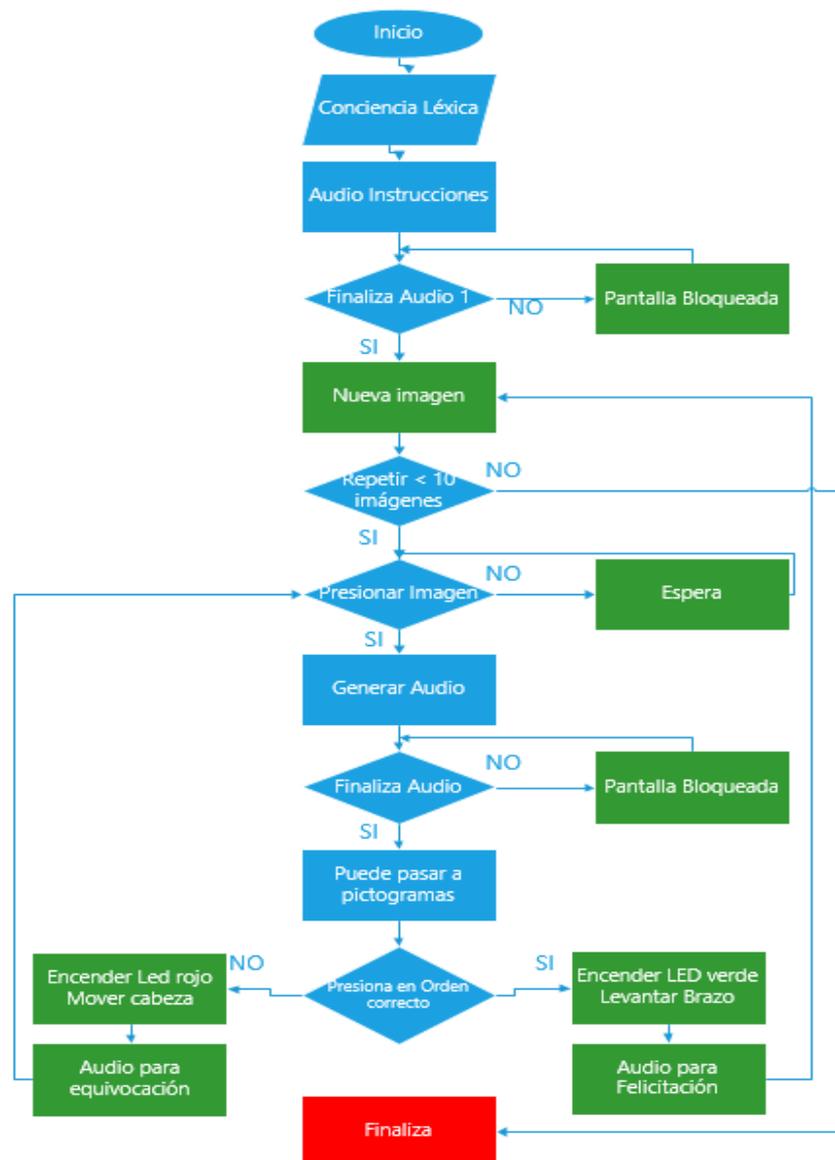


Figura 31. Diagrama de flujo para ejercicio de conciencia léxica.

### 3.8.3.6 Conciencia silábica.

En el módulo de conciencia silábica se ayudará al niño a que pueda contar las separaciones de sonidos que tienen las palabras, se manejarán dos ejercicios prácticos siendo el primero una fase de entrenamiento para que pueda contar los sonidos y la segunda será más interactiva donde podrá interactuar con las imágenes y presionar los botones que corresponden al número de sonidos que pudo contar.

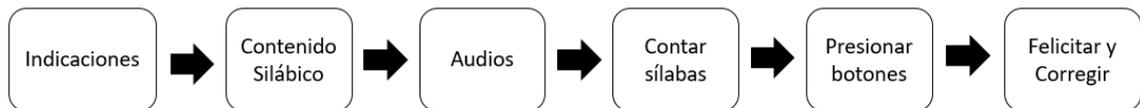


Figura 32. Diagrama de bloques para módulo de conciencia silábica.

En la figura 33 se puede observar el funcionamiento de estos dos ejercicios en el juguete.

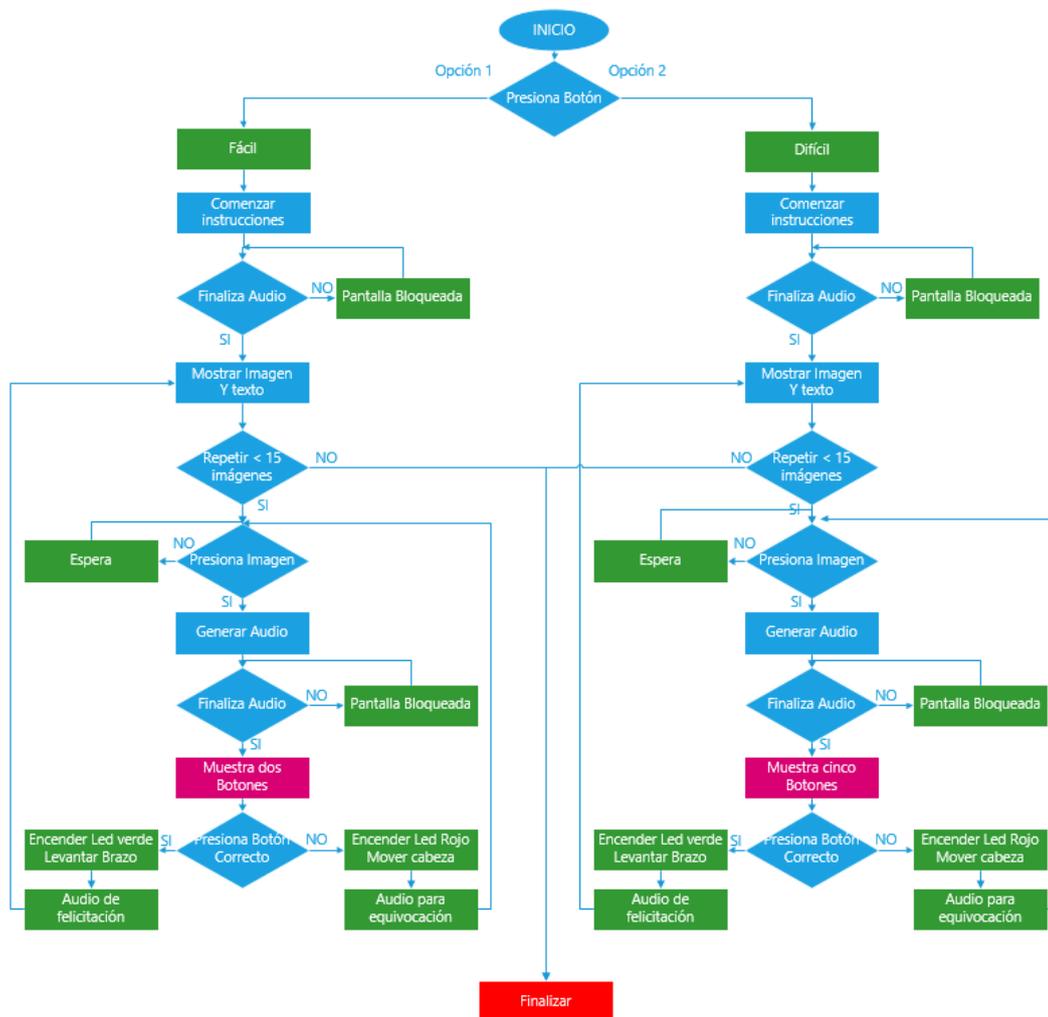
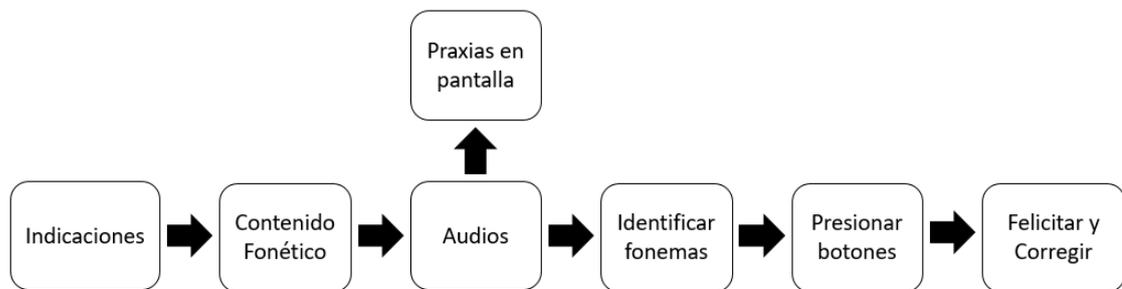


Figura 33. Diagrama de flujo para ejercicios de conciencia silábica.

### 3.8.3.7 Conciencia Fonética

Este módulo tiene como objetivo trabajar con los sonidos de cada letra (fonemas), para esto se plantea un ejercicio en el cual se trabajarán en las dos pantallas del juguete, en la

primera aparecerá el movimiento bucal de la letra generando el sonido correcto, en la segunda su representación y en la parte inferior pictogramas para que asocie el sonido y pueda identificarlo correctamente, el robot corregirá y felicitará dependiendo de las acciones del niño en ejercicio.



*Figura 34.* Diagrama de bloques para módulo de conciencia fonética.

A continuación, en la figura 35 se muestra el diagrama de flujo del programa que tendrá el módulo fonético.

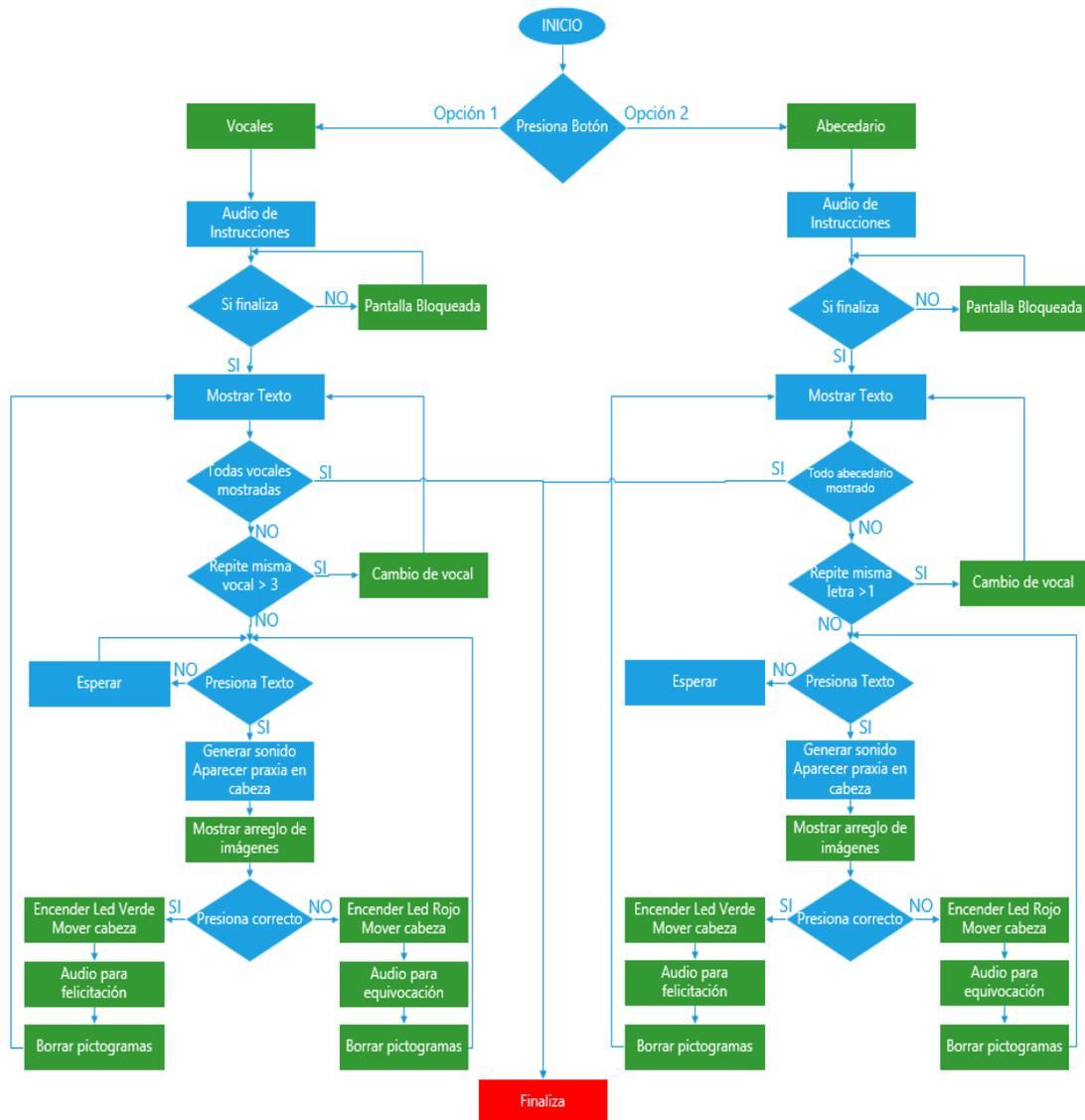


Figura 35. Diagrama de flujo para módulo de conciencia fonética.

### 3.8.4 Diagrama de conexión del sistema.

Todos los componentes que se incluirán en la herramienta educativa deberán estar correctamente conectados, siendo necesario determinar los puertos e interfaces de salida que irán tanto a los periféricos como a los actuadores, a continuación, se presentan dichas conexiones en diagramas.

### 3.8.4.1 Diagrama del subsistema eléctrico.

Para el diseño del subsistema eléctrico se ha determinado las conexiones eléctricas entre los componentes con sus respectivos puertos y los consumos de corriente se encuentran descritos en la tabla 23.

A continuación, en la figura 36 y 37 se presenta el diagrama del subsistema eléctrico y sus conexiones respectivamente.

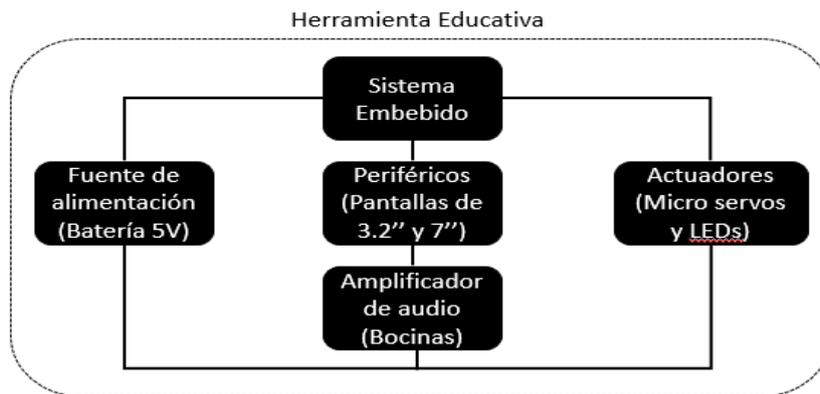


Figura 36. Diagrama de bloques del subsistema eléctrico.

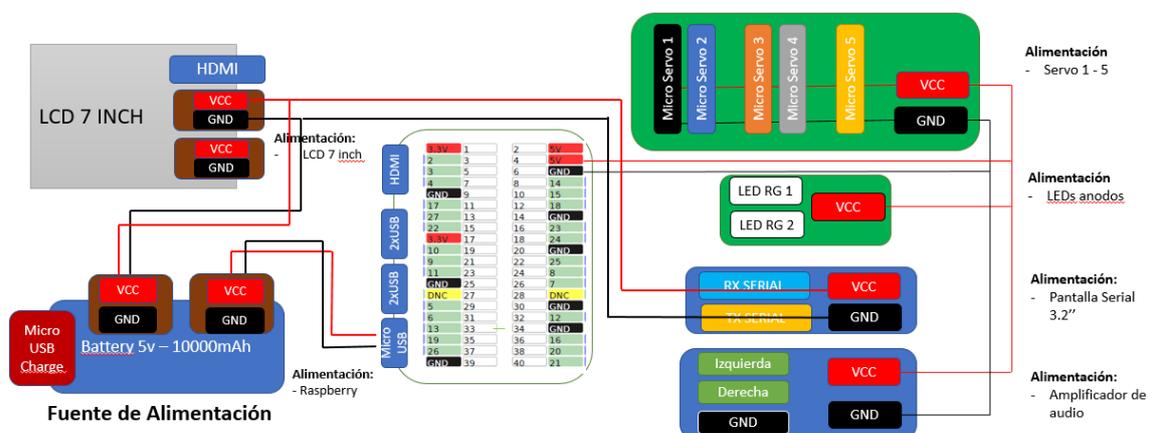


Figura 37. Diagrama de conexiones del subsistema eléctrico.

### 3.8.4.2 Diagrama del subsistema activo.

En este subsistema se han determinado los componentes activos que se incluyen en el juguete con sus respectivas conexiones (mostradas en la figura 38), este análisis permite encontrar los elementos que controlan y generan respuestas en el sistema.

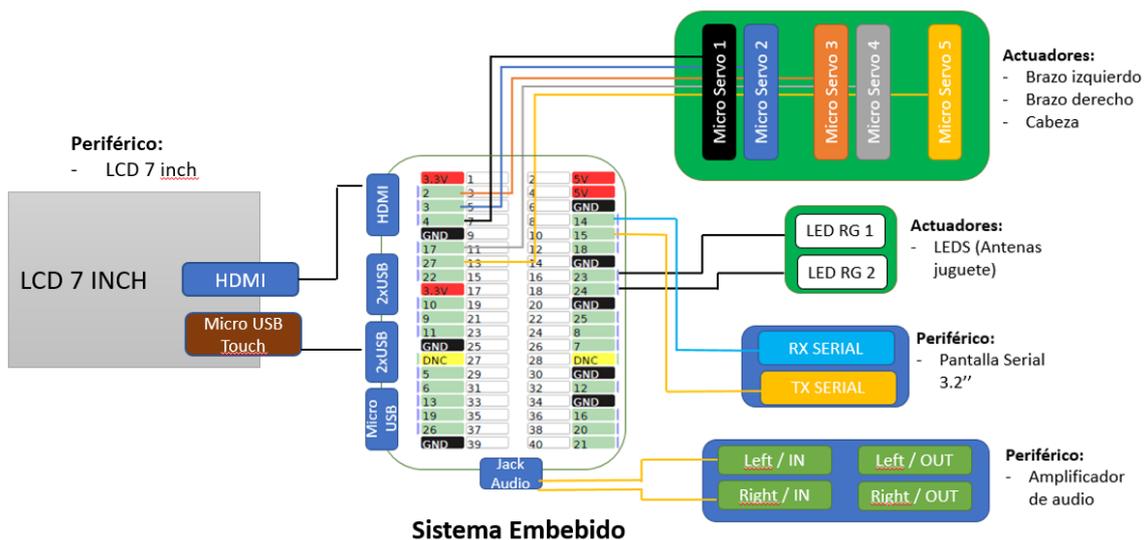


Figura 38. Diagrama de conexiones del subsistema Activo.

### 3.8.4.3 Diagrama del subsistema pasivo.

El análisis de este subsistema sirve para identificar el número de elementos pasivos del sistema, en la figura 39 se muestran estos componentes que incluyen a cables, parlantes y adaptadores.

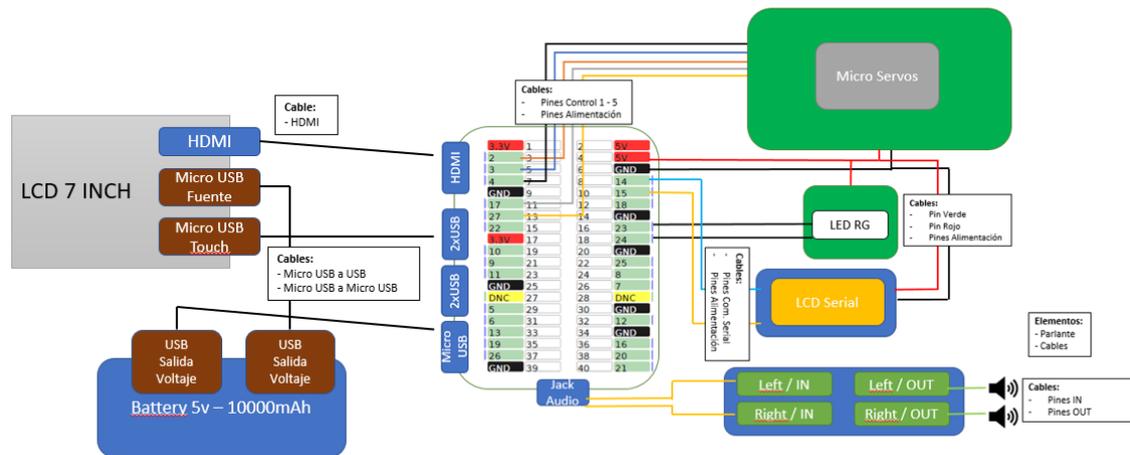


Figura 39. Diagrama de conexiones del subsistema pasivo.

#### 3.8.4.5 Diagrama del subsistema de software.

En este subsistema se ha analizado los módulos de software para que los periféricos puedan integrarse al sistema del juguete, y permitan visualizar el contenido controlado por la aplicación desarrollada. Para la representación del diagrama se ha utilizado el termino de Firmware ya que este es el programa almacenado internamente que determina el funcionamiento del hardware en dispositivos electrónicos. Para poder mostrar el contenido que genera las raspberry pi 3 B en la pantalla LCD de 7 pulgadas, es necesario que la placa electrónica tenga el controlador correcto para que el contenido se ajuste al tamaño de la pantalla y exista comunicación entre estos dispositivos. Para la comunicación de la pantalla NEXTION 3.2'' solo deberá habilitarse la comunicación serial en el Firmware del Raspberry Pi B, ya que todo el contenido gráfico está cargado dentro de la memoria de esta pantalla.

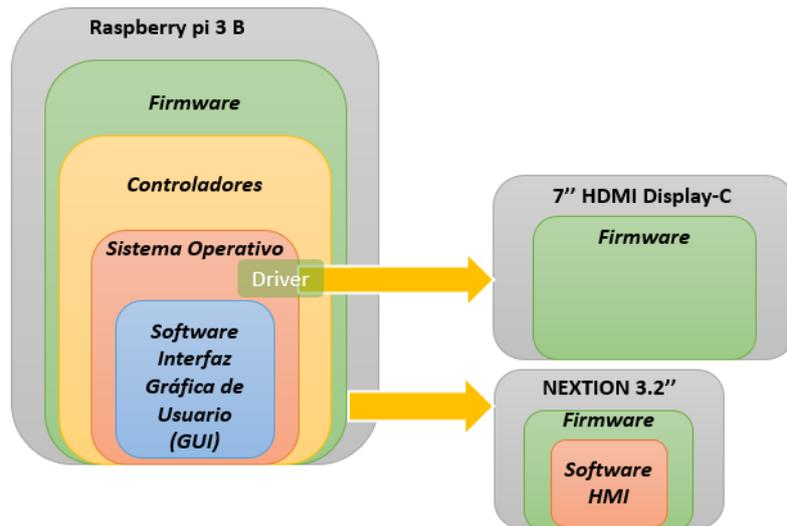


Figura 40. Diagrama del subsistema de Software.

#### 3.8.4.6 Diagrama general de conexión.

Como en todos los modelos de Raspberry Pi se incluyen los puertos GPIO los cuales se utilizarán para el control de actuadores (servomotores y leds), periférico (Pantalla Serial) y pines de alimentación.

A continuación, en la figura 41 se muestra el diagrama de conexiones de todo el sistema donde indican las conexiones de entrada y salida, incluyendo las de alimentación de circuitos.

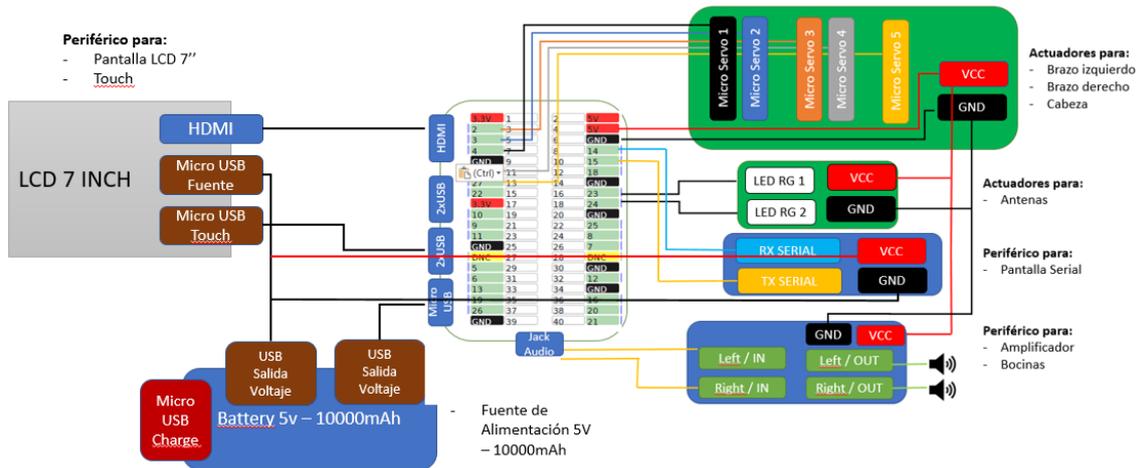


Figura 41. Diagrama General de conexiones del sistema.

### 3.9. Desarrollo del Hardware

En esta sección se procede a preparar los diferentes elementos del hardware que serán parte del juguete, como también adicionar piezas que están contempladas en el diseño de este.

#### 3.9.1 Construcción de PCB.

Para la construcción de la PBC se empleó el método de planchado utilizando el diseño anteriormente propuesto, la placa consta de una serie de puentes que facilitan las conexiones hacia todos los dispositivos que forman parte del sistema del juguete, para una mejor conexión de cables se utilizó borneras las cuales permiten sujetar con firmeza los cables.

A continuación, en la figura 42 se muestra el resultado final de la construcción del PBC.

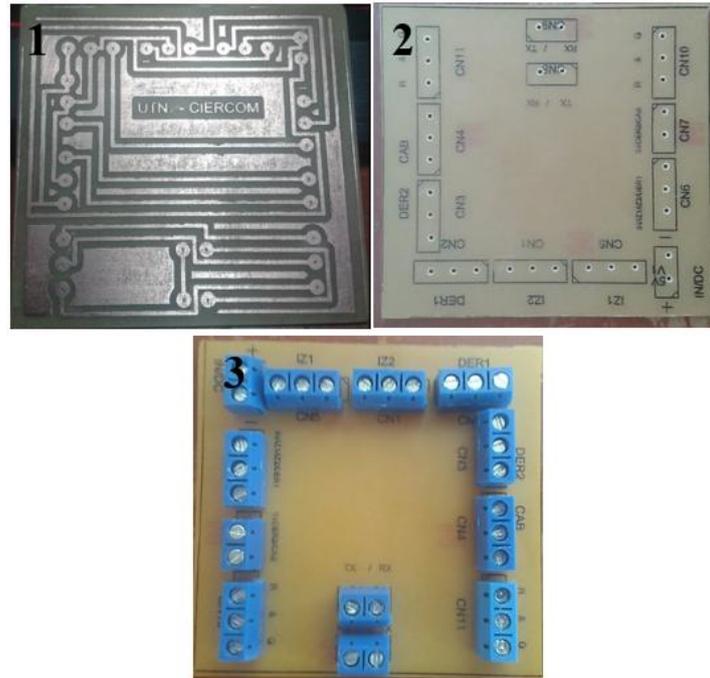


Figura 42. Construcción de circuito PCB.

### 3.9.2 Sistema de Audio.

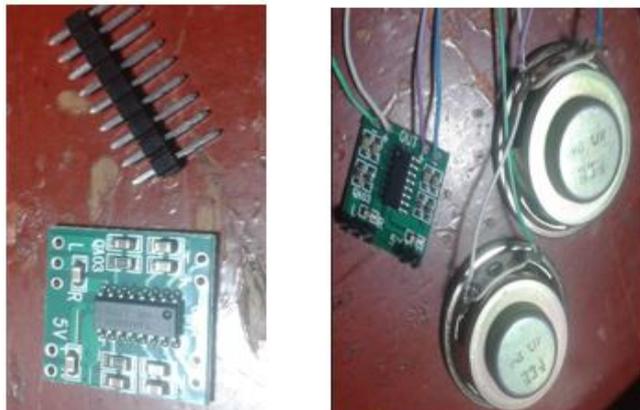
Los altavoces son elementos pasivo-importantes en el juguete ya que proporcionarán la salida de audio, por lo tanto, deberán estar bien soldados y conectados al amplificador.

A continuación, en la figura 43 se muestra la soldadura de los altavoces de 4 ohm.



Figura 43. Soldadura de cables para altavoces.

Para conectar el módulo amplificador de audio es necesario adicionar los pines de conexión para las diferentes salidas que este posee, véase en la figura 44 este proceso.



*Figura 44. Soldadura de pines para amplificador de audio.*

### **3.9.3 Configuración del hardware.**

Se deben realizar algunas configuraciones necesarias del hardware previas a su uso, para que todos los componentes funcionen correctamente.

Como primer paso es necesario la habilitación de interfaces lógicas y físicas del hardware, siendo la más importante el acceso remoto para comenzar las configuraciones desde otro computador. Con la habilitación de esta interfaz lógica se facilita ya las configuraciones de puertos serial y otras configuraciones más.

Como segundo paso será configurar el sistema operativo para que trabaje con la resolución de pantalla adecuada (1024x560), el fabricante de la pantalla recomienda su propia configuración en lo que refiere a parámetros del sistema operativo y como requisito para un buen funcionamiento es necesario la instalación de un controlador de esta pantalla.

Como tercer paso será importante la configuración de librerías y módulos necesarios parte del software del juguete, como son la actualización del paquete de lenguaje de programación, librería para el motor de voz, interfaz gráfica y sonido.

El cuarto paso será ocultar el cursor de la pantalla y otros elementos del entorno gráfico para una mejor experiencia en el juguete. Todas estas configuraciones se encuentran detalladas paso a paso en el ANEXO 08.

### **3.10 Diseño estructural del prototipo.**

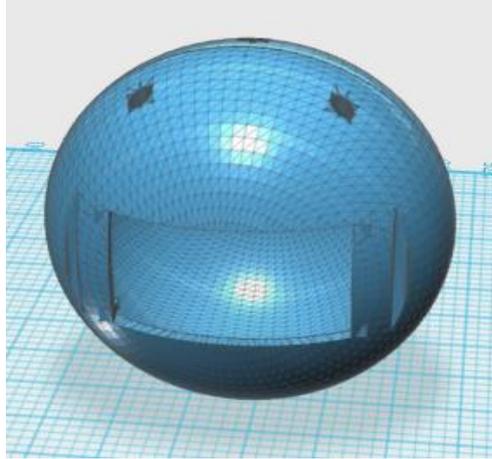
Para el diseño estructural del juguete se ha determinado realizarla un modelado 3D de las piezas e imprimirlas con una impresora icube3D con el material PLA, cumpliendo con las necesidades de trabajo y ambientales para el juguete.

#### **3.10.1 Diseño de piezas en 3D.**

El software que se ha decidido utilizar es Autodesk Desing 123 y Solid Works los cuales permiten el modelado de objetos en 3D con una gran precisión, siendo alternativas muy útiles para elaborar figuras que irán en el juguete y las cuales estarán diseñadas para que se acoplen a los elementos de hardware.

- ***Cabeza***

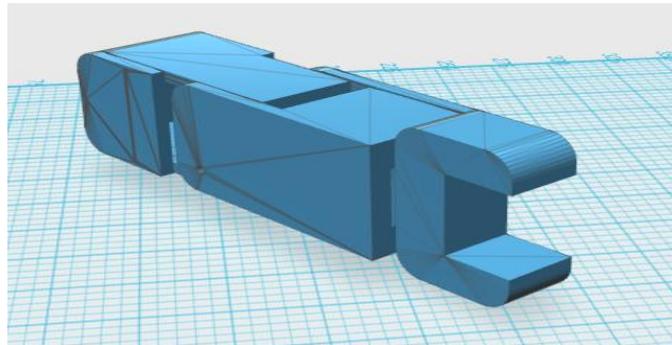
Esta pieza permitirá insertar la pantalla de 3.2'' y un micro servo en su parte inferior (véase en la figura 45), la cual está diseñada en dos piezas para ser unidas y formar la cabeza del robot.



*Figura 45.* Cabeza del juguete.

- ***Brazos***

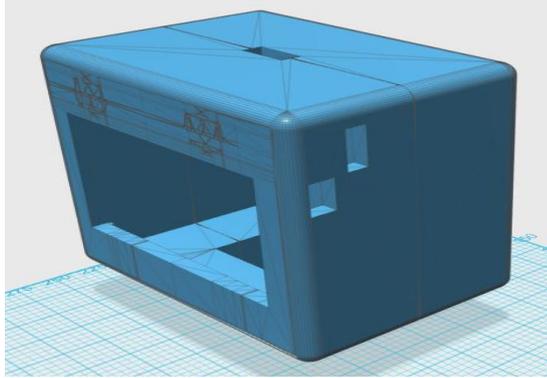
La sección de los brazos está diseñada para contener dos micro servos y permitir el movimiento máximo de  $90^\circ$ , los servos deberán ser colocados con alguna sustancia que permita adicionarla permanente mente. Véase este elemento en la figura 46.



*Figura 46.* Brazo del juguete.

- ***Cuerpo***

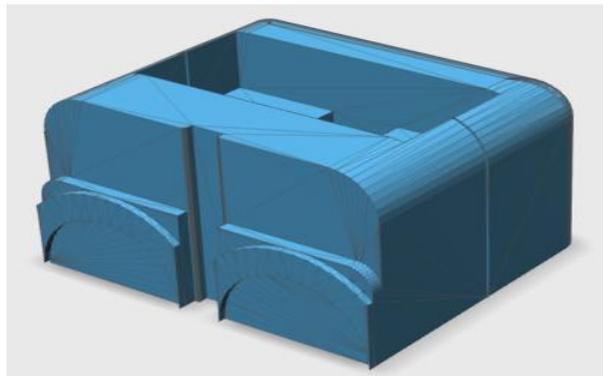
Esta sección está diseñada para contener la mayor parte de los elementos de hardware, por lo cual debe ser lo suficientemente grande para insertar en ella placas, cables y otros elementos pasivos (véase en la figura 47).



*Figura 47.* Cuerpo frontal y trasero del juguete.

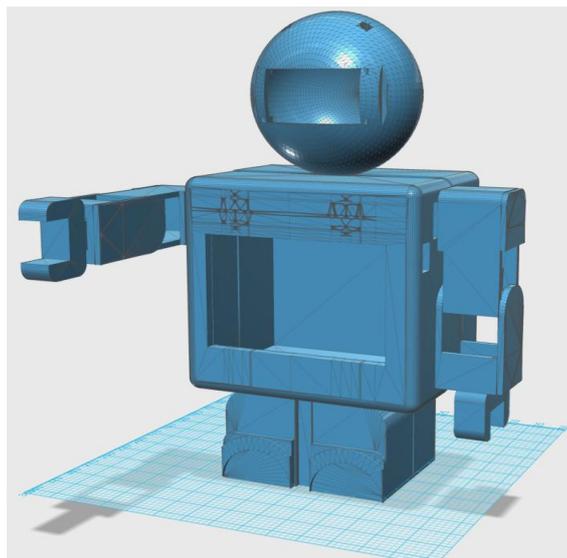
- **Base**

La base servirá para apoyar y sostener todo el peso del juguete (véase en la figura 48), también deberá ser resistente y contener orificios para la colocación de switches, conector de carga, micro servos y para la pantalla de 7”.



*Figura 48.* Base para el apoyo del juguete.

Una vez que se terminó el diseño de las partes del juguete en 3D, se procede a ensamblar pieza por pieza dando como resultado la figura 49, una parte importante del ensamblado es también simular el movimiento de las piezas para que no exista roces entre estas.



*Figura 49.* Ensamble de Piezas en 3D.

### **3.10.2 Ensamblaje de piezas impresas y componentes.**

Después de haber concluido con la etapa de diseño de las piezas en 3D, se procedió a imprimir cada pieza, lo cual permitió ir realizando pequeños cambios para la adecuación de los respectivos componentes que van dentro de ellas.

#### ***3.10.2.1 Ensamblaje de cabeza.***

Para las piezas de la cabeza se tuvo que hacer pequeños cambios en la parte donde van los tornillos (siendo un total de 3), debido a que no se tuvo consideración en el tamaño de la cabeza del tornillo se tuvo que expandir el orificio por donde entra el tornillo (véase en la figura 50 el modelo final).



*Figura 50.* Piezas de cabeza impresa ensambladas.

### ***3.10.2.2 Ensamblaje de base.***

Las piezas de la base también se presentó inconvenientes en los agujeros y extensiones que unen la pieza completa, ya que hubo desfases y errores de la impresora respecto al diámetro en los agujeros, estos se tuvieron que lijar y perforar para que se pueda juntar la pieza de manera correcta. En la figura 51 se muestra ya la pieza de la base ya ensamblada.



*Figura 51.* Piezas de base impresas ensambladas.

### ***3.10.2.3 Ensamblaje de cuerpo.***

Las piezas del cuerpo de igual manera fueron modificadas debido al exceso de material que se acumuló en el diámetro de las extensiones que se fijan con la parte inferior, se tuvo que lijar y realizar perforaciones en dos huecos que pasaron desapercibidos en el diseño de esta pieza. Como resultado después de haber hecho las modificaciones el ensamblado se muestra en la figura 52.



*Figura 52.* Piezas de cuerpo ensambladas.

### ***3.10.2.4 Ensamblaje de brazos.***

Para el ensamble de cada brazo fue necesario realizar pruebas de movimiento en ángulos de 45° y 90°, posterior a esto se tuvo que lijar los excesos de material para que cada brazo pueda moverse con facilidad y no exista ningún rozamiento con las demás piezas.

A continuación, en la figura 53 se muestran los brazos ensamblados junto al cuerpo, como también las demás piezas que componen el juguete.



*Figura 53.* Ensamble de todas las piezas impresas en 3D.

### **3.11. Desarrollo del Software**

En esta sección se describe el proceso elaboración del material multimedia, programación para el control de actuadores y periféricos y diseño de una interfaz gráfica.

#### **3.11.1 Desarrollo Multimedia.**

El desarrollo del contenido multimedia es muy importante para el software del juguete ya que este servirá para el aprendizaje del niño, dicho material debe ser concreto para lo que se requiere enseñar por lo cual solamente se elaborará material relacionado a la lectoescritura. Parte del material que se usará en la herramienta será del portal ARASAAC donde su contenido esté ligado a una licencia Creative Commons (CC), siendo de uso no comercial pero gratuito, respetando los derechos de autor.

### 3.11.1.1 Diseño de imágenes para praxias.

Como referencia se pudo obtener ejemplos de las praxias de las letras del abecedario (véase en la figura 54) y por lo cual se determinó incluir este material en la cara del juguete, debido al tamaño de la imagen se vio necesario rediseñar estos modelos con el software linkscape.

Alfabeto			
A a	H h	Ñ ñ	U u
B b	I i	O o	V v
C c	J j	P p	W w
D d	K k	Q q	X x
E e	L l	R r	Y y
F f	M m	S s	Z z
G g	N n	T t	

Figura 54. Praxias del alfabeto español.

Fuente: (Morales, n.d.)

Los resultados obtenidos después de rediseñar las imágenes se muestran en la figura 55, donde se puede apreciar que ya no existe pixelado en las imágenes.



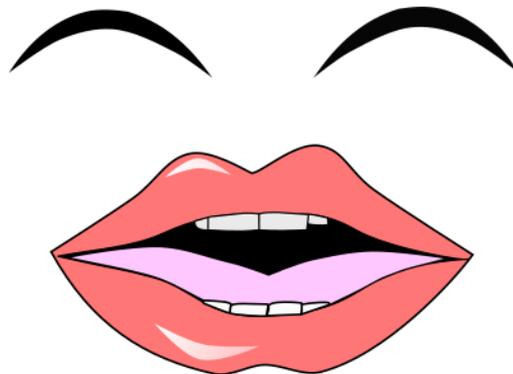
Figura 55. Rediseño de praxias lingüísticas.

Un aspecto importante son los ojos del juguete los cuales deben ser llamativos para el niño y que no les genere ninguna impresión o puedan tener alguna reacción inesperada al movimiento de estos, en la figura 56 se muestra el diseño de los ojos que se mostraran en las pantallas de 3.2''.



*Figura 56.* Cara del juguete mostrada en pantalla 3.2''.

Para generar el movimiento de la boca se diseñó un rostro donde los ojos son disminuidos, dando la impresión de estas cerrados mientras se pronuncian los fonemas, esto se lo realizo con la intención de resaltar la boca del juguete (véase la figura 57) que es un elemento importante para la metodología de lectoescritura.



*Figura 57.* Cara del juguete pronunciando la letra e.

### 3.11.1.2 Contenido de lectoescritura.

El portal ARASAAC se proporciona material didáctico para el área de lectoescritura, diseñado especialmente para niños con NEE (véase en la figura 58), también hay guías sobre la metodología que se debe trabajar con dicho material.

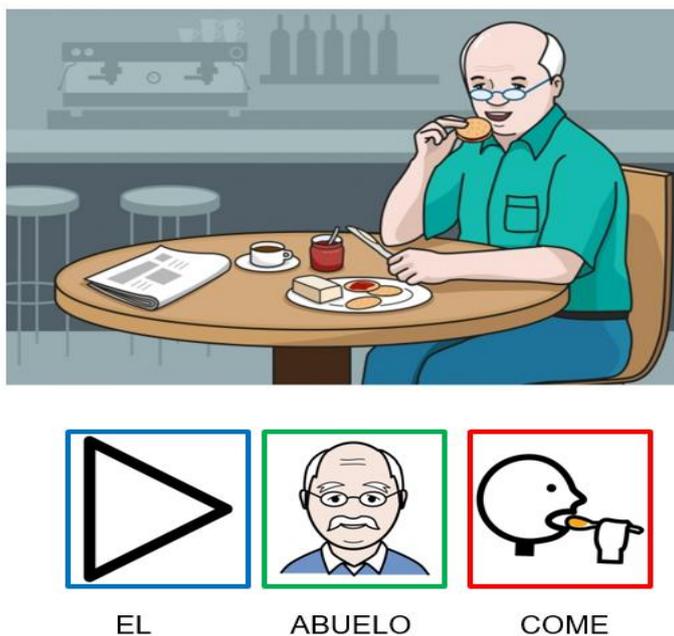


Figura 58. Material didáctico para lectoescritura portal ARASAAC.

### 3.11.1.3 Contenido de Audio.

Uno de los aspectos más importantes será el audio del juego, donde se incluyen melodías, sonidos de cada vocal y consonantes, aplausos y otros tipos de sonidos que están destinados a que estimulen los sentidos del niño.

Para el sonido de fondo se utilizó pistas no licenciadas y de acceso gratuito del sitio web llamado “motionelements”, siendo un total de 4 pistas obtenidas, las cuales pueden ser revisadas en la siguiente referencia (MotionElements, 2019).

Para el sonido de los fonemas se utilizó el software Audacity donde se grabaron sonidos de cada consonante, (véase en la figura 59 la muestra en forma de onda de todos los sonidos).

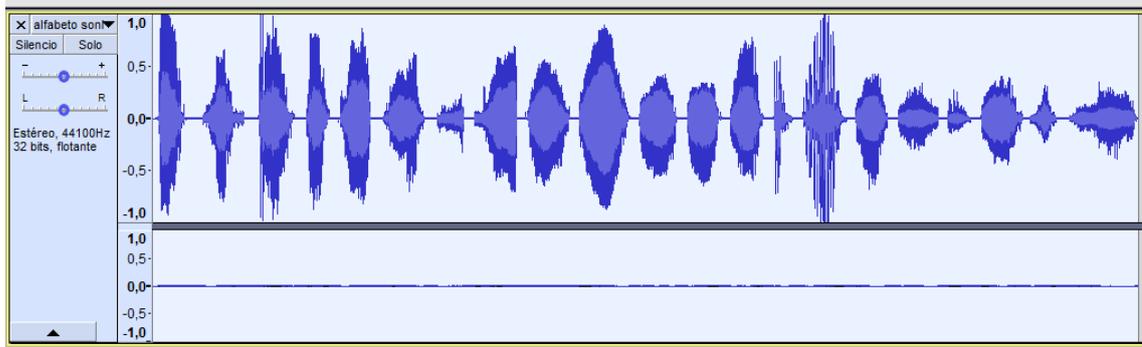


Figura 59. Sonidos de consonantes y vocales grabados con Audacity.

Se determinó que eran necesarios 21 sonidos para reproducir todo el alfabeto español, ya que algunas letras poseen la misma articulación de voz.

### 3.11.2 Control de actuadores.

Para el control de actuadores como servos y leds se utilizó la librería “*RPi.GPIO*” la cual permite controlar los pines de la placa electrónica, para el caso de los micro servos se maneja métodos para declarar la frecuencia y el periodo de trabajo para moverlos en el ángulo que se desea y para los Leds solo activar salidas digitales en los pines. En las pruebas que se hicieron de los componentes se pudo evidenciar que era necesario pequeños tiempos de espera para la ejecución de cada uno, ya que al enviar las instrucciones inmediatamente sin retardo los componentes no funcionan correctamente, para esto se manejó la librería “*time*” que permite parar por segundos el tiempo de ejecución. En la figura 60 se muestran los métodos que se utilizan para controlar los servomotores y leds.

```

27     #Led de color verde
28     def ledscurr(): ...
37
38     def apagar(): ...
41
42     #Led de color rojo
43     def ledsincor(): ...
53
54     #Led de color naranja
55     def ledsallon(): ...
63
64     #brazo izquierdo ok
65     def moviz(): ...
80
81     #Blevantar brazos al azar
82     def azar(): ...
104
105     #Mover cabeza
106     def movcabe(): ...
117
118     #Mover brazo derecho
119     def movder(): ...
134

```

Figura 60. Métodos para control de actuadores en el juguete.

Para acceder al código en cada método revisar el anexo 09 donde se detalla cada línea del código secuencialmente.

En cada método es importante declarar el modo con que se trabajara en los pines, ya que esto permite utilizar las numeraciones asignadas física o lógicamente que son representadas en las diferentes configuraciones de los pines GPIO, al declarar el método BOARD se decide trabajar con la numeración física de los pines y se trabaja con los pines ya definidos en los diagramas de conexión (véase el diagrama de conexión general figura 46).

### 3.11.3 Comunicación serial.

La comunicación serial se utilizará para la primera pantalla, para lo cual es necesario importar la librería serial de Python que activa el dispositivo UART (Transmisor-

Receptor Asíncrono Universal) para el manejo de los pines de RX y TX, en la figura 61 se muestra la librería necesaria para configurar este dispositivo en el raspberry.

```

6  from google_speech import Speech
7  from tkinter import *
8  import time
9  from serial import Serial
10 import serial
11 import RPi.GPIO as GPIO
12 import random
13 from pygame import mixer
..

```

Figura 61. Método para cambio de imagen en pantalla 3.2".

Después de haber declarado el módulo es necesario escoger el dispositivo serial del raspberry que se utilizará, “/dev/ttyS0” hace referencia a los pines GPIO de RX y TX para la comunicación serial (en el modelo Raspberry pi 3 B), posterior a esto es importante colocar la velocidad en 9600 baudios y un tiempo de espera de 1 milisegundo.

```

ser = serial.Serial('/dev/ttyS0', 9600, timeout=1) #Configuración serial
print(ser.name)

```

Figura 62. Configuración para comunicación serial de raspberry pi.

Como ya se ha mencionado en el apartado de desarrollo multimedia se ha elaborado imágenes para la pantalla, las cuales han sido cargadas al programa de la pantalla Nextion y a las cuales se puede acceder mediante el envío serial del numero de la imagen, en total han sido diseñadas 22 imágenes para el abecedario y 5 para los gestos del juguete.

A continuación, en la figura 63 se muestra el contenido que se envía por los puertos serial del raspberry para el cambio de imagen en la pantalla Nextion.

```
ojoc=b"p1.pic=0\xff\xff\xff"
a=b"p0.pic=1\xff\xff\xff"
b=b"p0.pic=2\xff\xff\xff"
c=b"p0.pic=3\xff\xff\xff"
```

Figura 63. Cadenas de bytes para envío serial a pantalla Nextion.

Como principal requisito es necesario adicionar a cada cadena serial 3 bytes escritos en forma hexadecimal, ya que esto sirve para que la pantalla serial identifique el final de la cadena que se envía y así pueda interpretarla (en este caso proceder al cambio de imagen). La variable “pal” servirá para representar la palabra, sílaba o letra que se quiere que el robot muestre, para ello es necesario separar el texto que se desea observar mediante y se vaya imprimiendo una a una las imágenes correspondientes a cada letra de la palabra (observe en la figura 64 este proceso)

```
for let in pal:
    print(let)
    #voice(let)
    if let=="a":
        ser.write(a)
        #print(a)
        time.sleep(0.2)
    if let=="b":
        ser.write(b)
        time.sleep(0.2)
    if let=="c":
        ser.write(c)
        time.sleep(0.2)
```

Figura 64. Separación de caracteres para envío serial.

#### 3.11.4 Configuración de gestor de texto hablado.

Como se puede observar en la figura 65 el parámetro que deberá recibir el método de “voice(i)” será una cadena de texto, la cual se la asocia con el método de la librería google\_speech donde se le indica el texto a pronunciar y el lenguaje que se desea, en la variable sox\_effects se declaran parámetros relacionados con la modificación del audio

ya sea velocidad, ganancia, efectos de sonido (altos y bajos), finalmente el método “play()” genera la salida de audio con los efectos antes configurados.

```

137     #Configuracion de voz
138     def voice(i):
139         speech = Speech(i, "es")
140         sox_effects = ("overdrive", "8", "echo", "0.8", "0.88", "30", "0.4", "echo", "0.8", "0.7", \
141         "6", "0.7", "echo", "0.8", "0.7", "10", "0.7", "gain", "4")
142         speech.play(sox_effects)
143     ...

```

Figura 65. Método para pronunciar texto.

Esta librería tiene una limitación la cual es la necesidad de una conexión a internet para almacenar las frases o textos escritos que se le piden pronunciar, esto solo es necesario la primera vez que ejecuta la voz en el texto. Las siguientes veces que vaya a reproducir un texto almacenado ya no necesitará una conexión a internet.

### 3.11.5 Configuración de pistas de fondo.

Como ya se explicó anteriormente las pistas de fondo para cada juego fueron obtenidas de un sitio web totalmente gratuitas, aquí se emplea la librería pygame haciendo uso de una de sus clases que es “mixer” con la cual se puede colocar sonidos como objetos y reproducirlos, como se puede observar en la figura 66 se muestran los métodos que reproducirán pistas diferentes en cada juego incluyendo en el menú. El método “load()” permite cargar la pista, mientras que “set\_volume()” configura la salida de potencia del audio y finalmente el método “play()” reproduce la pista con los ajustes hechos anteriormente, la variable -1 sirve para indicar al método que reproduzca indefinidamente la pista.

```

1115     #Metodo para reproducir varias veces la pista para menu
1116     def play():
1117         mixer.music.load("melody5.wav")
1118         mixer.music.set_volume(0.2)
1119         mixer.music.play(-1)
1120     #Metodo para reproducir varias veces la pista para juego lexico
1121     def playm2():
1122         mixer.music.load("melody2.wav")
1123         mixer.music.set_volume(0.1)
1124         mixer.music.play(-1)
1125     #Metodo para reproducir varias veces la pista para juego silabico
1126     def playm3():
1127         mixer.music.load("melody3.wav")
1128         mixer.music.set_volume(0.2)
1129         mixer.music.play(-1)
1130     #Metodo para reproducir varias veces la pista para juego fonetico
1131     def playm4():
1132         mixer.music.load("melody4.wav")
1133         mixer.music.set_volume(0.1)
1134         mixer.music.play(-1)

```

Figura 66. Métodos para reproducción de pistas de sonido como fondo.

### 3.11.6 Desarrollo de interfaz gráfica.

La interfaz gráfica del software es un requisito indispensable para mostrar todo el contenido interactivo que el niño usará, Python posee algunas bibliotecas para crear GUI (Interfaz gráfica de Usuario), la que se ha decidido trabajar es *tkinter* y como complemento la librería *google\_speech* para la reproducción de audios mediante cadenas de texto que serán almacenadas en variables dependiendo de pictogramas e imágenes.

```

from tkinter import * #importación de librería para la GUI
import time #importación de librería para realizar retardos por tiempo
from serial import Serial
import serial #importación de librería para la comunicación serial
import RPi.GPIO as GPIO #importación de librería para control de puertos GPIO
import random #librería para realizar operaciones aleatorias.
from pygame import mixer #librería para juegos y complemento para sonido

```

Figura 67. Importación de librerías para interfaz gráfica y sonido.

Luego de haber importado las librerías a utilizar, es necesario explicar la estructura que tendrá el programa, como primer paso declarar el método donde se escribirá todo el código del juego, posteriormente indicar desde donde comenzará a ejecutarse el programa principal (con la función “if `__name__ == '__main__':`”) e indicar sus variables y métodos a ejecutarse. Esta estructura permite tener un mayor control sobre el programa del juego, como es el caso de reiniciarlo, pausarlo, etc. También otra ventaja al trabajar de esta manera es que puede ser importado a otros programas Python que necesiten manejar métodos, clases, sonidos, imágenes del programa importado y no solamente ejecutar todo un script.

```
#Mientras este metodo no este dentro de la condici'on __name__ == '__main__' no va ejecutar
def start_gui() #Programa del juego contiene metodos, images, sonido, etc.

#__name__ == '__main__' est funci'on es parte del lenguaje python sirve para indicar el programa principal
#aqui es donde ejecuta todo programa
if __name__ == '__main__':
    #Metodo para reiniciar el programa
    def refresh():
        start_gui() #aqui le digo que corra de nuevo el metodo

    #Variables para validar diferentes juegos
    # Ejemplo: niv=[];pos=0;conti=0;

    #programa del juguete
    start_gui() #al estar dentro de la funcion __name__ == '__main__' ya ejecuta este metodo
```

Figura 68. Estructura del programa GUI para Python.

### 3.11.6.1 Construcción de interfaz y frames.

Para el contenido de la interfaz gráfica es necesario la creación de diversas ventanas dentro una principal, para lo cual se ha utilizado Frames para cada módulo del software, esto permitirá insertar botones, imágenes y sonidos de una manera más organizada en cada juego (cada juego tiene su propia ventana).

```

272 # -----GUI-----
273 root=Tk()
274 mixer.init()
275 #el tamaño se ajusta a las resolución de pantalla predeterminada
276 root.geometry("%dx%d+0+0" % (root.winfo_screenwidth(),root.winfo_screenheight()))
277 root.attributes("-fullscreen", True) #activa la función de fullscreen(pantalla completa)
278 root.resizable(False,False)
279 root.config(bg='snow')#da un color blanco de fondo
280 #Lista de Frames
281 menu=Frame(root, width=1024, height=565) #declaración de frame con dimensiones de tamaño y color
282 lex=Frame(root, width=1024, height=565, bg='snow')#declaración de frame con dimensiones de tamaño y color
283 sil=Frame(root, width=1024, height=565, bg='snow')#declaración de frame con dimensiones de tamaño y color
284 fon=Frame(root, width=1024, height=565, bg='snow')#declaración de frame con dimensiones de tamaño y color
285 saludoini=Frame(root, width=1024, height=565, bg='snow')

```

Figura 69. Frames para ventanas del software.

### 3.11.6.2 Programación para módulos de software.

A continuación, se hace una breve descripción del código de programación utilizado para las actividades requeridas por cada módulo del software que fue definido en apartados anteriores.

#### Ventana de Saludo

Como primera actividad es que el juguete se presente ante el niño y lo invite a jugar con él, para ello se empleó un Frame asignado el nombre de “saludoini” (véase en la figura 70) donde se muestran los botones y las salidas de audio necesarias para que el juguete de la impresión de que habla con el niño.

```

1136 # ////////////////////////////////////////INICIO//////////////////////////////////////
1137 def start():
1138     #Valida La respuesta para pasar al menu de juegos
1139     def aceptar(): ***
1144     #Valida La respuesta para cuando el niño no desee jugar
1145     def noaceptar(): ***
1150     #Valida La respuesta para preguntar nuevamente y poder acceder al menu
1151     def otrave(): ***
1160
1161
1162     moviz() #Movimiento del brazo izquierdo
1163     movder() #Movimiento del brazo derecho
1164     ledsallon() #Encendido de Leds para color naranja
1165
1166     saludoini.pack() #Empaquetamiento de frame para mostrar sus botones y variables
1167     #Declaraci'on de Botones
1168     si=Button(saludoini, image=salsi, command=aceptar,borderwidth=4, relief=SOLID)
1169     si.place(x=65,y=60)#Posici'on para colocar boton
1170     nop=Button(saludoini, image=salno, command=noaceptar,borderwidth=4, relief=SOLID)
1171     nop.place(x=550,y=60)#Posicion para colocar boton
1172     pregun=Button(saludoini, image=salpreg, command=otrave, borderwidth=4, relief=SOLID)
1173
1174     voice("Hola yo soy Avi") #Texto para hablar
1175     time.sleep(0.5)#Pausas de tiempo
1176     voice("¿Quieres jugar conmigo?") #Texto para hablar
1177     time.sleep(0.5)#Pausas de tiempo
1178     voice("Dime tu respuesta tocando la pantalla") #Texto para hablar

```

Figura 70. Programación para la Ventana de Saludo.

En la figura 71 se puede apreciar la ventana para el saludo del juguete, donde aparecen los botones anteriormente declarados.

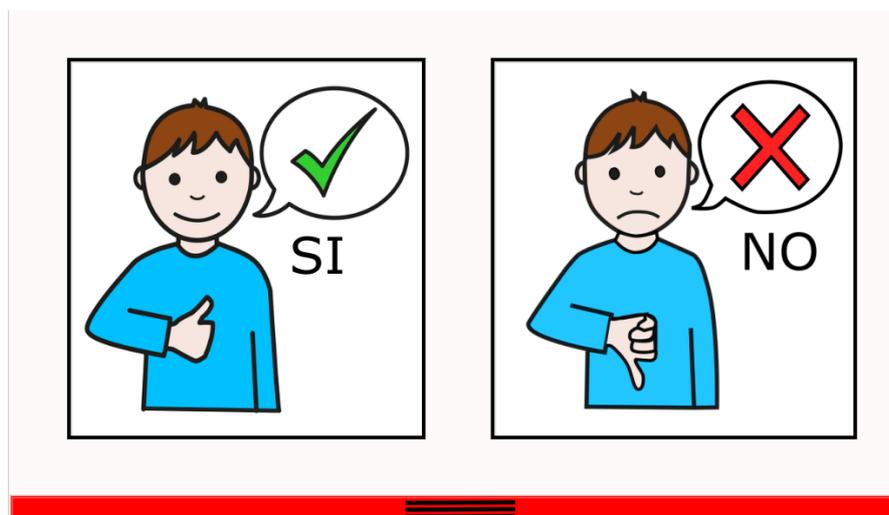


Figura 71. Ventana para saludo y opción de juego.

## Ventana de Menú

Para poder ingresar a los módulos del software, se lo hará mediante botones de un menú que accederán directamente a los ejercicios planteados en la etapa de diseño, para esto es necesario manejar un Frame que contendrá a los botones de la interfaz gráfica.

```

1180 # //////////////////////////////////////MENU////////////////////////////////////
1181 def men():
1182     ser.write(0"p2.pic=28\xff\xff\xff")
1183     print("se abrio menu")
1184     #metodo para acceder a La ventana del juego Lexico
1185     def pressBlex():
1186         #metodo para acceder a La ventana del juego silabico
1187         def pressSila():
1188             #metodo para acceder a La ventana del juego Fonetico
1189             def pressFone():
1190                 #metodo para limpiar el menu Luego de seleccionar cualquier juego
1191                 def limpiarmenu():
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212 #Empaquetar Frame de menu para mostrar su contenido
1213 menu.pack()
1214 #Botones y Labels para el menu
1215 fondomenu=Label(menu, image=fondos[0])
1216 fondomenu.place(x=0,y=0)
1217 btnLex=Button(menu, text="Léxico", font=("Comic Sans MS", 30), command=pressBlex, bg='green2', width=9, height=2, borderwidth=4, relief=SOLID)
1218 btnSila=Button(menu, text="Silábico", font=("Comic Sans MS", 30), command=pressSila, bg='cyan2', width=9, height=2, borderwidth=4, relief=SOLID)
1219 btnFon=Button(menu, text="Fonético", font=("Comic Sans MS", 30), command=pressFone, bg='firebrick1', width=9, height=2, borderwidth=4, relief=SOLID)
1220 btnAg=Button(menu, text="Saludo", font=("Comic Sans MS", 30), command=refresh, width=9, bg="yellow", height=2, borderwidth=4, relief=SOLID)
1221 #Asignación de posiciones a Los botones de La ventana Menu
1222 btnLex.place(x=500,y=50)
1223 btnSila.place(x=500,y=170)
1224 btnFon.place(x=500,y=290)
1225 btnAg.place(x=500,y=410)
1226 time.sleep(0.1)
1227 voice("Elige la opción que desees jugar") #Dialogo al ingresar al menu
1228 play() #Melodia a reproducirse cuando ingrese al menu

```

Figura 72. Método para botones de menú.

Como se puede observar en la figura 72 primero se definen los métodos que serán parte de los botones del menú, se coloca una imagen de fondo en el frame “menú” y se le asigna las posiciones de todos los objetos, finalmente se llama al método que servirá para reproducir una única pista en el menú. En la figura 73 se muestra la venta del menú ya con todos sus objetos.

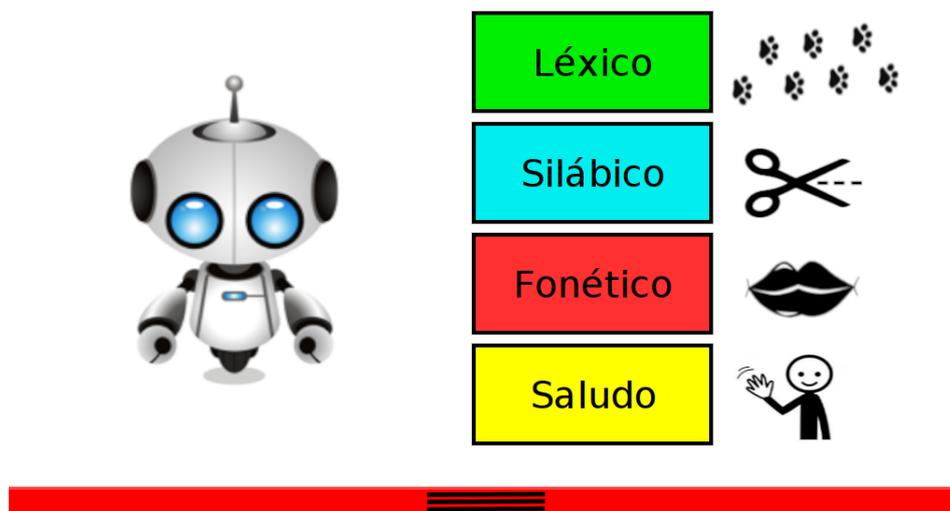


Figura 73. Venta de menú con objetos.

### 3.11.6.3 Módulo de Conciencia Léxica.

Este módulo integra diversas actividades relacionadas al desarrollo de la conciencia léxica ya descritas en el diseño del software, a continuación, se describe parte del código escrito y las funcionalidades que se le dan al software y hardware.

Primeramente, es importante declarar variables necesarias para validar y mostrar el contenido del juego léxico, entre estas incluyen imágenes de pictogramas, de fondo, variables de control y globales, véase estas variables en la figura 74.

```

#Variables para imagenes pictogramas de lexico
pic=[PhotoImage(file="1.png"), PhotoImage(file="2.png"), PhotoImage(file="3.png"), PhotoImage(file="4.png"), \
PhotoImage(file="5.png"), PhotoImage(file="6.png"), PhotoImage(file="7.png"), PhotoImage(file="8.png"), \
PhotoImage(file="9.png"), PhotoImage(file="10.png"), PhotoImage(file="11.png"), PhotoImage(file="12.png"), \
#Variables para validar niveles de lexico variables para botones
x=0; y=0; z=0; w=0;
fondos=[PhotoImage(file="fondomenu.png")]
niv=[]
pos=0
conti=0
iden=Button(lex)
#Variables para validar niveles de fon'etico para botones
ini=0
alm=""
contfan=0
#variables para metodo de random lexico
cont=0; ins=[]; v=0; fas=[]; fascont=0; fase1=[16,6,1,23,19]; fase2=[22,24,8,13,14]; fase3=[18,25,12,10,11];
fase4=[20,9,5,4,0]; randimg=0
#variables para metodo random sila Juego I
fascsil1=[]; lvl1sil1=[14,68,27,61,51,31,56,1,7,12,13,19,30,35]; lvl1sil2=[38,39,43,48,52,53,54,2,3,5,6,9,10,16]
contsil=0; fasccontsil=0;
ale=2134
#Variables para validar instrucciones de lexico
ins1=0
ins2=0
inic=[]
contpress=0

```

Figura 74. Declaración de variables necesarias para el módulo de léxico.

Antes de comenzar la función de todo el módulo léxico, se define un método para que se pronuncien los pictogramas que irán en el juego léxico, manejando como referencia las imágenes que se le asignaran a los botones a lo largo del juego, el parámetro “iden” recibe como dato a un objeto tipo botón, donde posteriormente se le pregunta el ID de la imagen que tiene el botón y se la comprara con el ID que se le asigna a la variable “pic” que contiene todas estas imágenes, finalmente se llama al método “voice()” para que pronuncia correctamente cada pictograma.

```

395     #metodo para pronunciar pictogramas lexico
396     def voicepicto(iden):
397         if iden['image']== str(pic[0]):
398             voice("abuela")
399         if iden['image']== str(pic[1]):
400             pal="abuelo"
401             voice(pal)
402         if iden['image']== str(pic[2]):
403             pal="abuelos"
404             voice(pal)
405         if iden['image']== str(pic[3]):
406             pal="arbol"

```

Figura 75. Método para pronunciar pictogramas de léxico.

Para identificar las secuencias de los botones de cada nivel, entonces se declaran variables dentro del método léxico, en este caso 20 niveles para que el niño pueda contar palabras.

```

# ////////////////////////////////////// BOTON LEXICO //////////////////////////////////////
def lexico():
    global replex # variable para validar la primera vez que se entra al juego
    #Contar imagenes de lexico
    dosp1=[1,2];dosp2=[2,1];dosp3=[1,2];dosp4=[2,1];dosp5=[2,1]
    tres1=[1,2,3];tres2=[3,2,1];tres3=[2,1,3];tres4=[1,3,2];tres5=[1,2,3]
    cuatro1=[1,2,3,4];cuatro2=[1,2,3,4];cuatro3=[1,2,3,4];cuatro4=[1,2,3,4];cuatro5=[1,2,3,4]
    cinco1=[1,2,3,4,5];cinco2=[1,2,3,4,5];cinco3=[1,2,3,4,5];cinco4=[1,2,3,4,5];cinco5=[1,2,3,4,5]
    #validar pase de nivel
    def rand(): ...
    def vaLevel(): ...
    def pressB1(): ...
    def pressB2(): ...
    def pressB3(): ...
    def pressB4(): ...
    def pressB5(): ...
    def posBtnlex(): #Metodo para cuando se presiones la imagen grande ...
    def limpiar(): ...
    btning=Button(lex, command=posBtnlex)
    btn1=Button(lex, width=230, command=pressB1)
    btn2=Button(lex, width=230, command=pressB2)
    btn3=Button(lex, width=230, command=pressB3)
    btn4=Button(lex, width=230, command=pressB4)
    btn5=Button(lex, width=230, command=pressB5)
    lab1=Label(lex, width=1)
    lab2=Label(lex, width=1)
    lex.pack()
    print("valores de pic: " + str(pic[:]))
    replex=1

```

Figura 76. Método para juego de léxico.

Como se puede observar en la figura 76, primero se definen las variables necesarias para controlar los niveles del juego, luego existe un método llamado rand() que se encarga de llamar a las imágenes de fondo de cada nivel de una manera aleatoria, en el método vaLevel() se valida el pase de niveles y la secuencia de botones que debe ser presionado en cada uno, los métodos “pressB1, B2, B3, B5 y B5” son utilizados para enviar una secuencia de números al método vaLevel(), después se usa un método que limpia de la pantalla todos los botones menos el de fondo y finalmente se declaran todos los widgets (botones, labels, Frames, etc.) que serán parte de la venta de este juego y se los empaqueta para que puedan mostrarse en el Frame “lex”. En la figura 77 se puede apreciar a ventana del Frame lex ya con los objetos declarados anteriormente.

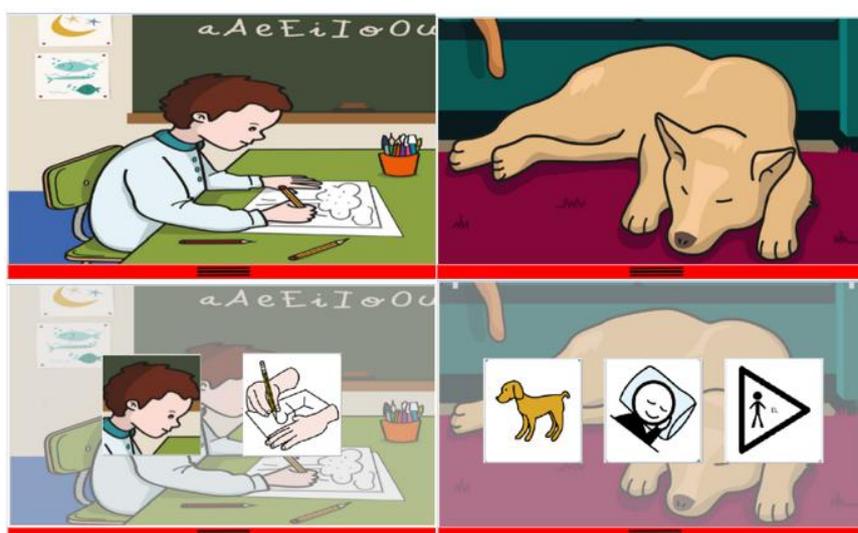


Figura 77. Ventana de juego léxico para dos y tres palabras.

#### **3.11.6.4 Módulo de Conciencia Silábica.**

Este módulo tiene la finalidad de enseñarle a contar sílabas al niño mediante la reproducción de sonidos e identificación de las separaciones de voz, para ello se han utilizado variables en las cuales se les asignan imágenes de pictogramas destinados



```

644     #metodo para pronunciar pictogramas silabico
645     def vocesil(but):
646         global sila
647         global but1
648         ojo=b"p0.pic=16\xff\xff\xff"
649         if but1['image'] == str(picsil[13]):
650             print("reconoce")
651             sila="col"
652             serial32(sila)
653             voice("col")
654             ser.write(b"p2.pic=28\xff\xff\xff")
655
656         if but1['image'] == str(picsil[67]):
657             print("reconoce")
658             sila="sol"
659             serial32(sila)
660             voice("sol")
661             ser.write(b"p2.pic=28\xff\xff\xff")
662

```

Figura 79. Método para pronunciar pictogramas de léxico.

Se ha declarado un método con distintas funciones que permitirán al niño visualizar con el contenido de silábico mediante eventos y validaciones preestablecidas en el diseño del software. Al iniciar el método silábico (véase la figura 80) se definen variables globales que servirán para validar el comportamiento de este en varias de las funciones que se encuentran más adelante, la función “randsil()” se la utiliza para mostrar los pictogramas de forma aleatoria en los dos niveles que contiene este juego, para acceder a los niveles las funciones “pressmen2” y “pressmen1” validan este proceso, luego se definen las funciones necesarias para todos los botones de los juegos donde cada una maneja un vector que sirve para indicar que en botón uno están la monosílabas en el botón dos la bisílabas y así sucesivamente hasta llegar a las pentasílabas, posterior a esto se declaran todos los botones y labels necesarios para el juego y se los asocia con las funciones antes mencionadas.

```

#####BTN SILÁBICO#####
def silabico():
    global repsil
    global sila
    felicitar2=["Muy bien", "Excelente", "Buen trabajo", "Bien hecho", "Estupendo"]
    print("valores de picSil: " + str(picSil[1]))

    def randsil(): ...

    def pressmen1(): ...

    def pressmen2(): ...

    def pressbut1(): ...

    def ocul(): ...

    def pressbut2(): ...

    def pressbut3(): ...

    def pressbut4(): ...

    def pressbut5(): ...

    def pressbut6(): ...

    def presatra(): ...

    def ayudasil(): ...

    global contbtn2;global contbtn1;global pre;contbtn2=0;contbtn1=0
    #FILA UNO
    men1=Button(sil, text="Fácil", font=("Comic Sans MS", 30), bg='firebrick1', width=9, height=2, command=pressmen1)
    men2=Button(sil, text="Difícil", font=("Comic Sans MS", 30), bg='purple1', width=9, height=2, command=pressmen2)
    butat=Button(sil, image=picbtnResp[5], command=presatra, bg="snow", borderwidth=3, relief=SOLID)
    butayudasil=Button(sil, image=picbtnResp[6], command=ayudasil, bg="snow", borderwidth=3, relief=SOLID)
    but2=Button(sil, command=pressbut2, image=picbtnResp[0])
    but3=Button(sil, command=pressbut3, image=picbtnResp[1])
    but4=Button(sil, command=pressbut4)
    but5=Button(sil, command=pressbut5)
    but6=Button(sil, command=pressbut6)
    texsil=Label(sil, font=("Comic Sans MS", 60))
    if repsil==0:
        but1=Button(sil, command=pressbut1) #hay que validar para que solo lo haga una vez
        but1.place_forget();texsil.place_forget();but2.place_forget();but3.place_forget()
        men1.place_forget();men2.place_forget();men2.place(x=540, y=200)
        men1.place(x=250, y=200)
        if pre==0:
            voice("vamos a contar silabas.")
            voice("primero escoge un juego")
            pre=1

    repsil=1
    global but1

```

Figura 80. Funciones establecidas del módulo silábico.

La interfaz gráfica de este módulo está compuesta por dos botones que dirigen a dos juegos parecidos (véase en la figura 81), donde en el primer juego solamente se muestra un botón grande con la imagen y posterior a ser presionado aparece un label con la descripción del pictograma y dos botones que sirven para elegir si es monosílaba o bisílaba.



Figura 81. Ventana se juego silábico y opciones de juego.

A continuación, en la figura 82 se muestra la ventana del juego fácil silábico.



Figura 82. Ventana de juego silábico fácil.

A continuación, en la figura 83 se muestra la ventana del juego difícil silábico.

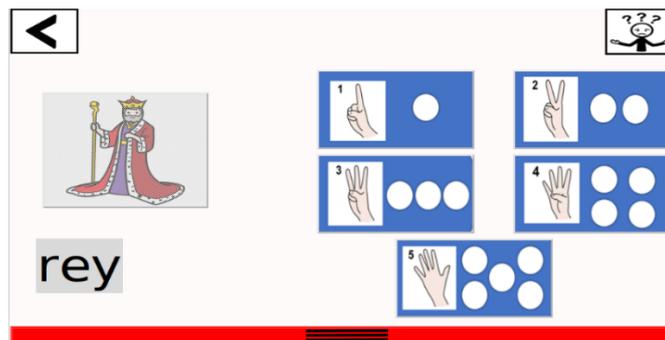


Figura 83. Ventana de juego difícil silábico.

### 3.11.6.5 Modulo de Conciencia Fonetica.

En este módulo se trabaja el aprendizaje de los sonido de vocales y consonantes relacionando el fonema-grafema, siendo una de las bases para identificar letras para aplicarlas en la lectura y escritura, este juego también se trabajara con pictogramas pero reutilizando aquellos del juego silábico e incluyendo nuevos para este juego (véase la variable “picsil” en la figura 78), también se han definido variables necesarias para la validación de los juegos del módulo fonético las cuales se muestran en la figura 84.

```
#Variables para fonetico
vocal=0
vo="" #para escribir la vocal
randvo=[];contfo=0;contpress=0
vocales=["a","e","i","o","u"]
conso=["a","b","c","d","e","f","g","i","j","k","l","m","n","o","p","q","r","s","t","u","v","w","y","z"]
playfon=0;okfon=0;aycontfo=0;repgame1=0
```

Figura 84. Variables para validar juegos de modulo fonético.

Antes de comenzar con la elaboración de la interfaz grafica se definieron dos metodos que sirvan para la pronunciación de los pictogramas, aunque se manejan los mismos pictogramas del juego silabico fue necesario crear un nuevo metodo ya que no se necesitaba la articulacion de gestos al pronunciar los pictogramas, para la reproducción de fonemas fue necesario usar la librería pygame y se valido para que mientras se

reproduce el sonido de fondo tambien lo hagan las pistas de los fonemas, esto se logro gracias a que pygame puede reproducir varios sonidos en distintos canales y asi oirlos al mismo tiempo.

```

#metodo para pronunciar pictogramas de foneticc
def voicefo(butfone):
    if butfone['image']==str(picsil[8]):
        voice("campana")
    if butfone['image']==str(picsil[9]):
        voice("candado")
    if butfone['image']==str(picsil[92]):
        voice("pollito")
    if butfone['image']==str(picsil[74]):
        voice("vaso")

#metodo para reproducir pistas de fonemas
def voicefon2(cons):
    if cons=="a":
        mixer.Channel(0).play(mixer.Sound("a.wav"))
        mixer.Channel(0).set_volume(1)
    if cons=="b":
        mixer.Channel(0).play(mixer.Sound("b.wav"))
        mixer.Channel(0).set_volume(1)
    if cons=="c":
        mixer.Channel(0).play(mixer.Sound("c.wav"))
        mixer.Channel(0).set_volume(1)

```

Figura 85. Métodos para pronunciación de pictogramas y pistas de fonemas del juego fonético.

El metodo para el juego de fonetico esta compuesto por una serie de funciones de las cuales la primera randtext() sirve para elegir entre los vectores que contienen las vocales y consonantes de manera aleatoria, seguida esta la funcion randfone() que se utiliza para escoger de manera aleatoria los vectores con el contenido de las imágenes que seran colocadas en los botones dependiendo de la letra que sea escogida, la funcion randpos() se utiliza para mover de manera aleatoria las posiciones de los botones que aprecen luego de presionar el boton con la letra, el metodo valivol() sirve para generar la articulaci'on del fonema y la reproducci'on de sonido dependiendo de la letra que se escogida, valifon1() valida cuando se presiona el boton uno el cual contiene todas las imágenes correctas de cada letra, seguido estan los demas metodos para los botones restante de los pictogramas (valifon2, valifon3, valifon4) los cuales solamente estan validados para que reproduzcan el sonido de la imagen que contienen. El boton de atrás regresa a la venta anterior que sera la opcion de los juegos y el boton de ayuda genera al indicacion correcta

dependiendo de la circunstancia que se encuentra el juego. Vease todas estas funciones y las asignaciones a los botones del modulo fonetico en la figura 86.

```
#####BTN FONETICO#####
def fonetico():
    global repfon
    global alm
    felicitar=["Muy bien", "Excelente", "Fabuloso", "Buen trabajo"]

    def randtext(): ...
    def randfone1(): ...
    def randpos(): ...
    def borra(): ...
    def valivol(): ...

    # metodo para validar comienzo de Letra
    def valifon1(): ...
    def valifon2(): ...
    def valifon3(): ...
    def valifon4(): ...
    def juego1fon(): ...
    def juego2fon(): ...
    def atrasfon(): ...

    def ayudafon():
        global aycontfo
        if aycontfo==0:
            voice("presiona la imagen que empiece con el sonido")
        if aycontfo==1:
            voice("presiona la letra")
    if repfon==0:
        voice("Aprendamos los sonidos de las letras")
        fon1=Button(fon, text="Vocales", font=("Comic Sans MS", 30), bg='firebrick1', width=9, height=2, c
        fon2=Button(fon, text="Abecedario", font=("Comic Sans MS", 30), bg='purple1', width=9, height=2, b
        atras=Button(fon, image=picbtnResp[5], command=atrasfon, bg="snow", borderwidth=3, relief=SOLID)
        ayudfon=Button(fon, image=picbtnResp[6], borderwidth=3, relief=SOLID, command=ayudafon, bg="snow")
        vol=Button(fon, font=("Comic Sans MS", 90), bg="green", command=valivol, width=7, height=1, borderw
        #vol.place(x=490, y=30)
        fbot1=Button(fon, bg="snow", command=valifon1)
        #fbot1.place(x=100, y=275)
        fbot2=Button(fon, bg="snow", command=valifon2)
        #fbot2.place(x=410, y=275)
        fbot3=Button(fon, bg="snow", command=valifon3); fbot4=Button(fon, bg="snow", command=valifon4)
        #fbot3.place(x=710, y=275)
        fon2.place(x=600, y=200); fon1.place(x=250, y=200)
    fon.pack()
    #fon.grid_columnconfigure(height=1, weight=1)
    fon.grid_propagate(False) # para que no se redimensione el frame con los tamaños de las tablas
```

Figura 86. Funciones establecidas del módulo fonético.

A continuación, en la figura 87 se presenta la venta en donde se eligen los juegos del módulo fonético.

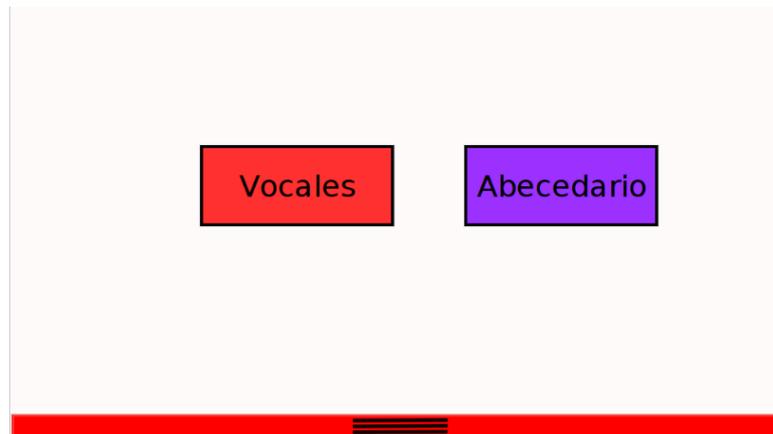


Figura 87. Ventana para elección de juegos fonéticos.

En la siguiente figura 88 se muestra la ventana para el juego de vocales y abecedario del módulo fonético.

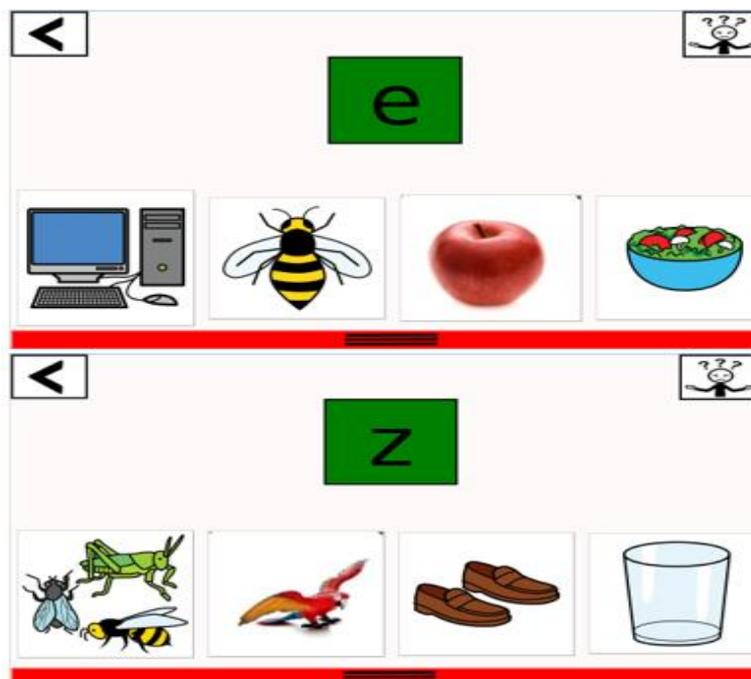


Figura 88. Ventanas para juego de vocales y abecedario.

Todo el contenido del programa se lo puede observar con mayor detalle en el ANEXO 13, archivo que es descargable mediante un enlace compartido para todo público.

### 3.12 Pruebas del Sistema

En este apartado se realizará las pruebas de funcionamiento de todo el sistema en base al diagrama al diagrama de bloques de la figura 22, en donde se divide al sistema en tres bloques y a su vez dos de los bloques tiene sus propias subdivisiones que también se las evaluara.

#### 3.12.1 Fuente de alimentación.

Después de encender todos los componentes del juguete se pudo identificar que al mover servos la batería tiene un ligero cambio de energía y el sistema operativo muestra un mensaje de batería baja, en la figura 89 se puede apreciar el mensaje de batería baja.



*Figura 89.* Alerta de batería baja de raspberry pi.

Este símbolo aparece debido a que hay una bajada de voltaje en la salida de la batería, siendo un fenómeno causado por el incremento de corriente que necesitan los servomotores para funcionar, después de haber hecho algunas pruebas se pudo identificar que este mensaje también aparece cuando la batería ya está en un punto descargada.

Para la prueba del sistema eléctrico se ha decidido conectar todos los componentes al módulo de batería y evaluar su durabilidad, con una prueba de cronometraje por tiempo, si se desea ver los consumos de corriente de cada componente véase la tabla 23, en la tabla 24 se puede observar los resultados obtenidos de la durabilidad de la batería en cuatro intentos. Después de haber realizado cuatro pruebas de funcionamiento y haber determinado los tiempos de durabilidad de la batería se puede concluir que el promedio de duración de la batería es 1.22 horas, tiempo suficiente para realizar varias sesiones con niños.

*Tabla 24.*  
*Cronometraje de tiempo para pruebas de duración de batería.*

<b>Componentes</b>	<b>Intento</b>	<b>Tiempo de Descarga</b>
Raspberry pi + Nextion 3.2'' + LCD 7'' HDMI + PAM8403 + SG90	Primero	1.20h
	Segundo	1.10h
	Tercero	1.25h
	Cuarto	1.33h

Para recargar el módulo de batería es necesario desconectar todos los circuitos conectados en los puertos de este, debido a este funcionamiento en la etapa de diseño de decidió colocar dos switches que cierre y abra los circuitos para que el módulo pueda cargar, a continuación, se muestran imágenes del módulo en las pruebas de encendido y de carga.



*Figura 90. Módulo RPI Powerpack en modo encendido.*

En la figura 90 se puede observar que cuando el módulo es encendido se muestra un LED de color verde, es importante mencionar que no es recomendable conectar una fuente de alimentación mientras el módulo esté conectado a dispositivos, ya que esto puede provocar una inestabilidad de corriente en los puertos USB de salida. En la figura 91 se puede observar que mientras el cable de alimentación está conectado al módulo se enciende un LED de color rojo indicando que se encuentra en modo de carga.



*Figura 91. Módulo RPI Powerpack en modo de carga.*

### ***3.12.1.1 Correcciones de diseño.***

Debido a que no existe un mecanismo con el cual saber si la batería está a punto de descargarse totalmente, en las pruebas realizadas se pudo evidenciar un apagado abrupto

de todos los componentes, siendo algo peligroso para su vida útil y desempeño a futuro, por esta razón se decidió incluir en el diseño un módulo que permita indicar el nivel de batería actual y así evitar que los componentes sufran daños, en la figura 92 se puede observar el módulo que permitirá observar el nivel de voltaje de la batería utilizada para el juguete.

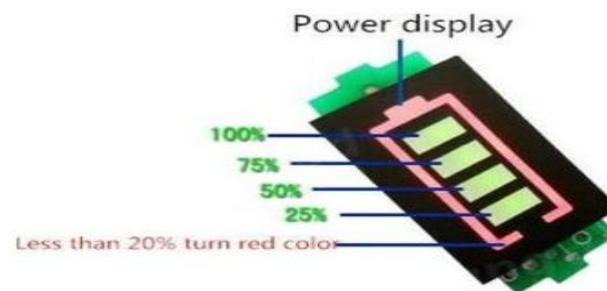


Figura 92. Módulo 1S Li-Po LiPo Indicador de batería Pantalla LED.

Fuente: (walkera1usa, 2019)

Una vez que solo el led rojo del display quede encendido se recomienda apagar el juguete ya que esto indica que la capacidad de la batería está a menos del 20%.

### 3.12.2 Bloque de Hardware.

Para las pruebas del hardware se ha decidido evaluar el funcionamiento de los periféricos de entrada y salida, el funcionamiento de la placa electrónica y la funcionalidad de los actuadores.

#### 3.12.2.1 Verificación de periféricos y sistema embebido.

En esta pequeña sección se evalúa el funcionamiento de los periféricos y placa electrónica del prototipo, probando la integración de todos y corrigiendo algunos posibles

errores. Para ello se ha decidido realizar una tabla donde muestra que componentes funcionan correctamente y cuáles no, véase los resultados en la tabla 25.

Tabla 25.

Verificaciones de funcionamiento de componentes de hardware.

<b>Componentes de Hardware</b>			
<b>Periféricos de Salida</b>	<b>Funcionamiento</b>		<b>Observaciones</b>
	<b>Estable</b>	<b>No Estable</b>	
Pantalla Nextion 3.2''	☑		Ninguna
Pantalla TFT 7''	☑		Ninguna
Amplificador de Audio	☑		Ninguna
<b>Periférico de entrada</b>			
Táctil de TFT 7''		☑	En ocasiones no funciona.
<b>Sistema Embebido</b>			
Raspberry Pi 3 modelo B	☑		Ligero calentamiento de la placa electrónica.

Después de haber probado la funcionalidad de cada componente se encontró un fallo en el cable que conecta al táctil de la de pantalla de 7'', siendo la razón principal que se tuvo que adaptar parte del cable para que quepa dentro de la caja y por tal razón el cable quedo defectuoso, la solución a esto fue usar otro cable y conectarlo con cuidado dando como resultado un buen funcionamiento del táctil en la pantalla.

Para el calentamiento de la placa electrónica se colocaron pequeños disipadores en los chips de esta, siendo una gran ayuda para evitar un mal rendimiento de la placa.

### 3.12.2.2 Verificación de actuadores.

La movilidad de los actuadores es algo necesario de evaluar ya que de esto dependerán los movimientos que pueda ejecutar el juguete en la parte del software y así poder crear métodos en que se ajusten a sus capacidades de movimiento, en la tabla 26 se muestran los ángulos de movimiento de cada servo motor.

Tabla 26.  
Ángulos de movimiento para micro servos.

Micro Servos	Ángulos de Movimiento		
	Posición Inicial	Movimiento	
		Min	Max
Servo Cabeza	45°	0°	180°
1° Servo Izquierdo	0°	0°	90°
2° Servo Izquierdo	0°	0°	60°
1° Servo Derecho	0°	0°	90°
2° Servo Derecho	0°	0°	60°

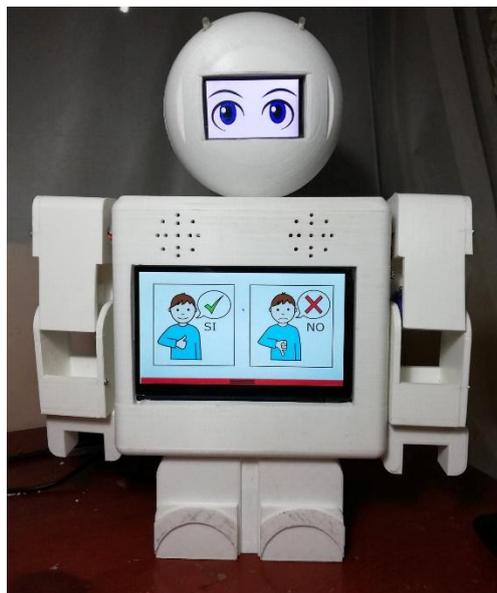
Uno de los problemas que se encontró en las pruebas fue el rozamiento entre las piezas de los brazos, haciendo que uno de los brazos se mueva con mucha rigidez y el otro lo haga de una manera más fluida, para solucionar esto se tuvo que lijar las piezas del brazo derecho para conseguir un mejor torque en el movimiento, quedando similar el movimiento en ambos brazos.

### 3.12.3 Bloque de Software.

Para este bloque se decidió probar los diferentes módulos del software, incluyendo algunas ventanas adicionales que se colocaron al inicio del encendido.

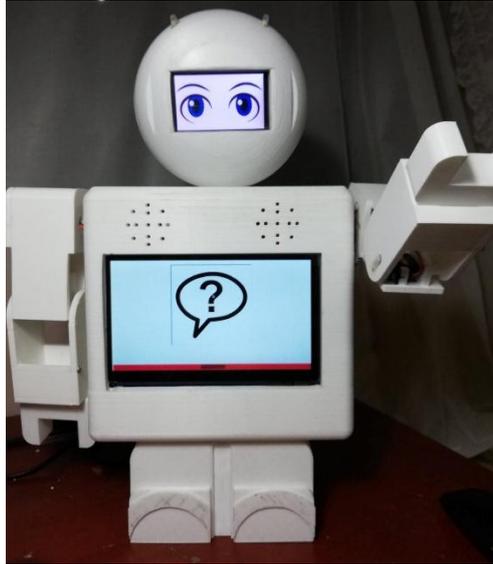
#### 3.12.3.1 Ventana de Inicio.

Para la ventana de inicio se pudo comprobar que tanto los actuadores como los periféricos del juguete se acoplaban correctamente a las funcionalidades plasmadas en el software, entre estas el encendido de leds, movimiento de brazos y reproducción de diálogos.



*Figura 93. Venta de inicio ejecutada en el prototipo.*

En la figura 94 se puede apreciar el movimiento del brazo izquierdo del prototipo, dando la impresión de saludar al niño.



*Figura 94. Vista de inicio con saludo en el prototipo.*

### ***3.12.3.2 Modulo léxico.***

Para probar este módulo se revisó la lógica de cada nivel, se verificó el funcionamiento de leds, micro servos, así como la validación al presionar los botones, dando como resultado una buena fluidez en la interfaz gráfica y desempeñando con precisión cada movimiento ejecutado por el juguete.

En la figura 95 se muestra el juguete esperando a que se presione la imagen para pasar a la parte de ordenamiento de botones.



*Figura 95. Prototipo ejecutando juego léxico con 4 palabras.*

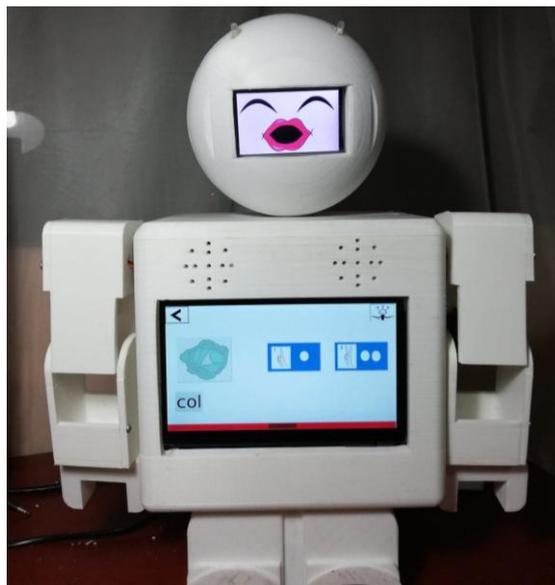
En la figura 96 se puede apreciar la ejecución del juguete cuando hay una equivocación por parte del niño al presionar incorrectamente los botones.



*Figura 96. Prototipo ejecutando juego léxico y corrigiendo equivocaciones.*

### 3.12.3.3 Modulo Silábico.

Para verificar el funcionamiento del módulo silábico se comprobó la funcionalidad de los actuadores y periféricos, de los cuales la parte serial con la reproducción de voz fue algo complejo de resolver, ya que el juguete tiene que articular correctamente las reproducciones de sonido en la pantalla serial, en la figura 97 se aprecia esta funcionalidad.



*Figura 97. Prototipo ejecutando articulaciones en juego silábico.*

En la figura 98 se puede apreciar la ejecución del juguete cuando hay una equivocación en este juego.



*Figura 98. Prototipo ejecutando equivocaciones en juego silábico.*

En la figura 99 se puede apreciar cuando existe un acierto por parte del niño en el juego difícil de silábico.

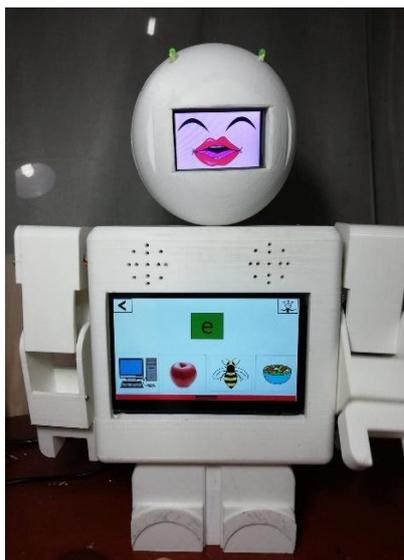


*Figura 99. Prototipo ejecutando juego silábico - aciertos.*

#### ***3.12.3.4 Modulo fonecito.***

En el módulo de fonético de igual manera se pudo comprobar toda la funcionalidad de los componentes, los cuales funcionaban de acorde a lo requerido y también se adicionaron botones de ayuda para que el niño necesite menos ayuda del docente para realizar las actividades de cada juego. La parte serial y la reproducción de fonemas tuvo ligeros inconvenientes ya que algunos sonidos eran muy cortos y por lo tanto se tuvo que grabar nuevamente, para el caso de la reproducción el programa lo realiza casi sin ningún retardo dando una buena experiencia en el juego.

En la figura 100 se puede apreciar el juego fonético de vocales y el evento que genera el juguete cuando hay un acierto por parte del niño.



*Figura 100. Prototipo ejecutando juego fonético vocales - aciertos.*

En la figura 101 se puede apreciar la ejecución de una consonante en el juego fonético.



*Figura 101. Prototipo ejecutando juego fonético de abecedario - acierto.*



## Capítulo IV

### Pruebas funcionalidad del prototipo

En este capítulo se realizan las pruebas de verificación por el usuario, también se diseña y utiliza documentos que permiten evaluar el comportamiento de los niños con NEE y su avance académico frente al uso de la herramienta.

Después de realizadas las pruebas se analizan los resultados y el cumplimiento del objetivo general del proyecto.

#### 4.1 Planificación y adaptación de currículo

Antes de empezar las pruebas con el prototipo se elaboraron documentos que ayuden a llevar el proceso de aprendizaje de una manera organizada y de acuerdo con los objetivos curriculares que plantea el Ministerio de Educación de la República del Ecuador para los primeros años de escolar, se hizo una adaptación de currículo que permitiera a cada maestro incluir el uso de la herramienta en su planificación escolar.

Cabe destacar que esta planificación se realizó en base a la Guía docente de años escolares de segundo y tercero de básica, documentos que son utilizados para que el docente siga el proceso de enseñanza establecido por el Ministerio de Educación del Ecuador. A continuación, en la Tabla 27 se muestra el formato Planificación de Destrezas con Criterios de Desempeño realizado por los docentes de la institución educativa en la que se desarrolla este proyecto.

Tabla 27.

Planificación por Destrezas con Criterios de Desempeño.

PLANIFICACION CURRICULAR POR DESTREZAS CON CRITERIOS DE DESEMPEÑO					
PLAN DE DESTREZAS CON CRITERIO DE SEMPEÑO					
1. DATOS INFORMATIVOS					
<b>Docente:</b>		<b>Área/ asignatura:</b> Lengua y Literatura		<b>Grado/curso:</b>	
<b>Paralelo:</b>					
<b>N.º de unidad de planificación:</b>	<b>Título de unidad de planificación:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	O.LL.2.10. Apropriarse del código alfabético del castellano y emplearlo de manera autónoma en la escritura.		
2. PLANIFICACIÓN					
<b>DESTREZAS CON CRITERIO DE DESEMPEÑO</b>			<b>INDICADORES ESCENCIALES DE EVALUACIÓN (del criterio)</b>		
LL.2.3.8 Aplica los conocimientos lingüísticos (léxicos, semánticos, sintéticos y fonológicos) en la decodificación y comprensión de textos.  Reflexionar sobre la expresión oral con uso de la conciencia lingüística (semántica, sintética, fonológica y léxica) en contextos cotidianos.LL.2.3.4.			i.LL.2.6.1 Aplica los conocimientos lingüísticos (léxicos, semánticos, sintéticos y fonológicos) en la decodificación y comprensión de textos leyendo oralmente con fluidez y entonación en contextos significativos de aprendizaje y de manera silenciosa y personal en situación de recreación, información y estudio. (j.3.,i.3.)		
<b>EJES TRANSVERSALES:</b>		<b>PERIODOS:</b>		<b>SEMANA DE INICIO:</b>	
				<b>SEMANA DE FINALIZACIÓN:</b>	
<b>Estrategias Metodológicas</b>		<b>Recursos</b>	<b>Indicadores De Logro</b>	<b>Actividades De Evaluación /Técnicas/Instrumentos</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar actividades previas con la ayuda de la docente para realizar conciencia lingüística (exploración diagnóstica).</li> <li>- Crear situaciones comunicativas (explorar experiencias del niño).</li> <li>- Presentación del juguete electrónico interactivo lúdico “ALIS”.</li> <li>- Solicitar realicen una percepción visual y táctil del juguete.</li> <li>- Pedir emitan en forma oral las percepciones obtenidas (activar la atención).</li> <li>- Solicitar infieran su funcionamiento (crear expectativa del funcionamiento).</li> <li>- Manifestar especificaciones sobre su uso adecuado, funcionamiento y restricciones (indicaciones previas al uso).</li> <li>- Presentación de “ALIS” (juguete electrónico lúdico) en funcionamiento.</li> <li>- Seleccionar el o los estudiantes que pondrán en funcionamiento el juguete “ALIS”.</li> <li>- Brindar apoyo a cuestionamientos o dudas que se manifiesten.</li> <li>- Recolectar evidencias del manejo del juguete a través de una ficha de observación sistémica de trabajo.</li> <li>- Recolectar y tabular información sobre resultados obtenidos del manejo o apoyo didáctico obtenido.</li> <li>- Contrastar con la ficha de rendimientos escolar de la docente.</li> </ul>	<p>Juguete electrónico lúdico “ALIS”.</p> <p>Ficha de Observación sistémica: Rubrica.</p> <p>Nómina de niños con dificultades de aprendizaje.</p> <p>Ficha de seguimiento de rendimiento académico.</p>	<p>I.LL.2.3.1 Muestra capacidad de escucha, sigue las pautas básicas (i.3.,i.4.)</p>	<p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación sistémica.</li> <li>- Prueba objetiva</li> </ul> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de cotejo, rubrica.</li> <li>- Diario de Trabajo.</li> </ul> <p>Inicial (Evaluación diagnostica regular de partida)</p> <p>Procesual (Ficha de Observación sistémica – Diario de Trabajo)</p> <p>Final (Evaluación Regular o con adaptación curricular)</p>
---	---	--	---

<b>3. ADAPTACIONES CURRICULARES</b>	
<b>ESPECIFICIÓN DE LA NECESIDAD EDUCATIVA ATENDIDA</b>	<b>ESPECIFICACIÓN DE LA ADAPTACIÓN APLICADA</b>
<p>Necesidades Educativas Especiales asociadas a la discapacidad grado de adaptación 1(<b>acceso o espacio físico</b>), 2(<b>metodología docente</b>) y 3(<b>modificación al currículo</b>).</p>	<p>Dar instrucciones claras, simples y concretas, de lo simple a lo complejo.</p> <p>Planificar tiempos cortos de trabajo e ir incrementándolo poco a poco.</p>

<p>Necesidades Educativas Especiales no asociadas a la discapacidad. (inversión, omisión)</p>	<p>Respetar el ritmo y estilo de aprendizaje.</p> <p>Evaluar de manera permanente, donde se priorice la observación.</p> <p>Utilizar un cronograma de actividades en forma permanente para que el estudiante pueda saber de forma anticipada las rutinas y actividades que va a realizar.</p> <p>Reforzar y reconocer sus conductas positivas.</p> <p>Aplicar estrategias de trabajo cooperativo en caso de requerir.</p> <p>Realizar mediación adicional del docente en aquellas tareas en las que el estudiante requiera más ayuda.</p> <p>Propiciar la práctica y la repetición en el uso del material para que internalice los contenidos.</p>
---	--

Fuente: (MinEduc, Formatos de Planificación Curricular 2019 - Ministerio de Educación, 2017)

Después de haber elaborado la planificación se vio necesario establecer una guía de trabajo del docente para ayudar a que cumpla con los objetivos planteados de la Tabla 27 llamada Plan de Trabajo y los documentos necesarios como son la evaluación diagnóstica, la rúbrica de evaluación, Diario de trabajo y el plan de trabajo se los encuentra en el ANEXO 09.

#### **4.2 Cronograma de pruebas**

Después de haber elaborado la Planificación Curricular por Destrezas con Criterio de Desempeño y de acuerdo con lo establecido en la sección de actividades de evaluación, se presenta un cronograma con el objetivo de medir el grado de funcionalidad y resultados que tendrá el prototipo en los niños con NEE, mediante diversos instrumentos de evaluación que han sido elaborados por los docentes de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”. Documentación que tiene la finalidad de dar cumplimiento al cuarto objetivo específico que es el empleo de pruebas técnicas y especializadas para la validación de resultados.

El cronograma de pruebas esta propuesto por una primera etapa que es la aplicación de una prueba diagnóstica destinada a los niños con NEE identificados, la segunda etapa está relacionada al periodo de enseñanza-aprendizaje con el prototipo y finalmente la aplicación de una prueba que medirá los resultados obtenidos en todo el proceso.

El cronograma de pruebas se lo puede apreciar en la tabla 28, donde contiene las actividades a realizar, los sujetos involucrados, el lugar donde se realizan las actividades, también una descripción de lo que se espera obtener en cada actividad y la duración de estas.

Tabla 28.  
Cronograma de Pruebas.

<b>Cronograma de Pruebas</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Sujetos Involucrados</b>	<b>Lugar de Desarrollo</b>	<b>Resultados Esperados</b>	<b>Duración</b>
Aplicación de prueba observativa diagnóstica en niños con NEE.	Niños con NEE asociadas a la discapacidad. Psicólogo de la Institución Maestros de los niños con NEE.	Aula del Psicólogo de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”.	Se espera identificar los aprendizajes adquiridos y no adquiridos en relación con las etapas de la lectura y escritura.	Del 17 al 19 de junio
Análisis de evaluación diagnóstica.	Psicólogo de la Institución Maestros de los niños con NEE.	Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”.	Determinar una valoración cuantitativa y cualitativa de aprendizajes relacionados con lectoescritura.	Del 20 al 21 de junio

<p>Efectuar la etapa de aprendizaje y evaluación procesual.</p>	<p>Niños con NEE asociadas a la discapacidad. Psicólogo de la Institución Maestros de los niños con NEE.</p>	<p>Aulas del Psicólogo y del ambiente 1 de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila.</p>	<p>Se busca interiorizar y reforzar aprendizajes de lectoescritura, empleando instrumentos de evaluación observativa para una retroalimentación de cada sesión y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje secuencialmente.</p>	<p>Del 24 de junio al 19 de julio</p>
<p>Aplicación de prueba observativa de resultados en niños con NEE.</p>	<p>Niños con NEE asociadas a la discapacidad. Psicólogo de la Institución Maestros de los niños con NEE.</p>	<p>Aulas del Psicólogo y del ambiente 1 de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila.</p>	<p>Se pretende identificar en relación con la prueba diagnóstica, los logros y resultados obtenidos a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje realizado con el prototipo.</p>	<p>Del 22 al 23 de julio</p>

---

Análisis de prueba observativa de resultados.	Psicólogo de la Institución Maestros de los niños con NEE.	Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”.	Determinar una valoración cuantitativa y cualitativa de aprendizajes relacionados con lectoescritura y compararlos con respecto a la evaluación diagnóstica.	Del 24 al 25 de julio
---	--	---	---	--------------------------

---

#### **4.2.1 Evaluación observativa de diagnóstico.**

Esta prueba se tomó a los estudiantes con NEE asociadas a alguna discapacidad, teniendo el objetivo de identificar los aprendizajes adquiridos y no adquiridos de lectoescritura, con la ayuda y colaboración de los docentes de la institución educativa se elaboró una prueba de tipo observativa, que sirviera para evaluar las faces relacionadas a la adquisición de la lectoescritura, etapas descritas en las figuras 5 y 6 de capítulo II.

Los resultados de las pruebas se registraron a través de una lista de cotejo que permitió identificar que etapas de la lectura y escritura ya ha sido adquiridas por los estudiantes, sirviendo también como punto de partida para el proceso de enseñanza-aprendizaje que se trabajará con cada niño.

A continuación, en la Tabla 29 se muestra la evaluación tomada y los resultados que se obtuvieron en cada niño con NEE, cabe aclarar que los datos informativos de los estudiantes se mantendrán confidenciales y solo se usará una nomenclatura para citarlos.

Tabla 29.  
Tabla de resultados de la evaluación diagnóstica.

Indicadores de Evaluación												
Estudiantes	Lectura					Escritura						Porcentaje De Aprendizaje
	El estudiante entiende que las palabras están compuestas por una cadena sonora y está en la capacidad de identificar su primer sonido.	El estudiante tiene la capacidad de identificar gráficos y clasificarlos de acuerdo con el fonema o grafema presentado.	El estudiante tiene la capacidad de separar en sílabas palabras cortas sugeridas por gráficos.	Lee y comprende la escritura de oraciones cortas.	El estudiante tiene la capacidad de discriminar objetos según las características descritas por el docente.	El estudiante puede determinar la cantidad de palabras de una frase corta emitida por el docente.	El estudiante tiene la habilidad de realizar trazos rectos y curvos (motricidad fina).	El alumno puede discriminar un dibujo de una grafía.	El estudiante tiene la habilidad de reproducir un texto a partir de una muestra.	El estudiante establece ya la relación entre fonema y grafema.	El estudiante tiene la habilidad de escribir palabras y frases - autónoma.	
	<b>Prueba de diagnostico</b>											
<b>AJ-DI</b>	●	●	●	○	○	○	●	●	○	●	○	<b>45%</b>
<b>GG-AU</b>	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	<b>90%</b>
<b>LC-DA</b>	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	<b>90%</b>
<b>Aprendizaje:</b>							● Adquirido ○ No Adquirido					

Para realizar un análisis de los resultados es necesario mencionar que el formato utilizado en las evaluaciones de cada niño contiene información adicional que permite saber con mayor detalle en cuál de los indicadores los niños presentaban algún tipo de dificultad y en cuales no, esta información se la puede encontrar en el ANEXO 10.

La escala propuesta por el Ministerio de Educación del Ecuador se puede observar en la tabla 30, la cual se empleó para interpretar los resultados obtenidos en la evaluación de lectoescritura.

*Tabla 30.*  
*Escala de calificaciones.*

<b>Escala cualitativa</b>	<b>Escala cuantitativa</b>
Domina los aprendizajes requeridos.	9,00-10,00
Alcanza los aprendizajes requeridos.	7,00-8,99
Esta próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos.	4,01-6,99
No alcanza los aprendizajes requeridos.	≤ 4

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 366, publicado en el Registro Oficial N° 286 de 10 de julio de 2014.

Cabe destacar que este tipo de evaluación resulta ser no muy precisa al momento de establecer una calificación cuantitativa ya que los resultados quedan a la interpretación del docente, pero también tiene una gran ventaja ya que se establece con mayor detalle las falencias y habilidades de cada niño de manera individual para así poder centrarse en reforzar sus conocimientos y potenciar sus habilidades.

El diagnóstico más relevante indica que los niños tienen problemas para identificar la cantidad de palabras de una oración que ellos escuchan o se presenta por medio de pictogramas, identificando así una falencia en lo que respecta al desarrollo de la

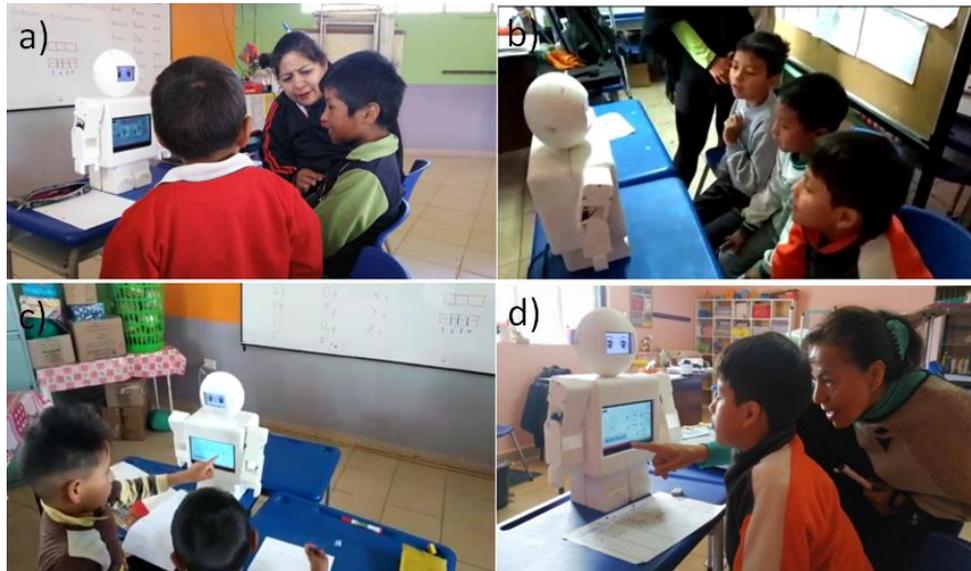
conciencia metalingüística léxica. También no hay dominio del aprendizaje de fonológico el cual se centra en la identificación de sonidos de letras, habiendo una ligera confusión en ciertas consonantes presentadas.

Se determinó que el estudiante con discapacidad intelectual con una calificación de 4,5 está próximo alcanzar los aprendizajes requeridos, con ciertas dificultades encontradas en la evaluación observativa; mientras que los niños con autismo y dificultad de aprendizaje han logrado dominar casi todas las etapas relacionadas con la adquisición de la lectoescritura, pero también se determina que presentan pequeñas dificultades en ciertos indicadores.

#### **4.2.3 Pruebas de diseño y funcionamiento.**

En esta etapa se emplean documentos como el diario de trabajo del docente y una rúbrica que permite medir evaluar aspectos como el diseño, acceso y aprendizaje de las conciencias metalingüísticas que proponen los juegos del juguete. Se realizaron sesiones de trabajo de aproximadamente media hora entre los docentes y niños con NEE asociados a alguna discapacidad, también se trabajó en base a las necesidades y dificultades que presentaban los niños con relación a los aprendizajes de lectoescritura, las primeras sesiones las realizó el psicólogo de la institución educativa para medir su impacto y funcionalidad del prototipo, obteniéndose buenos resultados, véase en el anexo 11 el informe emitido por el profesional de la institución.

Los docentes de cada niño con NEE continuaron el proceso de aprendizaje en espacios de tiempo disponibles, en las sesiones realizadas se emplearon adaptaciones curriculares y estrategias de enseñanza, destacando el aprendizaje colaborativo en parejas dando resultados positivos (véase en la figura 102 las pruebas realizadas con los niños).



*Figura 102. Sesiones de lectoescritura con el prototipo:*  
*a) Niño con discapacidad intelectual con apoyo docente y compañero de trabajo.*  
*b) Niños con autismo, dificultad del aprendizaje y compañero de trabajo con apoyo docente.*  
*c) Niños con problemas de aprendizaje sin apoyo docente.*  
*d) Niño con dificultad de aprendizaje con apoyo docente.*

A continuación, en la tabla 31 y 32 se muestra la escala de valoración y resultados obtenidos durante las sesiones realizadas con los niños y el prototipo.

*Tabla 31.*  
*Escala de valoración para rúbrica.*

Escala cualitativa	Escala cuantitativa
Excelente	4
Muy Bueno	3
Bueno	2
Regular	1

Tabla 32.  
Resultados iniciales y finales de la rúbrica de evaluación.

<b>Rúbrica de Evaluación</b>						
Criterio / Valoración	<b>Inicial</b>			<b>Final</b>		
	AJ- DI	GG- AU	LC- DA	AJ- DI	GG- AU	LC- DA
<b>Evaluación de Diseño</b>						
El prototipo de juguete es llamativo para los niños.	4	4	4	4	4	4
Las herramientas empleadas estimulan los sentidos: visual, auditivo y del tacto.	3	4	3	4	4	4
El material con el que está elaborado el juguete didáctico es adecuado.	4	4	4	4	4	4
El manejo del juguete didáctico no representa ningún grado de dificultad para los niños.	3	3	3	4	4	4
	87%	93%	87%	100%	100%	100%
<b>Evaluación de Acceso</b>						
Muestra interés por las actividades que se ejecutan en el juego.	3	4	3	4	4	4
Las herramientas de ayuda son útiles mientras se ejecuta el juego.	2	3	3	4	4	4
Comprende las indicaciones que sugiere el robot.	2	3	2	4	4	4
Las actividades que realiza el niño generan confianza en su propia capacidad.	2	3	3	4	4	4
	56%	81%	68%	100%	100%	100%
<b>Evaluación Aprendizaje</b>						
Demuestra la capacidad de analizar y segmentar palabras de una frase.	1	3	4	3	4	4
Demuestra la capacidad de reconocer y analizar el número de sílabas que contiene una palabra.	1	3	3	2	4	4
Demuestra la capacidad de analizar e identificar fonemas iniciales de una palabra.	1	3	3	3	4	4
	25%	75%	83%	66%	100%	100%

Los resultados referentes al diseño del prototipo indican que resulta llamativo para todos los estudiantes con NEE y los aspectos como el material, manejo y estimulación se

le asignan buenas calificaciones, también que conforme avanza el tiempo les resulta más agradable y fácil de manejar, concluyendo que el prototipo es apto para propiciar la concentración y atención.

En lo relacionado al acceso se pudo identificar cierta dificultad en la comunicación ya que el juguete propone un nuevo sistema que no es familiar para los estudiantes, conforme avanza el tiempo de aprendizaje entre el niño y el juguete, ellos se adaptan a la comunicación mediante pictogramas. En lo que refiere al acceso físico el juguete es totalmente portable pudiéndolo emplear en cualquier área que requiera el niño, también la opción de regulación de volumen mediante una perrilla permite modificar el nivel adecuado de sonido para cualquier estudiante que tenga algún tipo de dificultad auditiva.

En lo que respecta solo al aprendizaje de las conciencias metalingüísticas el juguete resulta realmente útil cuando se quiere establecer un diagnóstico de estas, ya que mediante los aciertos y equivocaciones que tiene el niño se puede determinar su nivel, también se determinó que no todos los estudiantes dominan cierto grado de dificultad que maneja el juguete especialmente en la conciencia silábica, pero que mediante el entrenamiento con él puede ir aumentando su aprendizaje y capacidad, después de haber analizado la sección de aprendizajes se puede establecer que la mejora de los niños esta alrededor del 30% y que el entrenamiento realizado con el juguete puede incrementar las habilidades de los niños, contribuyendo a una mejora en el rendimiento académico.

Como material de apoyo se ha elaborado un manual que permitirá el empleo adecuado del prototipo, incluyendo recomendaciones y una guía didáctica de como trabajar en las sesiones con los estudiantes (véase en el ANEXO 13). Este documento da cumplimiento al tercer objetivo específico que es la elaboración de una guía para el manejo del juguete.

#### **4.2.3 Evaluación observativa de resultados.**

Esta evaluación fue realizada después de haber llevado un proceso de aprendizaje con el prototipo y los niños con NEE de la unidad educativa, con relación a la prueba de diagnóstico se emplearon los mismos indicadores para así poder analizar su avance en lo que refiere a etapas de lectura y escritura adquiridas por los estudiantes.

Los encargados de realizar esta evaluación fueron el psicólogo y los docentes de cada estudiante, manejando como herramienta la evaluación observativa y el prototipo llamado 'ALIS' para determinar los aprendizajes adquiridos durante las sesiones que realizaron los niños. La información de las evaluaciones de resultados se las puede apreciar en el ANEXO 12.

A continuación, en la tabla 33 se puede apreciar los resultados finales adquiridos la evaluación observativa de lectura y escritura.

Tabla 33.  
Evaluación Observativa de resultados.

Indicadores de Evaluación												
Estudiantes	Lectura					Escritura						Porcentaje De Aprendizaje
	El estudiante entiende que las palabras están compuestas por una cadena sonora y está en la capacidad de identificar su primer sonido.	El estudiante tiene la capacidad de identificar gráficos y clasificarlos de acuerdo con el fonema o grafema presentado.	El estudiante tiene la capacidad de separar en sílabas palabras cortas sugeridas por gráficos.	Lee y comprende la escritura de oraciones cortas.	El estudiante tiene la capacidad de discriminar objetos según las características descritas por el docente.	El estudiante puede determinar la cantidad de palabras de una frase corta emitida por el docente.	El estudiante tiene la habilidad de realizar trazos rectos y curvos (motricidad fina).	El alumno puede discriminar un dibujo de una grafía.	El estudiante tiene la habilidad de reproducir un texto a partir de una muestra.	El estudiante establece ya la relación entre fonema y grafema.	El estudiante tiene la habilidad de escribir palabras y frases - autónoma.	
<b>Prueba después de sesiones con el prototipo</b>												
<b>AJ-DI</b>	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	○	<b>72%</b>
<b>GG-AU</b>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	<b>100%</b>
<b>LC-DA</b>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	<b>100%</b>
<b>Aprendizaje:</b>							● Adquirido					
							○ No Adquirido					

Al analizar los resultados obtenidos se puede determinar que antes de comenzar las sesiones con el prototipo, uno de los estudiantes que tiene discapacidad intelectual alcanzaba el 45% de los aprendizajes relacionados con la etapa de adquisición de lectoescritura, mientras que después de haber realizado el proceso enseñanza con el prototipo sus aprendizajes alcanzaron el 72% habiendo una mejora del 27%, lográndose superar dificultades en varios indicadores. Los niños con Autismo y Dificultad de Aprendizaje alcanzaban ya el 90% de los aprendizajes requeridos, teniendo leves observaciones en los indicadores que se evaluaron; y después de haber realizado el periodo de enseñanza con el prototipo, estos llegaron a dominar el 100% de los aprendizajes requeridos y también superar algunas dificultades identificadas en la evaluación diagnóstica.

En contraste con los resultados obtenidos se puede comprobar que el prototipo “ALIS” propicia el aprendizaje del proceso de adquisición de la lectoescritura en niños con NEE en edades de 5 a 8 años y donde la mejora más representativa fue de un estudiante con discapacidad intelectual, cumpliendo con el objetivo general del proyecto.

## **Conclusiones y Recomendaciones**

### **Conclusiones**

La fase de pruebas del modelo en V resulto verdaderamente importante, ya que aquí detectaron errores de software, mecánicos y eléctricos, no previstos en el diseño y que gracias a esto se realizaron correcciones oportunas, permitiendo entregar un prototipo totalmente funcional para el usuario.

Los componentes de hardware y software libre son de gran utilidad en lo que respecta a la reducción de costes y tiempo que puede demandar un proyecto orientado a fines no comerciales, como fue el prototipado del juguete “ALIS”.

El diseño y empleo de adaptaciones curriculares permitieron mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente cuando se emplean instrumentos electrónicos como en el caso de este proyecto que fue de resultados favorables, contribuyendo a resolver problemas de comunicación y la obtención de recursos para los estudiantes con NEE.

Con la implementación del prototipo “ALIS” se evidenció mejoras de hasta un 27% en los aprendizajes relacionados a lectoescritura de niños con NEE, resultado que se obtuvo en un periodo de solo cinco semanas, pudiendo entregar resultados más significantes en mayor tiempo para casos de niños que tengan mayores deficiencias en las etapas de lectura y escritura.

El diseño e implementación de instrumentos de evaluación no solo se aplican para los estudiantes, sino también para la autoevaluación del docente, siendo importante adecuar

los criterios del instrumento con las metas que se quiera lograr durante el periodo de enseñanza como se lo realizó con el prototipo “ALIS”, logrando así mejoras continuas en cada clase.

El uso de las TIC en la educación toma cada vez más impacto, principalmente en la adquisición de habilidades necesarias para el desarrollo personal y académico en especial para aquellos estudiantes que se encuentran más vulnerables ante un proceso de educación ordinaria que es destinado a estudiantes sin discapacidades.

Al ser un prototipo que utiliza una conexión inalámbrica para realizar tareas como mantenimiento del software y alguna modificación en él, la seguridad básica se vuelve una necesidad para mantener la integridad de su contenido ya que la ligera modificación en el programa puede causar un error de funcionamiento y en el peor de casos de hardware.

## Recomendaciones

Para la medición o diagnóstico de conocimientos en los niños con NEE es necesario emplear instrumentos de evaluación que sean de forma observativa ya que las evaluaciones escritas y estándares pueden resultar muy complejas de resolver para este grupo de niños.

El empleo de estrategias de pedagógicas resulta verdaderamente eficaz a la hora de trabajar en niños con NEE, entre estas se recomienda emplear el aprendizaje colaborativo entre niños de la misma edad para que el aprendizaje sea más eficaz, especialmente para la adquisición de habilidades como la lectoescritura.

Para lo relacionado con el material de construcción de juguetes o herramientas se recomienda emplear material con algún tipo de texturas ya que esto es llamativo para los niños, también un factor importante es el empleo de colores solidos como el blanco, rojo y azul, colores que resulta altamente estimulantes para la percepción de los niños.

Para la elaboración de un proyecto similar se recomienda incluir sensores en áreas como la cabeza y brazos para que el juguete sea más interactivo y agregar funcionalidades que resulte más estimulante para los niños.

Para evitar ruidos como interferencias causadas por servomotores se recomienda el empleo de una tarjeta de sonido externa a la placa electrónica ya que el modelo Raspberry PI 3+ posee una tarjeta de sonido muy básica que es optimizada con software.

Para la detección del estado de la batería se recomienda emplear un circuito que permita detectar niveles bajos de voltaje y que mediante una señal enviada a la placa electrónica se pueda alertar y apagar el prototipo de manera segura para evitar daños en los componentes electrónicos por apagados forzosos.

## Bibliografía

- 4D SYSTEMS. (2019). *ULCD-32PTU*. Obtenido de <https://4dsystems.com.au/ulcd-32ptu>
- AAIDD. (2011). *Discapacidad intelectual: definición, clasificación y sistemas de apoyo (undécima edición)*. Madrid: Alianza.
- ARASAAC. (2019). *Herramientas Online*. Obtenido de <http://www.arasaac.org/herramientas.php>
- Association American Psychiatric. (2013). *MANUAL DIAGNÓSTICO Y ESTADÍSTICO DE TRASTORNOS MENTALES, QUINTA EDICIÓN*. Chicago: Arlington, VA 22209-3901.
- Belén Caro, N. C. (12 de junio de 2018). *arasaac.org*. Obtenido de Método global de lectoescritura HABLA-M: [http://www.arasaac.org/zona\\_descargas/materiales/1433/Metodo\\_Global\\_B\\_HABLA-M.pdf](http://www.arasaac.org/zona_descargas/materiales/1433/Metodo_Global_B_HABLA-M.pdf)
- Carvajal Estepa, M. L. (2014). *Actividades complementarias y de descanso del alumnado con necesidades educativas especiales: uf2418*. Obtenido de Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Castillo, M. C. (2015). *Aplicación de los sistemas alternativos y aumentativos de comunicación: uf2277*. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com>

Clares, M. C., & Buitrago, F. Z. (1998). DIFICULTADES EN LA ADQUISICIÓN DE LA LECTO-ESCRITURA Y OTROS APRENDIZAJES.

Conchinha, C., Viegas, D. J., & Freitas, J. C. (2015). *Taller de formación robots y necesidades educativas especiales–NEE: La robótica educativa aplicada en contexto inclusivo*. Obtenido de Ubiuco Social: Aprendizaje con TIC.

Corona, R. L., Abarca, J. G., & Mares, C. J. (2014). *Sensores y actuadores : Aplicaciones con arduino*. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com>

Cuesta Cossío, N. (2015). LA ENSEÑANZA DE LA LECTOESCRITURA EN EDUCACIÓN INFANTIL: LA TRANSICIÓN DE LA ETAPA SILÁBICA A LA SILÁBICO-ALFABÉTICA. *Tesis de Grado*. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID, Palencia.

Cuevas, C. L. (2014). *Aplicación de los sistemas alternativos y aumentativos de comunicación: uf2277*. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/utnortesp/detail.action?docID=5214384>.

Diana, H. (2017). *Dificultades específicas de aprendizaje y otros trastornos*. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com>

Díaz, B., & Díaz Hernández, O. (septiembre de 2019). *Innovan sistema para que niños con discapacidad aprendan a leer y a escribir*. Obtenido de [http://www.innovacion.unam.mx/noticiero/noticia\\_182.html](http://www.innovacion.unam.mx/noticiero/noticia_182.html)

García Rodríguez, M. L., Gómez Sánchez, C., & Castro García, A. (5 de Septiembre de 2012). Habilidades metalinguísticas en Educación Infantil. *Congreso iberoamericano de las Lenguas en la educación y en la cultura.*

Gómez, L. Á., Duarte, A. M., & Merchán, V. (2009). *Conciencia fonológica y comportamiento verbal en niños con dificultades de aprendizaje.* Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com>

Google Maps. (2019). *Ubicación de Unidad Educativa "Agustín Cueva Dávila".* Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Unidad+Educativa+Agustín+Cueva+Dávila/@0.3264633,-78.1377026,19z/data=!4m5!3m4!1s0x8e2a3d1edd47ff4f:0x1126c2774e91a7be!8m2!3d0.3264633!4d-78.1371555>

Jacq, A., Lemaignan, S., García, F., Dillenbourg, P., & Paiva, A. (2016). Building successful long child-robot interactions in a learning context. *2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (págs. 239-246). Christchurch, New Zealand: IEEE.

José, L., & Ramos, S. (2004). ENSEÑAR A LEER A LOS ALUMNOS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL:UNA REFLEXIÓN SOBRE LA PRÁCTICA. *REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN* , 201-216.

Lourdes Garcia, A. (2013). La lectoescritura en Educación Infantil. (*Tesis de licenciatura*). Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

Maria Camila, P. B. (21 de Marzo de 2017). *Métodos de lectoescritura*. Obtenido de <http://camilapbeltran.blogspot.com/>

Martínez, C. E., Simón, P. M., García, S. M., Fernández, M. M., & Ortiz, C. M. (2015). *Didáctica de la Lengua Española en Educación Primaria*. Obtenido de Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Mártire, L., Grande, E. L., Lozada, M. C., Massarutti, J. H., Rapallini, J. A., & Cordero, M. C. (2010). INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y DESARROLLO DE ADAPTACIONES DE HARDWARE PARA ASISTENCIA A DIFERENTES NEE. *World Congress & Exhibition ENGINEERING*, (págs. 1-7). Buenos Aires.

MedlinePlus. (1 de Octubre de 2018). *MedlinePlus Información de salud para usted*. Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001526.htm>

Mejía, A. R. (2015). *Desarrollo psicocultural de niños mexicanos*. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com>

MinEduc. (2011). *ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS PARA ATENDER LAS NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES EN LA EDUCACIÓN REGULAR*. Quito: Editorial Ecuador.

MinEduc. (07 de Febrero de 2017). *Formatos de Planificación Curricular 2019 - Ministerio de Educación*. Obtenido de <http://www.forosecuador.ec/forum/ecuador/educaci%C3%B3n-y-ciencia/83079-formatos-de-planificaci%C3%B3n-curricular-2019-ministerio-de-educaci%C3%B3n>

Ministerio de Educación del Ecuador. (2013). *ADAPTACIONES CURRICULARES PARA LA EDUCACIÓN ESPECIAL E INCLUSIVA*. Obtenido de UNIDAD EDUCATIVA FERNANDEZ SALVADOR VILLACENCIO PONCE: [http://fesvip.edu.ec/assets/guia-adaptaciones-curriculares-3-\(1\).pdf](http://fesvip.edu.ec/assets/guia-adaptaciones-curriculares-3-(1).pdf)

Monsalves González, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, 32(90).

Montealegre, R., & Forero, L. A. (2006). Desarrollo de la lectoescritura: adquisición y dominio. *Acta colombiana de psicología*, 25-40.

Morales, M. B. (s.f.). *Materiales para terapia del habla y lenguaje*. Obtenido de <https://www.pinterest.com/pin/331296116310743872/>

MotionElements. (2019). *Música Gratis Para Videos De YouTube, Música Sin Copyright*. Obtenido de <https://www.motionelements.com/es/free/background-music>

NEXTION. (15 de abril de 2016). *Nextion NX4024T032 - Generic 3.2" HMI TFT LCD Touch Display Module*. Obtenido de <https://www.itead.cc/nextion-nx4024t032.html>

Ovejero, B. (7 de julio de 2015). *Aprendizaje con robots*. Obtenido de <https://www.biblogtecarios.es/beatrizovejero/aprendizaje-robots/>

Palao, S. (2019). Obtenido de Perro pictograma: <http://educasaac.educa.madrid.org/fichas/perro>

Redondo, G. J. (2012). *Manual electrónica digital ii. formación para el empleo*. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com>

Rivera Melena, B. A. (2013). Medios didácticos y su relación con la creatividad de los niños y niñas de primer grado, del centro de educación general básica "Ciudad de Ibarra" del cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana, periodo lectivo 2013-2014. Lieneamientos alternativos. *Trabajo de Grado*. Universidad Nacional de Loja, Loja.

Salas, A. S. (01 de enero de 2015). *Todo sobre sistemas embebidos : Arquitectura, programación y diseño de aplicaciones prácticas con el pic18f*. Obtenido de Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Sánchez, M. G., Moreno, A. R., & Torres, R. H. (2014). El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico. *Ciencia y tecnología, 1(14)*.

Suárez Cárdenas, A. I., Pérez Rodríguez, C. Y., Vergara Castaño, M. M., & Alférez Jiménez, V. H. (2015). Desarrollo de la lectoescritura mediante TIC y recursos educativos abiertos. *Apertura, 1-13*.

SUNFOUNDER. (3 de junio de 2017). *Raspberry Pi Lithium Battery Power Pack*. Obtenido de [http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=Raspberry\\_Pi\\_Lithium\\_Battery\\_Power\\_Pack](http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=Raspberry_Pi_Lithium_Battery_Power_Pack)

Tamarit, J. (1988). Sistemas Alternativos de Comunicación en autismo: algo más que una alternativa. *Alternativas para la Comunicación, 6, 3-5*.

Tavera Chávez, J. D. (2016). *Diseño instruccional para el uso de multimedios en el aula para la adquisición de la lectura*. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com>

Ultimaker. (16 de mayo de 2017). *Ficha de datos técnicos ABS*. Obtenido de <https://ultimaker.com/download/67619/TDS%20ABS%20v3.011-spa-ES.pdf>

Ultimaker. (16 de mayo de 2017). *Ficha de datos técnicos PLA*. Obtenido de <https://ultimaker.com/download/67583/TDS%20PLA%20v3.011-spa-ES.pdf>

Uribe, E. (2013). *La importancia del material didáctico*. Obtenido de [http://intranet.unab.edu.co/AdministracionNoticias/Archivos/importancia\\_14955434.pdf](http://intranet.unab.edu.co/AdministracionNoticias/Archivos/importancia_14955434.pdf)

Vicente, M. (2009). *Las dificultades en la lecto-escritura*. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com>

Vygotsky, L. S. (1931). Historia del Desarrollo de las Funciones Psíquicas Superiores. *Obras Escogidas Tomo III*, 183-206.

walkera1usa. (2019). *Avión RC 3.7V 1S Li-po batería LiPo Indicador Pantalla Led Board RC III E*. Obtenido de <https://www.ebay.com/itm/RC-Aircraft-3-7V-1S-Li-Po-LiPo-Battery-Indicator-Display-LED-Board-RC-III E/113729382108?epid=758197544&hash=item1a7acca6dc:g:WjoAAOSwjBVcwsvS>



## **Anexo 01: Primera Encuesta**

### **Justificación de las preguntas realizadas en la Encuesta N°1**

#### *Pregunta 1*

En base a la investigación previa del capítulo II sobre la importancia del material didáctico, surge la interrogante ¿Existe las herramientas necesarias para la enseñanza de lectoescritura en la institución?, siendo un elemento indispensable para complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la adquisición de la lectoescritura.

#### *Pregunta 2*

Los niños con Necesidades Educativas Especiales en las instituciones cada vez son más frecuentes desde que existe el proyecto de inclusión en las instituciones educativas ordinarias propuesto por el Ministerio de Educación del Ecuador, y en base a la falta de información de los niños con NEE en la institución, se vuelve necesaria la interrogante ¿Existen nuevos alumnos con NEE y cuantos son?, esta pregunta permitirá determinar la población actual de alumnos con NEE dentro de los primeros años de básica de la UEACD.

#### *Pregunta 3*

Como antecedente de los últimos años en la institución UEACD se han presentado casos de discapacidad intelectual y otros trastornos asociados, con la intención de identificar las discapacidades que presentan los niños con NEE de los primeros años de básica, surge la interrogante ¿Cuáles son las discapacidades que presentan los alumnos con NEE en la institución?

*Pregunta 4*

En base a la investigación teórica encontrada sobre los niños con discapacidad intelectual y autistas, en relación con la enseñanza de la lectoescritura, surge la interrogante ¿Todos los alumnos con DI y Autismo en la institución presentan problemas en la enseñanza de la lectoescritura?

*Pregunta 5*

Dentro de los problemas que presentan los niños con discapacidad intelectual y autistas son en la comunicación, ya que su lenguaje y habilidad social no se desarrollan como los demás niños, para lo cual existen estrategias que permiten solucionar este problema pero que requieren de capacitación del docente, la pregunta cinco tiene la intención de verificar si existen problemas de comunicación entre docente y estudiante.

*Pregunta 6*

La pregunta seis está relacionadas a la pregunta cinco ya que se quiere conocer los problemas de comunicación entre los niños con discapacidad intelectual y autistas con los docentes, esta pregunta permitirá establecer parte de la metodología con la que deberá trabajar la herramienta educativa para estos estudiantes.

*Pregunta 7*

La escala que propone el Ministerio de Educación del Ecuador aplica para los niños con NEE con el fin de evaluar sus avances en relación con los demás, por lo cual surge la interrogante ¿En qué escala de aprendizaje de la lectoescritura se encuentran actualmente

los niños con NEE?, esta pregunta permite conocer de manera general los aprendizajes del niño en lectoescritura.

#### *Pregunta 8*

En vista que los docentes presentan problemas con la lectoescritura en pequeños grupos de niños y a la falta de información por los padres de familia para realizar la evaluación respectiva para el diagnóstico de niños con trastornos permanentes y temporales, surge la interrogante ¿Podrían existir más niños con NEE que no hayan sido valorados?

#### *Pregunta 9*

Con el motivo de conocer la metodología con la que está familiarizado y trabaja cada docente de primero a cuarto de básica de la institución, se plantea la pregunta nueve, ya que cada docente es libre de escoger su metodología de enseñanza para su grupo de alumnos.



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

#### CIERCOM

#### ENCUESTA DIRIGIDA A DOCENTES ENCARGADOS DE 1er a 3ro DE BÁSICA

Esta encuesta va dirigida a los docentes de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila” con la finalidad de levantar información de los problemas actuales que tienen los niños con NEE (Necesidades Educativas Especiales) en la adquisición de la lectoescritura.

1. Considera que existen las herramientas necesarias para la enseñanza de la lectoescritura en la institución.

- a. Si
- b. No

2. En el grado que usted está a cargo existe alumnado con NEE asociadas a una discapacidad, valorados por alguna organización.

- a. Si
- b. No

Si su respuesta es afirmativa indique cuantos alumnos .....

\*Nota: Si su respuesta es negativa pase a la pregunta 8, caso contrario continúe con la siguiente pregunta.

3. ¿Cuál es la discapacidad que presentan sus alumnos con NEE?

- a. Sensorial (visual o auditiva)
- b. Física o Motora
- c. Multidiscapacidad
- d. Autismo
- e. Discapacidad intelectual

\*Nota: En el caso que la discapacidad de su alumnado sea Autismo o Discapacidad intelectual, continúe con la siguiente pregunta de otra forma pase a la pregunta 9.

4. Sus alumnos con Autismo o Discapacidad intelectual han presentado problemas en la enseñanza de la lectoescritura.

- a. Si
- b. No

5. Tiene problemas para comunicarse con sus alumnos con autismo o discapacidad intelectual.

- a. Si
- b. No

\*Nota: Si su respuesta es negativa pase a la pregunta 7.

6. Que tipos de problemas tiene para comunicarse con sus alumnos con autismo o discapacidad intelectual.

- a. Seguir instrucciones
- b. Comprender conceptos
- c. Su lenguaje es limitado

Alguna otra: .....

7. En que escala de aprendizaje puede catalogar a su alumno con NEE en el proceso de adquisición de lectoescritura.

- a. D.A.R.
- b. A.A.R.
- c. P.A.A.R
- d. N.A.A.R

8. Cree que existe alumnado con NEE que aún no han sido valorados

- a. Si
- b. No

9. Que metodología utiliza para la enseñanza de lectoescritura.

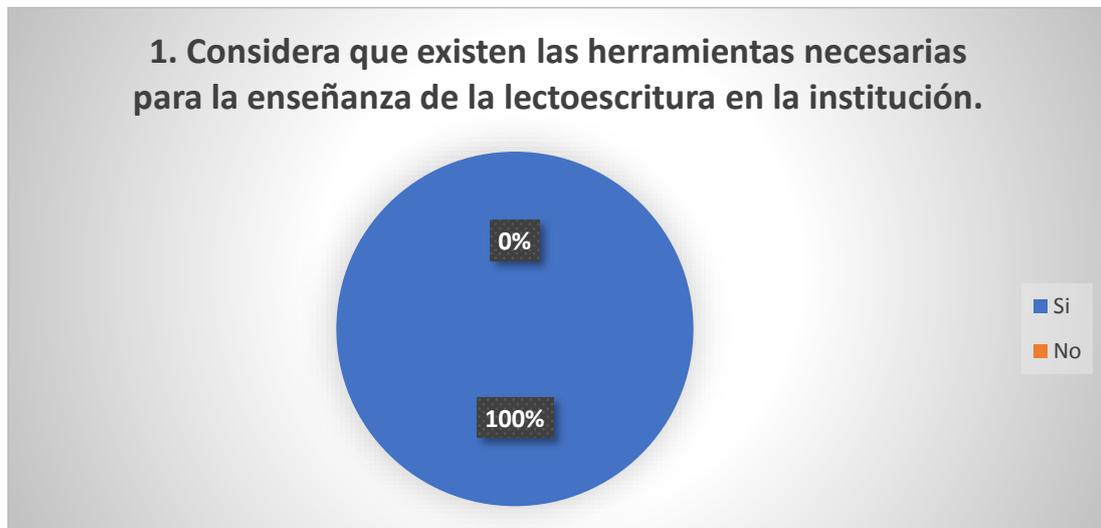
- a. Método Sintético
- b. Método Analítico
- c. Método Global o Mixto

Si utiliza alguna otra, menciónela .....

¡¡Muchas gracias por su tiempo y atención!!

## Anexo 02: Tabulación de Primera Encuesta

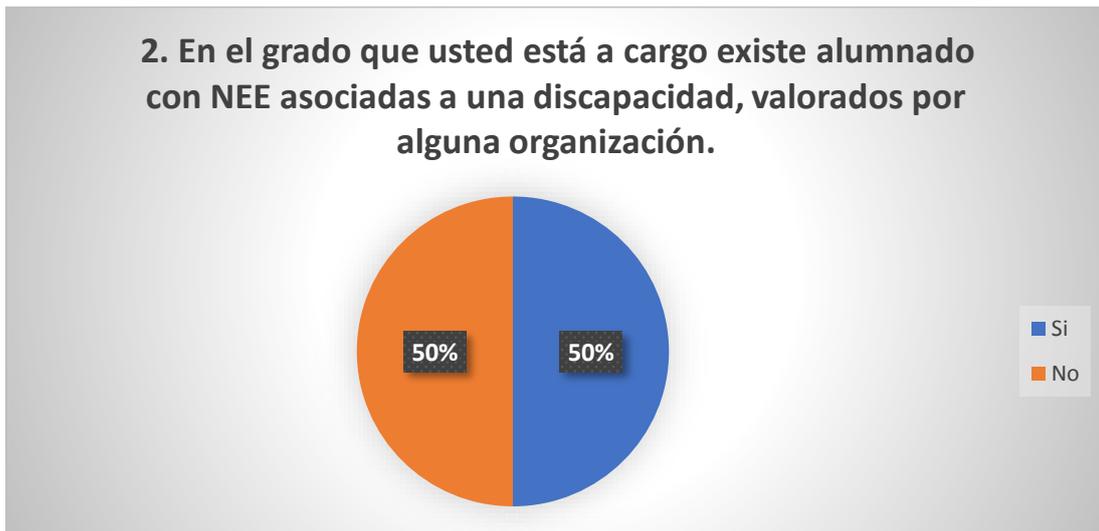
### Tabulación de Datos de la encuesta N°1



*Figura 103. Resultados de la primera pregunta de la encuesta N°1.*

*Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.*

Como resultado de la encuesta en la pregunta uno se determina que el 100% de docentes encargados de primero a cuarto año de básica consideran que no existen las herramientas necesarias para la enseñanza de lectoescritura en la institución.



*Figura 104. Resultados de la segunda pregunta de la encuesta N°1.*

*Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.*

Como resultado de la encuesta para la pregunta dos se determina que el 50% de los grados de básica de primero a cuarto tiene por lo menos un estudiante con necesidades educativas especiales asociadas a una discapacidad.



*Figura 105. Resultados de la tercera pregunta de la encuesta N°1.*

*Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.*

En la pregunta tres se determina que el 75% del grupo de necesidades educativas presentan discapacidad intelectual y el 25% autismo, descartando demás discapacidades entre los grados de primero a cuarto de dicha institución.



*Figura 106. Resultados de la cuarta pregunta de la encuesta N°1.*

*Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.*

En la pregunta cuatro se determina que el 100% de los niños con Autismo y discapacidad intelectual presentan problemas en la enseñanza de lectoescritura, siendo requerida una ayuda inmediata a este problema dentro de la institución.



Figura 107. Resultados de la quinta pregunta de la encuesta N°1.

Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.

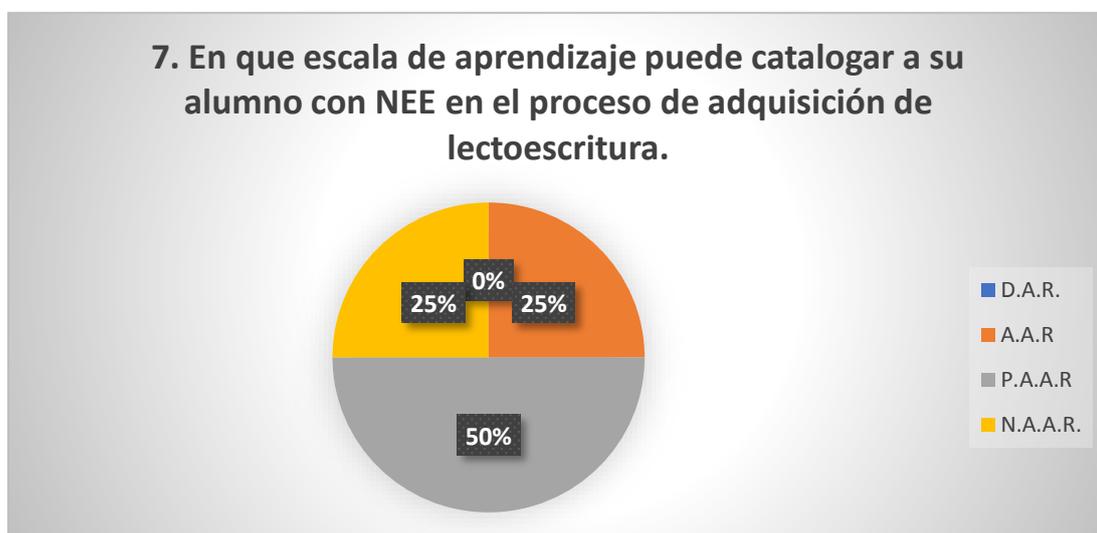
En la pregunta cinco se determina que el 50% de los docentes tienen problemas para comunicarse con sus alumnos con discapacidad intelectual y autistas. Siendo requerida una ayuda para que ambas partes puedan relacionarse en el proceso de aprendizaje.



Figura 108. Figura 37. Resultados de la sexta pregunta de la encuesta N°1.

Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.

En la pregunta seis se determinan que los problemas de comunicación con los niños con discapacidad intelectual y autismo pueden ser por diversos motivos como en el seguimiento de instrucciones, la comprensión de conceptos, un lenguaje limitado y otras que limitan el dialogo entre docente-estudiante.



*Figura 109. Resultados de la séptima pregunta de la encuesta N°1.*

*Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.*

En la pregunta siete se determina el grado de aprendizaje en el proceso de adquisición de lectoescritura que actualmente tienen los niños con discapacidad intelectual y autistas, dando como resultado que 25% de estos estudiantes no alcanza los aprendizajes requerido pero un 50% de estos niños esta Próximo alcanzar los aprendizajes requeridos y un 25% alcanza los aprendizajes requeridos, pero no los domina.

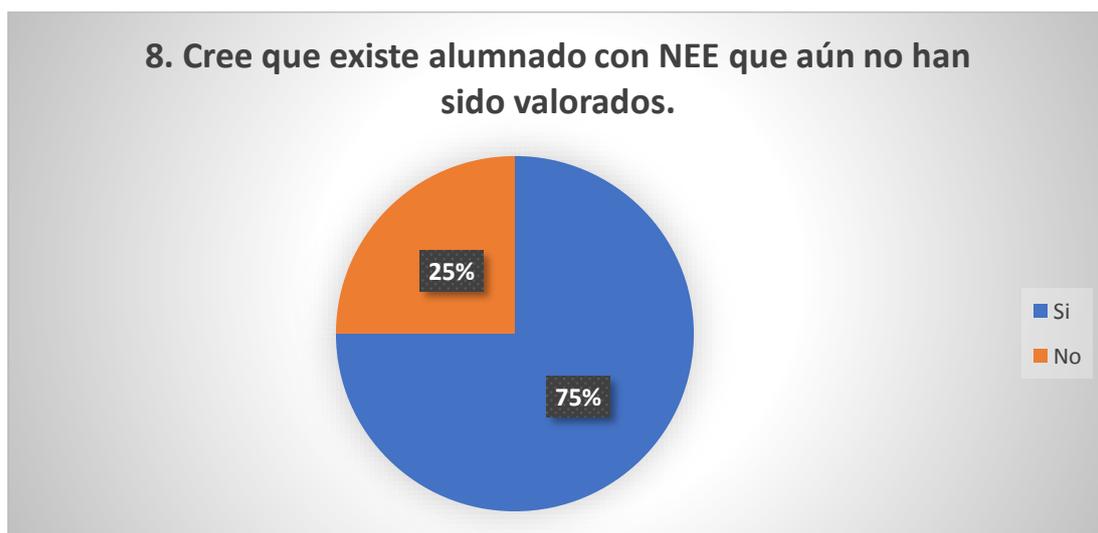


Figura 110. Resultados de la octava pregunta de la encuesta N°1.

Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.

En la pregunta ocho se determina que un 75% de los docentes de primero a cuarto consideran que dentro de su grado pueden existir alumnado con Necesidades Educativas Especiales, siendo no necesariamente que haya posibles casos de discapacidad intelectual o autista, pero sin descartar dichas posibilidades.



Figura 111. Resultados de la novena pregunta de la encuesta N°1.

Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.

En la pregunta 9 se determina que el 56% de los docentes de primero a cuarto utilizan como metodología de enseñanza el método global o mixto, como un 33% que utiliza el método analítico y un 11% consideran utilizar otra metodología a las expuestas en la encuesta, pero que están relacionadas con el método global.

## **Anexo 03: Segunda Encuesta**

### **Justificación de las preguntas realizadas en la Encuesta N°2**

#### *Pregunta 1*

Esta pregunta tiene como objetivo determinar la funcionalidad de la herramienta, ya que existen dos alternativas para ser manejadas por la herramienta, que son desarrollar la individualidad del niño o contribuir en el desarrollo de sus habilidades sociales.

#### *Pregunta 2*

La pregunta dos tiene la intención de establecer las limitaciones de la herramienta, donde se pregunta al docente si el niño podrá interactuar con la herramienta de manera de manera autónoma o con guía del docente.

#### *Pregunta 3*

Esta pregunta está diseñada para determinar el tamaño aproximado que deberá tener el juguete en relación con el presupuesto destinado para este proyecto, las medidas se las ha planteado en base al tamaño de componentes disponibles en el mercado.

#### *Pregunta 4*

Como parte de las funcionalidades de la herramienta es necesario determinar el género y voz del juguete, para que los estudiantes tengan facilidad en el seguimiento de instrucciones que se plantearan por parte de la herramienta.

*Pregunta 5*

En esta pregunta se determina uno de los aspectos más importantes para el desarrollo del hardware, siendo el tamaño del tablero donde más trabajara el niño con NEE, por tanto, se ha considerado las recomendaciones de los docentes y especialistas de la UEACD, los tamaños que se han planteado son de acorde al presupuesto del proyecto y a los tamaños comerciales existentes.

*Pregunta 6*

Para determinar parte de la metodología y funcionalidad del juguete, es necesario conocer el tiempo de uso que tendrá el juguete en cada sesión, ya que esto contribuirá con el desarrollo del software y parte del hardware cómo será el diseño eléctrico.



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

**CIERCOM**

**ENCUESTA PREVIA A LA OBTENCIÓN DE REQUISITOS DE  
STAKEHOLDERS (INVOLUCRADOS)**

Esta encuesta va dirigida a los docentes, padres de familia, autoridades y especialistas de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”, para el análisis de las necesidades que deberá cumplir la herramienta educativa para el proceso de adquisición de la lectoescritura enfocada los niños con NEE asociadas a la discapacidad intelectual y autismo.

1. Cree que la herramienta deba trabajar de manera:
  - a. Individual, únicamente con el niño.
  - b. Con un pequeño grupo de niños.  
Cuántos como máximo: .....
  
2. Cree que la intervención del docente mientras el niño juega con la herramienta deba ser de una manera:
  - a. Transparente para el niño.
  - c. Con guía del docente directamente.
  
3. La herramienta educativa está destinada a tener la forma de un robot, pero que tamaño estima usted que sea el adecuado para trabajar con los niños:
  - a. pequeño 20 cm
  - b. mediano 30 cm
  - c. grande >30 cm
  
4. Con qué tipo de género cree usted que su alumno/hijo estaría más familiarizado para seguir instrucciones.
  - a. Masculino
  - b. Femenino
  
5. Cómo deberían ser los tableros de la herramienta para que su alumno/hijo pueda dibujar letras y palabras cortas.

- a. Pequeño 9x8 cm
- b. Mediano 13x8 cm
- c. Grande 18x8 cm

6. Cuánto tiempo al día cree que debería interactuar el niño con la herramienta educativa.

- a. Media hora
- b. Una hora
- c. Dos horas
- d. Más de dos horas

¡¡Muchas gracias por su tiempo y atención!!

## Anexo 04: Tabulación de Segunda Encuesta

### Tabulación de Datos

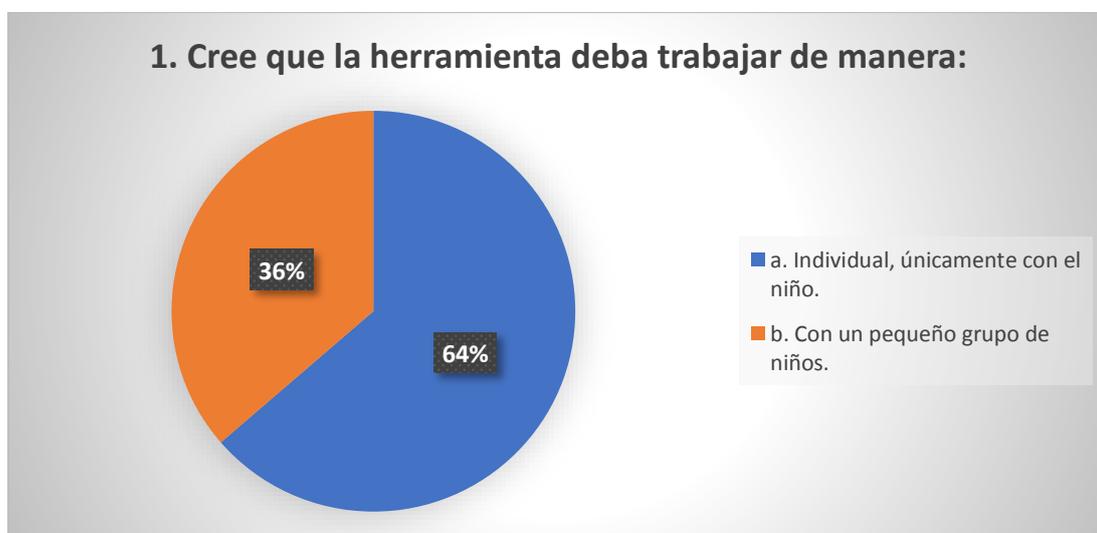


Figura 112. Resultados de la primera pregunta de la encuesta N°2.

Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.

El 64% de los stakeholders consideran que la herramienta deba trabajar de manera individual con el niño, por diversos motivos que están ligados a las características de cada uno de los niños con NEE.



Figura 113. Resultados de la segunda pregunta de la encuesta N°2

Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.

El 82% de los stakeholders considera que la intervención del docente mientras el niño interactúa con la herramienta, deberá ser con la guía del directamente y no desapercibida para el niño. Por razones de orden y control de las actividades que ellos consideran prioritarias.

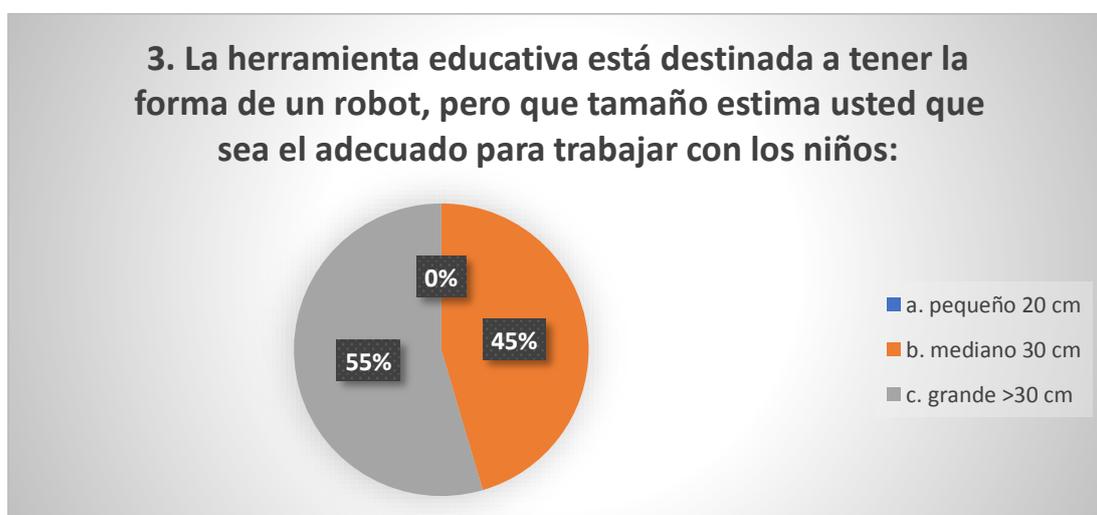


Figura 114. Resultados de la tercera pregunta de la encuesta N°2

Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.

El 55% de los stakeholders sugieren que el juguete deba ser de tamaño grande superior a los 30 cm y el 45% de ellos cree que deba ser de tamaño mediano cerca a los 30 cm de altura, como conclusión su diseño estará alrededor de estas medidas sugeridas.

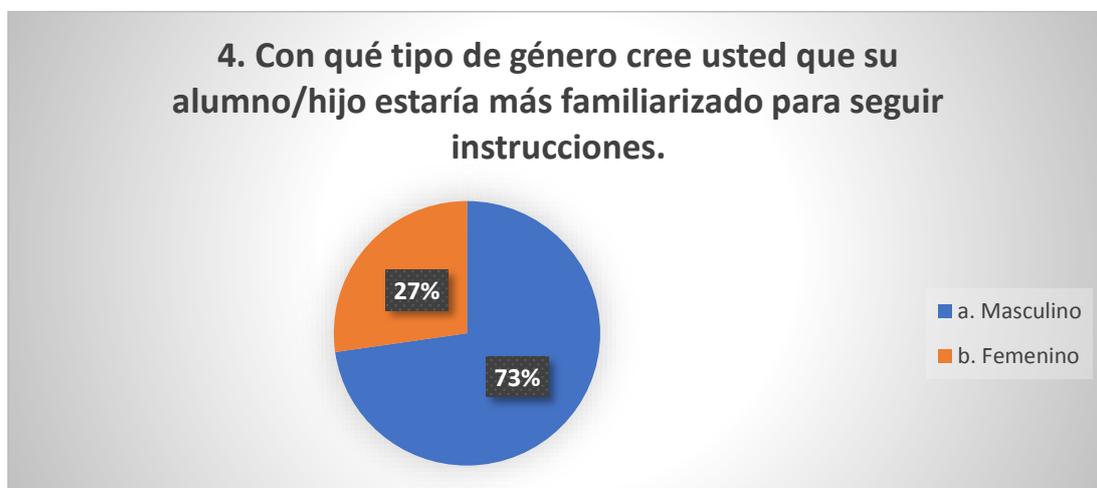


Figura 115. Resultados de la cuarta pregunta de la encuesta N°2

Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.

El 73% de los encuestados sugieren que el género del juguete deba ser masculino para el seguimiento de instrucciones, por motivos de experiencia en su ambiente educativo.

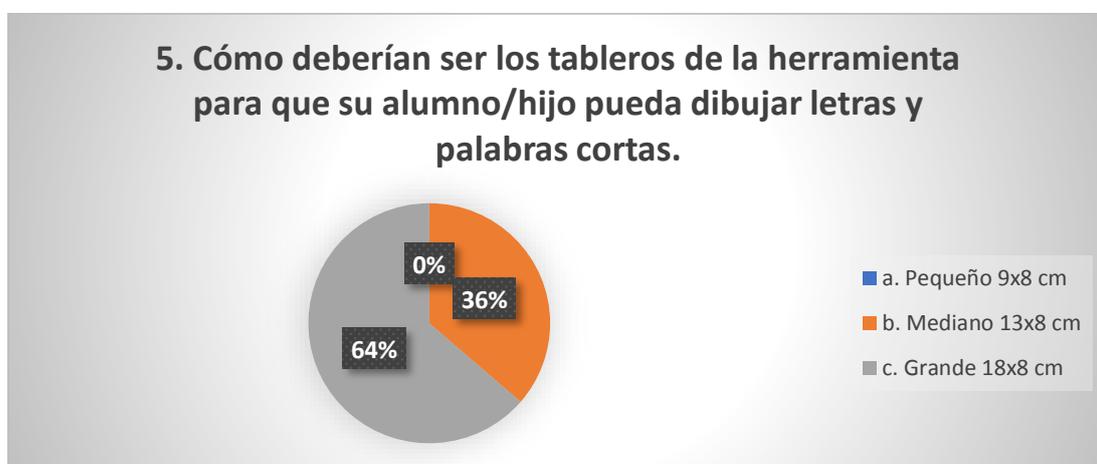
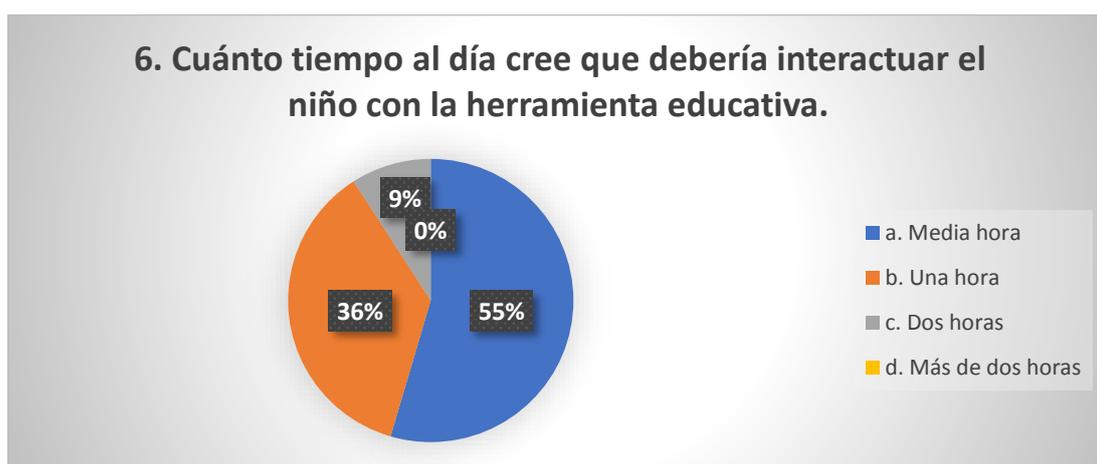


Figura 116. Resultados de la quinta pregunta de la encuesta N°2

Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.

El 64% consideran que el tamaño de la pantalla con la que interactuara el juguete deba ser grande, teniendo en cuenta los tamaños actuales del mercado en este tipo de pantallas se escoge la de mayor tamaño que es de 7'' (18x12 aprox), y un 36% consideran que la pantalla mediana sería adecuada para su trabajo. Como conclusión se escogerá la pantalla de mayor tamaño ya que los profesionales consideran que sea amplia para que no exista problemas en su manejo y por la motricidad del niño.



*Figura 117.Figura 46. Resultados de la sexta pregunta de la encuesta N°2.*

*Fuente: Obtenido de docentes de la UEACD.*

Los stakeholders incluidos docentes y padres de familia consideran que es el tiempo que se trabaje con la herramienta deba ser de una media hora a una hora como máximo, para la realización de actividades educativas. Tomando en cuenta la capacidad de concentración de los alumnos con NEE.

## Anexo 05: Lenguajes de Programación

### Lenguajes de Programación

#### 1. Lenguaje Python

Aplicado en diversos campos de muy diferente naturaleza, debido a su flexibilidad para incorporar código escrito en otros lenguajes, con bibliotecas potentes que permiten extender su capacidad. Utilizado en el área científica en proyecto de alto nivel.

##### *Características:*

- Python interpretado hace referencia a que el código escrito es traducido instrucción por instrucción por su interprete. Es posible mediante el uso de scripts una programación similar a un lenguaje compilado, dando como resultado un lenguaje pseudocompilado.
- Python está basada en la programación orientada a objetos, donde todos los datos de Python son objetos, haciéndolo gran potente para muchas aplicaciones.
- Es multiplataforma, es soportado en gran variedad de sistemas operativos como en Windows, GNU/LINUX, Mac OS X, BeOS, etc.
- Es software libre y su descarga es gratuita, incluyendo documentación y herramientas complementarias.
- Lenguaje de propósito general, interpretado y orientado a objetos.
- Sintaxis simple y limpia, de fácil lectura, mantenimiento y extensión.
- Posee potentes y extensibles librerías.
- Lenguaje de Propósito general

## 2. Lenguaje C++

C++ es un lenguaje imperativo orientado a objetos derivado del C. En realidad, un superconjunto de C, que nació para añadirle cualidades y características de las que carecía. El resultado es que, como su ancestro, sigue muy ligado al hardware subyacente, manteniendo una considerable potencia para programación a bajo nivel, pero se le han añadido elementos que le permiten también un estilo de programación con alto nivel de abstracción.

### *Características:*

- Maneja Punteros (variables que contienen direcciones de otras variables).
- Entrada/Salida Programada (intercambio entre procesador y módulo de entrada y salida), este no forma parte del lenguaje, pero proporciona a través de una biblioteca de funciones.
- Permite la separación de un programa en módulos que admiten compilación independiente.
- Detección pobre de errores.
- Maneja funciones de alto de nivel y de bajo nivel, siendo considerado un lenguaje de nivel intermedio. (Generar programas eficientes)
- Soporta plataformas como WINDOWS y LINUX
- Permite realizar aplicaciones en tiempo real.
- Lenguaje de programación estructurada y orientado a objetos.
- Lenguaje didáctico para aprender demás lenguajes de programación
- Potente y robusto para crear sistemas complejos.
- Es un lenguaje compilado.

- Tiene un conjunto completo de instrucciones de control.

### Comparativa ente Python y C++

	Python	C++
<b>Recolección de basura</b>	Soporta recolección de basura	No soporta recolección de basura
<b>Uso</b>	Fácil escritura de código	Más complejo que Python, debido a su compleja sintaxis
<b>Interpretado</b>	Ejecutado a través de un interprete	C++ es pre-compilado
<b>Rápido Prototipado</b>	Prototipado rápido, menor escritura de código.	No es posible un prototipado rápido, requiere mayor escritura de código.
<b>Instalación</b>	Multiplataforma	Multiplataforma
<b>Alcance de variables</b>	Las variables son accesibles incluso fuera del bucle.	El alcance de las variables se limita dentro de los bucles.
<b>Funciones</b>	Las funciones no tienen restricciones en los tipos de argumentos y tipos de valores de retorno.	Las funciones pueden aceptar y retornar los tipos de valores que son definidos.
<b>Eficiencia</b>	Fácil de mantener, orientado a objetos y simple de usar.	Menos limpio y manejable en comparación a Python.
<b>Naturaleza</b>	Lenguaje dinámicamente tipado.	Lenguaje estáticamente tipado.

Fuente: modificado de <https://www.educba.com/python-vs-c-plus-plus/>

## **Lenguajes Compilados**

El código fuente que se escribe en un lenguaje de alto nivel, el cual es compilado para que este se traduzca en un código ejecutable y sea enviado al hardware como código máquina. Este proceso se llama compilación y los que utilizan este mecanismo se llaman lenguajes compilados.

## **Lenguaje Interpretado**

Ejecuta las instrucciones del código fuente directamente de manera secuencial, sin compilarlas en el momento, haciendo uso de elementos ya compilados previamente, dicho lenguajes son los interpretados.

## **Lenguaje de programación de alto nivel**

Es un lenguaje de alto nivel, es mucho más fácil de entender y manejar, reduce en gran medida el código fuente del programa, el cual se traduce a código máquina haciendo que el hardware puede ejecutar las instrucciones solicitadas a una mejor velocidad de procesado.

## Anexo 06: Descripción de Hardware

### Placas electrónicas

- *Raspberry Pi 3 Modelo B*

Esta es una versión todavía comercial lanzada en el año 2016 incorpora una velocidad de procesamiento de 1.2GHz, también posee tecnologías inalámbricas como es 802.11n en la banda de 2.5Ghz, adicional a esto incluye también tecnología Bluetooth 4.1 BLE para un menor consumo energético.

A continuación, en la figura 119 se presenta la placa raspberry pi 3 B, indicando sus puertos e interfaces que posee este hardware.

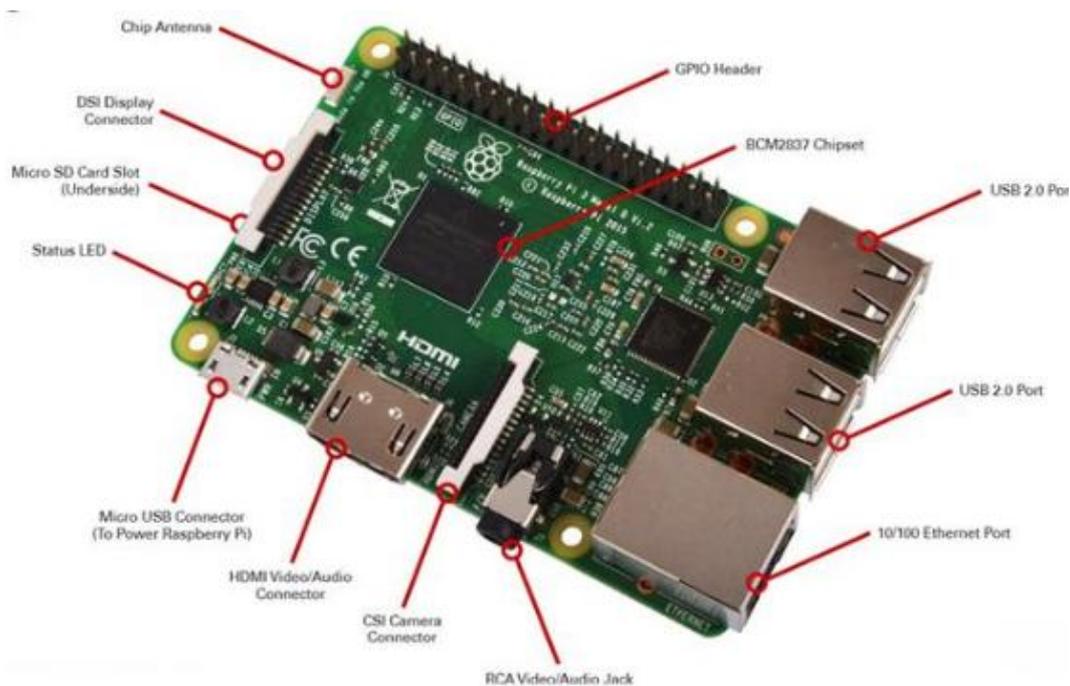


Figura 118. Placa de desarrollo Raspberry pi 3 B+.

Fuente: <https://shop.mchobby.be/raspberry-pi-3/1326-raspberry-pi-3-b-plus-de-stock--3232100013261.html>

Para la alimentación de este dispositivo se necesita un voltaje estable de 5v a 1.4 A DC, este dispositivo se encuentra disponible en las tiendas electrónicas a un costo de \$70 sin incluir su cargador y memoria de almacenamiento.

A continuación, en la tabla 34 se presentan las características más importantes de este modelo.

Tabla 34  
*Especificaciones técnicas de Raspberry Pi 3 + modelo 2018.*

<b>Características</b>	
<b>Precio</b>	\$43
<b>Procesador</b>	Broadcom BCM2837, Cortex-A53 64-Bit SoC @ 1.2GHz
<b>Memoria RAM</b>	1GB LPDDR2 SDRAM
<b>WLAN</b>	2.4GHz, IEEE 802.11.n wireless
<b>Bluetooth</b>	Bluetooth 4.1 BLE
<b>LAN</b>	10/100Mbit/s Ethernet Port
<b>Puertos</b>	4 × USB 2.0
<b>Acceso</b>	Extended 40-pin GPIO header
<b>Interfaces para video y sonido</b>	1 × full size HDMI; DSI display; CSI camera port; 4 pole estéreo output and composite video port
<b>Multimedia</b>	H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
<b>Dimensiones</b>	85.6 x 56.5 x 17 (mm)
<b>Consumo</b>	5v/300mA - 1.3A DC power

Fuente: Modificado de <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>



Esta placa se la puede adquirir en las tiendas electrónicas al precio de \$30 sin incluir cargador y memoria de almacenamiento.

Tabla 35  
*Especificaciones técnicas de Raspberry Pi Zero W modelo 2017.*

Características	
Precio	\$30
Procesador	Broadcom BCM2835 single core 1 GHz
Memoria RAM	512 Mb
WLAN	Wi-Fi 802.11b / g / n
Bluetooth	Bluetooth 4.1 BLE
LAN	No Dispone
Puertos	2x micro USB ports (one for power)
Acceso	Extended 40-pin GPIO header
Interfaces para video y sonido	mini HDMI port; CSI camera port
Multimedia	Video composite
Dimensiones	65 x 30 x 5 (mm)
Consumo	5v/350 mA

Fuente: Modificado de <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>

### **Pantallas Serial TFT**

- *Pantalla LCD TFT uLCD-32PT*

Las pantallas LCD TFT permiten visualizar objetos, imágenes, videos, etc. Una de las aplicaciones que tienen estos dispositivos son la creación de interfaces HMI (Interfaz Humano Maquina), estas interfaces pueden ser manejadas mediante comunicación serial

y son totalmente programables. El módulo uLCD-32PT está diseñada para facilitar la integración y uso de múltiples aplicaciones, son pantallas táctiles resistivas y pueden ser programables con el IDE Workshop4 para crear interfaces HMI.

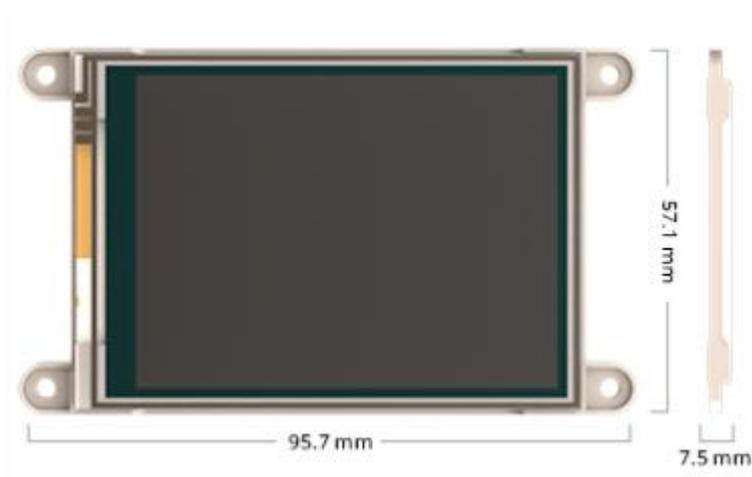


Figura 120. Pantalla serial HMI uLCD-32PT.

Fuente: [https://www.4dsystems.com.au/product/gen4\\_uLCD\\_32PT/](https://www.4dsystems.com.au/product/gen4_uLCD_32PT/)

El tamaño de esta pantalla es de 3.2'' con las dimensiones de (95.7x57.1) mm y posee una interfaz USER I/O que integra 30 pines para el manejo de otros dispositivos electrónicos y comunicación serial para elementos como microcontroladores o procesadores.

A continuación, en la tabla 36 se presentan las especificaciones técnicas del dispositivo uLCD-32PT.

Tabla 36  
Especificaciones técnicas de pantalla uLCD-32PT.

Características	
Precio	\$55
Color	RGB 65K

---

Dimensiones	95.7(L)x57.1(W)x6.3(H) mm
Resolución	240x320
Touch type	Resistiva
Vida promedio	30000
Voltaje	4.0V to 5.5V
Consumo	160 mA
Memoria FLASH	14KB
Memoria RAM	14KB of SRAM
Puerto Serial	Modulo gen4-IB
SD Card Socket	Max 32GB

---

Fuente: [https://www.4dsystems.com.au/productpages/gen4-uLCD-32PT/downloads/gen4-uLCD-32PT\\_datasheet\\_R\\_1\\_4.pdf](https://www.4dsystems.com.au/productpages/gen4-uLCD-32PT/downloads/gen4-uLCD-32PT_datasheet_R_1_4.pdf)

Esta pantalla LCD necesita un módulo que se conecta a la interfaz USER I/O, que maneja los pines de comunicación serial, utilizados para grabar los programas creados en el IDE workshop4, adicionalmente para el manejo de pines GPIO se necesita otro modulo que permite manejar los 30 pines del controlador de la palca.

- *Pantalla LCD TFT Nextion NX3224T032*

Es una de las mejores soluciones para la creación de interfaces HMI permitiendo proporcionar interfaces de control y visualización. Diseñadas especialmente para IoT y al campo de la electrónica de consumo. Esta marca posee su propio software para el diseño de interfaces HMI llamado Nextion Editor, este dispositivo es de bajo consumo energético y tiene modos de configuración para ahorro de energía (Modo Descanso).

Este dispositivo está conformado por una Unidad de Procesamiento gráfico (GPU), interfaz UART para la comunicación serial, Flash Memory y un sensor táctil (vesase en la figura 24). El modelo 3.2'' NX3224T032 corresponde a la versión básica de los componentes que ofrece la compañía Nextion.

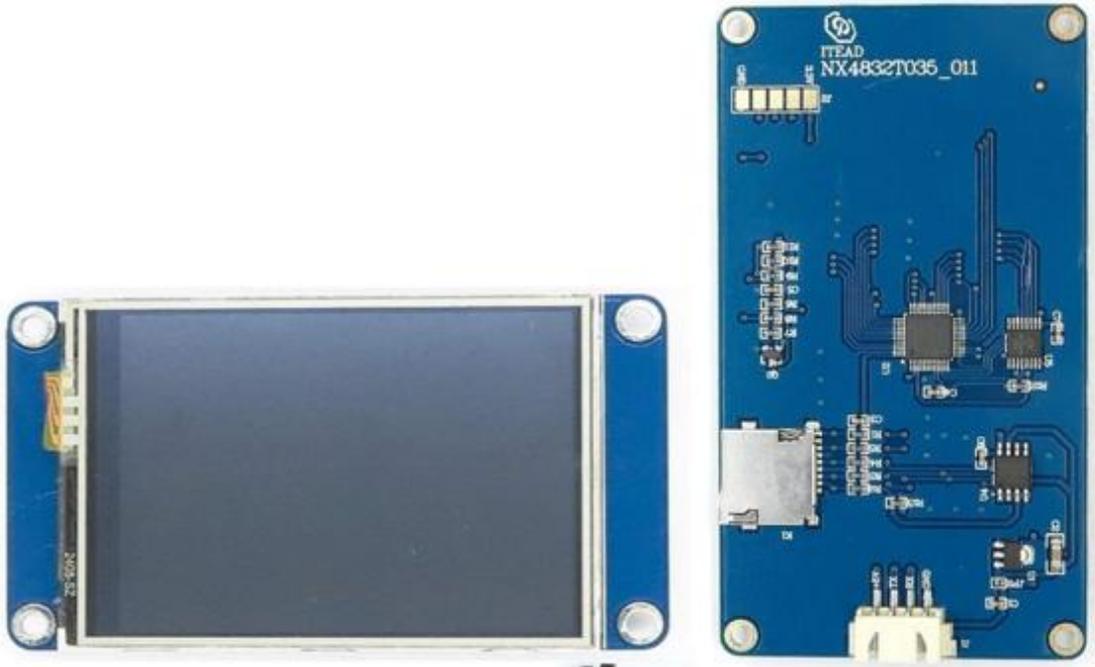


Figura 121. Pantalla Nextion NX2024T032\_011R

Fuente: [https://nextion.itead.cc/resources/datasheets/nx4024t032\\_011/](https://nextion.itead.cc/resources/datasheets/nx4024t032_011/)

El modelo Nextion NX2024T032\_011R al ser un modelo básico posee una pantalla resistiva que la hace no muy precisa para manejo táctil, pero que permite interactuar con el usuario. En la tabla 37 se muestran las especificaciones técnicas del modelo Nextion NX2024T032\_011R.

Tabla 37  
*Especificaciones Técnicas de pantalla NX2024T032\_011R.*

Características	
Precio	\$40
Color	64K 65536 colors – 16 bit 565, 5R-6G-5B
Dimensiones	95(L)×47.6(W)×5.8(H) mm
Resolución	400×240 pixeles
Touch type	Resistiva
Vida promedio	>30,000 horas
Voltaje	4.7/5/7 v
Consumo	Activo 85mA / Descanso 15mA
Memoria FLASH	4MB
Memoria RAM	3584 BYTES
Puerto Serial	4Pin_2.54mm
SD Card Socket	Max 32G Micro SD Card

Fuente: [https://nextion.itead.cc/resources/datasheets/nx4024t032\\_011/](https://nextion.itead.cc/resources/datasheets/nx4024t032_011/)

### **Pantallas TFT táctiles de alta resolución**

- Pantalla LCD TFT Touch 5 inch Capacitive

Este componente es un periférico que permite mostrar contenido multimedia siendo compatible con la placa electrónica raspberry Pi seleccionada anteriormente, en esta pantalla se mostrará el Sistema Operativo (SO) y el software con su contenido educativo permitiendo interactuar con el alumno ya que será táctil. Para que el niño pueda tener una mejor experiencia de interactividad se han seleccionado modelos que sean capacitivos ya que permiten mayor precisión con el puntero.

A Continuación, en la figura 25 se muestran los elementos y dimensiones de este dispositivo,

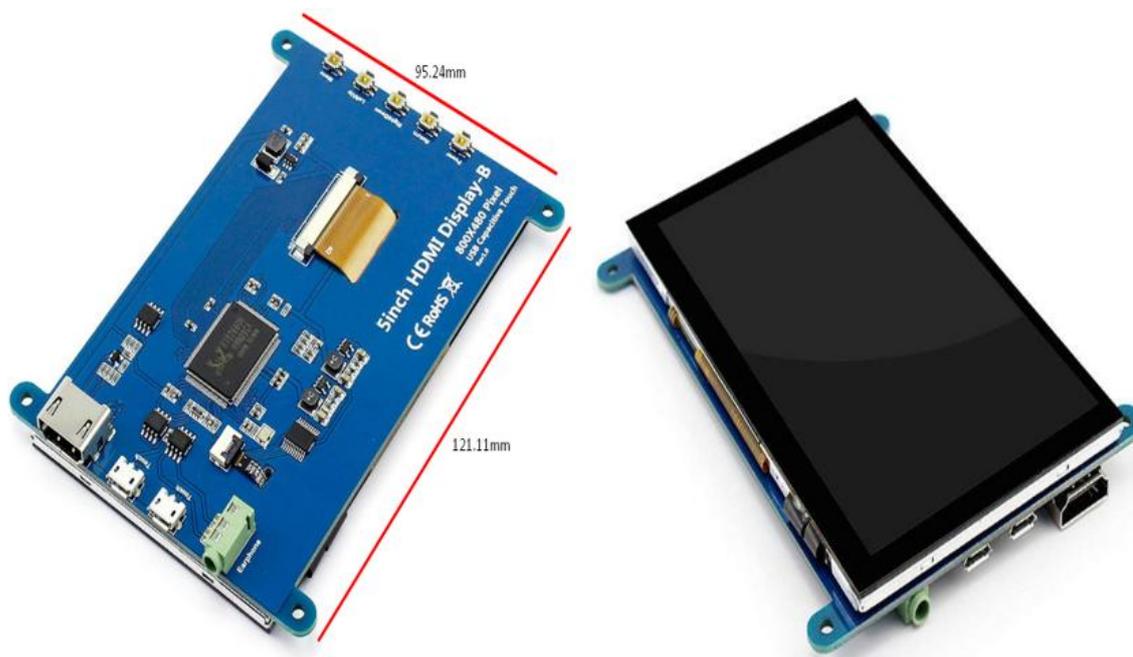


Figura 122. Pantalla LCD TFT 5inch HDMI.

Fuente: Modificado de: <https://www.elecrow.com/5-inch-hdmi-800-x-480-capacitive-touch-lcd-display-for-raspberry-pi-pc-sony-ps4.html>

El display LCD TFT 5 inch tiene una resolución de pantalla de (800x480) pixeles y una pantalla capacitiva de 5 puntos de contacto, los drives para este modelo son de licencia libre y gratuitos, permitiendo el soporte una gran variedad de placas electrónicas. Esta pantalla tiene interfaces HDMI, dos micro USB para conectar el controlador Touch y la fuente de alimentación, posee un conector de audio de 3.5mm para la reproducción de sonido. También existen pulsadores que permiten regular la iluminación de la pantalla y acceder al menú de ajuste de pantalla.

En la tabla 38 se muestran las especificaciones técnicas de la pantalla LCD TFT 5 inch Touch de la compañía Elecrow.

Tabla 38.  
Especificaciones técnicas de pantalla LCD TFT 5 inch Touch(Elecrow).

Características	
Precio	\$55.50
Colores	256K
Dimensiones	121(L)x95(W)x13(H) mm
Resolución	800x480 pixeles
Touch type	Capacitiva
Voltaje de entrada	5v
Corriente de entrada	~500mA
Puertos	HDMI, miniUSB(Touch), headphone 3.5mm

Fuente: <https://www.elecrow.com/5-inch-hdmi-800-x-480-capacitive-touch-lcd-display-for-raspberry-pi-pc-sony-ps4.html>

- *Pantalla LCD TFT Touch 7inch HDMI LCD(C)*

La pantalla 7inch HDMI LCD(C) es compatible con el modelo raspberry pi seleccionado anteriormente, es una pantalla capacitiva de 5 puntos de contacto, posee una interfaz HDMI, y dos micro USB (uno para la alimentación y otro para el controlador táctil), este dispositivo tiene las dimensiones de 165 mm en Longitud y 125 mm en altura véase en la figura 26.



Figura 123. Pantalla LCD TFT 7" inch

Fuente: <https://www.elecrow.com/7-inch-1024-600-hdmi-lcd-display-with-touch-screen.html>

Este modelo también posee controladores de licencia libre y gratuitos para ser utilizado en gran variedad de aplicaciones y soporte de varios sistemas operativos. Véase en la tabla 39 las especificaciones técnicas de este dispositivo.

Tabla 39.  
Especificaciones técnicas de pantalla LCD TFT 7inch Touch (Elecrow).

<b>Características</b>	
<b>Precio</b>	\$72
<b>Colores</b>	16M
<b>Dimensiones</b>	164.9(L)x124.27(W) mm
<b>Resolución</b>	1024x600 pixeles
<b>Touch type</b>	Capacitiva
<b>Voltaje de entrada</b>	5v
<b>Corriente de entrada</b>	~900mA
<b>Puertos</b>	HDMI, miniUSB(Touch y Source)

Fuente: Fuente: <https://www.elecrow.com/7-inch-1024-600-hdmi-lcd-display-with-touch-screen.html>

## Materiales de impresión 3D

- **ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno)**

Este material es un polímero termoplástico por cadenas moleculares de acrilonitrilo, butadieno y estireno, que se combinan para dar como resultado uno de los compuestos más usados en el mundo de los polímeros comerciales. Este material soporta temperaturas entre los  $-40^{\circ}$  a  $96^{\circ}$  C sin causar distorsión.

Para comenzar con el análisis de las cualidades de este material se han tomado en consideración el ambiente al cual será expuesto y a los usos que se le darán, siendo esta herramienta un juguete que será manipulado por niños que en su mayoría aún no han desarrollado totalmente su motricidad. Para lo cual se han tomado como principal aspecto las propiedades mecánicas del material y evaluando como principal aspecto su resistencia.

A continuación, en la tabla 40 se muestra las propiedades mecánicas del material ABS sometido a varias pruebas de resistencia.

*Tabla 40.*  
*Propiedades mecánicas del polímero ABS.*

<b>Propiedades Mecánicas</b>	<b>Impresión 3D</b>
Módulo de elasticidad tracción	1681.5 MPa
Esfuerzo de tracción deformación	39.0 MPa
Esfuerzo de tracción rotura	33.9 MPa
Resistencia a la flexión	70.5 MPa

Módulo de flexión	2070.0 MPa
Resistencia al impacto	10 kJ/m <sup>2</sup>
Dureza	76 (Shore D)

Fuente: <https://ultimaker.com/download/67619/TDS%20ABS%20v3.011-spa-ES.pdf>

- **PLA (Ácido Poli láctico)**

Este material es un poliéster termoplástico orgánico el cual se puede obtener a partir de recursos renovables como raíces de tapioca, caña de azúcar y trozos de madera. Considerado un termoplásticos rígido pudiendo ser semicristiano, es uno de los materiales más utilizado para la impresión 3D por su bajo coste y facilidad para ser usado en impresoras que usan tecnología de impresión por extrusión de material, debido a sus propiedades térmicas ya que puede volverse débil a partir de temperaturas de 60° C y 70°C.

A continuación, en la tabla 41 se muestran las características mecánicas del material PLA en base a pruebas de resistencia realizadas por los fabricantes de este.

*Tabla 41.  
Propiedades mecánicas del material PLA.*

<b>Propiedades Mecánicas</b>	<b>Impresión 3D</b>
Módulo de elasticidad tracción	2346.5 MPa
Esfuerzo de tracción deformación	49.5 MPa
Esfuerzo de tracción rotura	45.6 MPa
Resistencia a la flexión	103.0 MPa

Módulo de flexión	3150.0 MPa
Resistencia al impacto	5.1 kJ/m <sup>2</sup>
Dureza	83 (Shore D)

Fuente: <https://ultimaker.com/download/67583/TDS%20PLA%20v3.011-spa-ES.pdf>

## Servomotores

- *Micro servo SG90*

Es uno de los micro servos más populares del mercado debido a su bajo coste de \$3 dólares y sus dimensiones que son realmente pequeñas (véase en la tabla 42), este componente tiene una fuerza de torque de 1,8 kg-cm. A continuación, en la figura 27 véase este modelo.

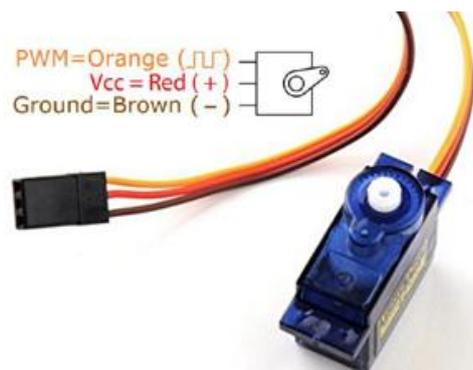


Figura 124. Micro servo Tower Pro SG90.

Fuente: <https://servodatabase.com/servo/towerpro/sg90>

El material del que está compuesto este componente es plástico y sus engranajes son de nylon, lo cual lo hace muy ligero, a continuación, en la tabla 42 se muestran las especificaciones técnicas del micro servo SG90.

Tabla 42.  
Especificaciones técnicas de micro servo Tower Pro SG90.

<b>Tower Pro SG90 servo – Especificaciones</b>	
<b>Precio</b>	\$3
<b>Modulación</b>	Analógica
<b>Torque</b>	4.8v – 1.80 kg-cm
<b>Velocidad</b>	4.8v - 0.12 sec/60°
<b>Dimensiones</b>	Longitud: 23.0 mm
	Ancho: 12.2 mm
	Alto: 29.0 mm
<b>Material</b>	Plástico
<b>Ciclo de Trabajo</b>	1 - 2 ms
<b>Frecuencia/Periodo</b>	50Hz/20 ms
<b>Corriente (sin movimiento)</b>	10 mA
<b>Corriente (movimiento)</b>	100 – 250 mA
<b>Peso</b>	9g

Fuente: <https://servodatabase.com/servo/towerpro/sg90>

- **Micro servo Mg90s**

Este modelo es uno de los micro servos más potentes ya que posee una fuerza de torque de 1.8 y 2.2 kg-cm en dos posibles configuraciones de voltajes, este es un servo digital por lo cual es más rápido que un servo análogo, pero con un consumo de potencia mucho mayor, véase en la figura 28 este modelo.



Figura 125. Micro servo digital Tower Pro MG90s.

Fuente: <https://engineering.tamu.edu/media/4247823/ds-servo-mg90s.pdf>

El micro servo MG90S es de metal lo cual lo hace más pesado que los modelos de plástico, a continuación, en la tabla 43 se muestran las especificaciones técnicas de este modelo.

Tabla 43  
Especificaciones técnicas del micro servo MG90S

<b>Tower Pro MG90S servo – Especificaciones</b>	
<b>Precio</b>	\$8
<b>Modulación</b>	Digital
<b>Torque</b>	4.8v – 1.80 kg-cm
	6.0v – 2.20 kg-cm
<b>Velocidad</b>	4.8v - 0.10 sec/60°
	6.0v – 0.08 sec/60°
<b>Dimensiones</b>	Longitud: 22.0 mm
	Ancho: 12.2 mm
	Alto: 28.5 mm

<b>Material</b>	Metal
<b>Ciclo de Trabajo</b>	1 ms
<b>Frecuencia/Periodo</b>	50Hz/20 ms
<b>Corriente (sin movimiento)</b>	10 mA
<b>Corriente (movimiento)</b>	120 – 250 mA
<b>Peso</b>	13.4 g

Fuente: <https://servodatabase.com/servo/towerpro/mg90s>

- **Micro servo SG92**

Este modelo es un micro servo digital que posee una fuerza de torque de 2.50 kg-cm a 4.8v, siendo un rápido y potente servo con dimensiones muy pequeñas, véase a continuación en la figura 29 este modelo.



Figura 126. Micro servo Tower Pro SG92R.

Fuente: <https://cpc.farnell.com/adafruit/169/servo-micro-towerpro-sg92r/dp/MC02061>

El material con el que está hecho este modelo es de plástico y sus engranajes son de fibra de carbono lo cual lo hace más resistente al desgaste y soporta un torque mayor al

SG90 que es de nylon. A continuación, en la tabla 44 se muestran las especificaciones técnicas del micro servo SG92R.

Tabla 44  
Especificaciones del micro servo Tower Pro SG92R.

<b>Tower Pro SG92R servo – Especificaciones</b>	
<b>Precio</b>	\$6
<b>Modulación</b>	Digital
<b>Torque</b>	4.8v – 2.50 kg-cm
<b>Velocidad</b>	4.8v - 0.10 sec/60°
<b>Dimensiones</b>	Longitud: 23.0 mm
	Ancho: 12.2 mm
	Alto: 27.0 mm
<b>Material</b>	Fibra de Carbono
<b>Ciclo de Trabajo</b>	1 ms
<b>Frecuencia/Periodo</b>	50Hz/20 ms
<b>Corriente (sin movimiento)</b>	10 mA
<b>Corriente (movimiento)</b>	120 – 250 mA
<b>Peso</b>	9 g

Fuente: <https://servodatabase.com/servo/towerpro/sg92r>

### **Amplificadores de Audio**

- **Modulo amplificador LM386**

Es un amplificador de audio de un solo canal, su potencia es regulable y puede entregar una potencia no mayor a 325mW, funciona con diferentes voltajes entre 4v-12v, también puede conducir cargas de 4 a 32 Ohm.

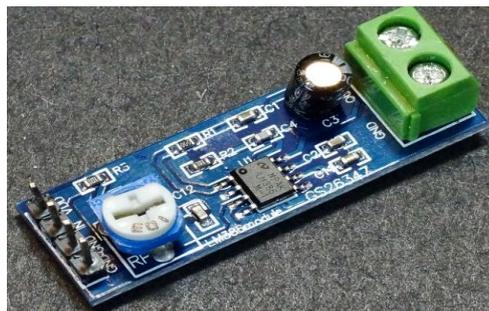


Figura 127. Módulo amplificador de audio LM386.

Fuente: <https://protosupplies.com/product/lm386-audio-amplifier-module/>

A continuación, en la Tabla 45 se muestran características más detalladas de este dispositivo.

Tabla 45.  
Características del módulo de audio lm386.

<b>Características</b>	
<b>Precio</b>	\$2
<b>Canales</b>	1
<b>Potencia</b>	325mW
<b>Soporte de Carga</b>	4 – 32 Ohm
<b>TDH</b>	10%
<b>Voltaje</b>	4 -12 v
<b>Dimensiones</b>	41 x 14 mm

Fuente: <https://protosupplies.com/product/lm386-audio-amplifier-module/>

- **Modulo amplificador PAM 8403**

Es un amplificador de audio de dos canales estéreo, capaz de soportar cargar de 4 o 8 Ohm, entregando potencias de 3W en cada canal, este dispositivo opera entre voltajes de 2.5 a 5.5v.



Figura 128. Módulo amplificador de audio PAM8403.

Recuperado de: <https://protosupplies.com/product/pam8403-mini-stereo-audio-amp/>

A continuación, en la Tabla 46 se muestran características más detalladas de este dispositivo.

Tabla 46.  
Características del módulo de audio PAM8403.

<b>Características</b>	
<b>Precio</b>	\$2
<b>Canales</b>	2
<b>Potencia</b>	3W por canal
<b>Soporte de Carga</b>	4 – 8 Ohm
<b>TDH</b>	10%
<b>Voltaje</b>	2.5 a 5.4v
<b>Dimensiones</b>	29 x 20 x 13 mm

Fuente: <https://protosupplies.com/product/pam8403-mini-stereo-audio-amp/>

## Anexo 07: Solicitud de Impresora 3D

### Solicitud de impresora 3D al Coordinador de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica

05 de febrero del 2019

**Dirigido a:** Ing. Diego Ortiz

**Solicitante:** Julio Israel Caicedo Sandoval

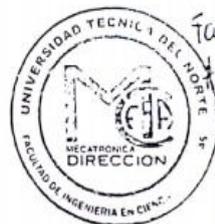
**Facultad:** FICA

**Carrera:** CIERCOM

**Asunto:** Solicito muy comedidamente, autorice el acceso al laboratorio y el uso de las siguientes máquinas:

- iCube (Impresora 3D)

Para trabajar en el proyecto "JUGUETE ELECTRÓNICO LÚDICO COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA PARA LA ADQUISICIÓN DE LA LECTOESCRITURA, EN NIÑOS DE 5 A 8 AÑOS CON NECESIDADES ESPECIALES ASOCIADAS A LA DISCAPACIDAD INTELECTUAL Y AL TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA, EN LA UNIDAD EDUCATIVA AGUSTÍN CUEVA DÁVILA", a cargo del Msc. Carlos Vásquez. Se dispone del material a usar en la máquina.



Msc. Carlos Vásquez.

TUTOR DE TESIS

Julio Israel Caicedo Sandoval.

ESTUDIANTE

*Favor coordinar con  
el técnico de este  
laboratorio para suministrar  
el material*

## Anexo 08: Configuración de Software

### 1. Configuración del Hardware

Para tener funcionalidad completa entre la placa electrónica y la pantalla de 7 pulgadas es necesario instalar los controladores de pantalla y configurar la resolución de pantalla, o como alternativa descargar la imagen del SO (.img) ya preconfigurada para esta pantalla que se la puede adquirir en el siguiente link: [https://www.waveshare.com/wiki/7inch\\_HDMI\\_LCD](https://www.waveshare.com/wiki/7inch_HDMI_LCD).

Esta imagen deberá ser cargada a la memoria microSD, para ello se utiliza el programa balena etcher que permite realizar este proceso en tres pasos (véase en la figura 54).

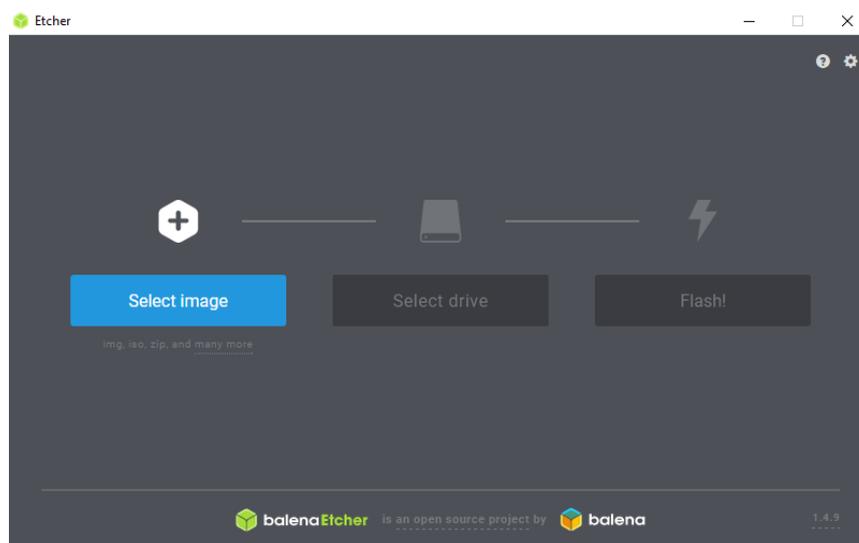


Figura 129. Software para subir imagen de SO a microSD.

Fuente: Balena Etcher.

Una vez cargada la imagen recomendada por el sitio del fabricante, se procede a verificar su funcionamiento en la placa electrónica, en la figura 55 se puede apreciar el resultado final después de haber colocado la tarjeta con SO.

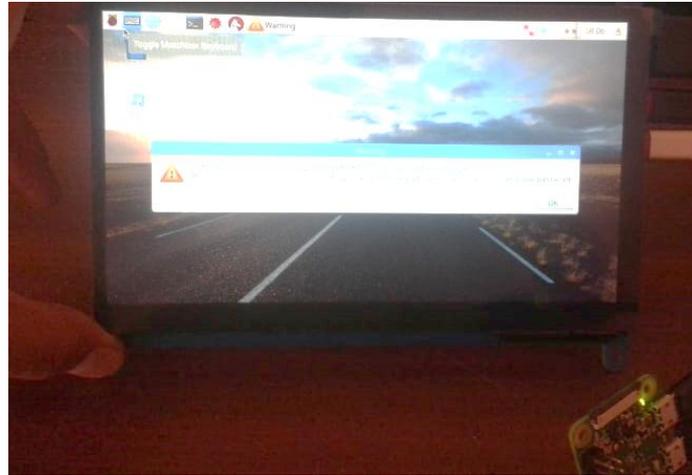


Figura 130. Ventana de escritorio del sistema operativo Raspbian Stretch.

Fuente: Autoría.

## 2. **Habilitación de comunicación serial.**

La comunicación serial que se utiliza por los puertos GPIO viene desactivada por defecto, para lo cual es necesario habilitarla para poder utilizarla en la comunicación entre la placa electrónica y la pantalla TFT Nextion.

1) Se ingresa por el terminal a la configuración del raspberry pi con el comando `sudo raspi-config`.

**`sudo raspi-config`**

2) Se despliega el menú de opciones y se selecciona la opción 5.

```

Raspberry Pi Software Configuration Tool (raspi-config)

1 Change User Password Change password for the current user
2 Network Options      Configure network settings
3 Boot Options         Configure options for start-up
4 Localisation Options Set up language and regional settings to match your location
5 Interfacing Options  Configure connections to peripherals
6 Overclock            Configure overclocking for your Pi
7 Advanced Options    Configure advanced settings
8 Update              Update this tool to the latest version
9 About raspi-config  Information about this configuration tool

<Select>                                <Finish>

```

3) Posterior a esto se escoge la opción P6 Serial.

```

Raspberry Pi Software Configuration Tool (raspi-config)

P1 Camera      Enable/Disable connection to the Raspberry Pi Camera
P2 SSH         Enable/Disable remote command line access to your Pi using SSH
P3 VNC         Enable/Disable graphical remote access to your Pi using RealVNC
P4 SPI         Enable/Disable automatic loading of SPI kernel module
P5 I2C         Enable/Disable automatic loading of I2C kernel module
P6 Serial      Enable/Disable shell and kernel messages on the serial connection
P7 1-Wire     Enable/Disable one-wire interface
P8 Remote GPIO Enable/Disable remote access to GPIO pins

<Select>                                <Back>

```

4) Se mostrará el siguiente dialogo al cual se debe elegir la opción No.

```

Would you like a login shell to be accessible over
serial?

<Yes>                                <No>

```

5) Después aparecerá el siguiente dialogo al cual se debe escoger la opción de Yes,

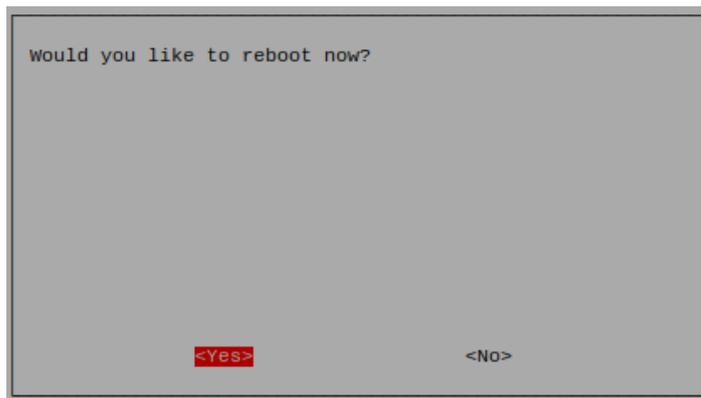
```

Would you like the serial port hardware to be enabled?

<Yes>                                <No>

```

- 6) El siguiente mensaje será para aplicar la configuración y reiniciar el ordenador.



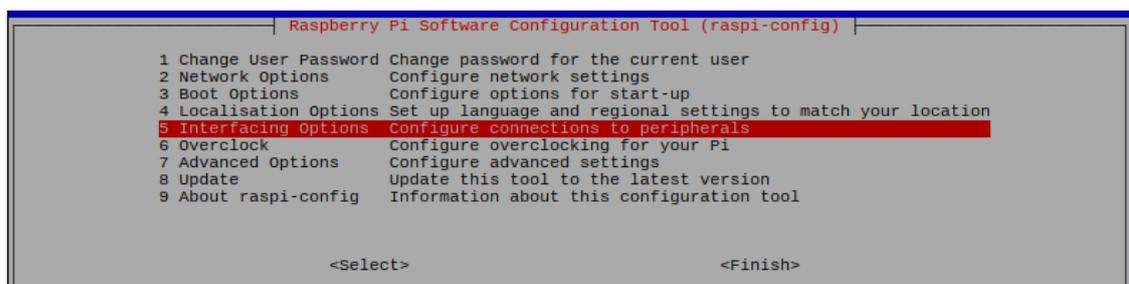
### 3. Habilitación para el acceso remoto por SSH.

Para poder gestionar la placa remotamente mediante la línea de consola desde otros dispositivos es necesario habilitar el protocolo SSH, esto ayudará para lo que es la transferencia de archivos y la modificación de ficheros que serán necesarios para el software.

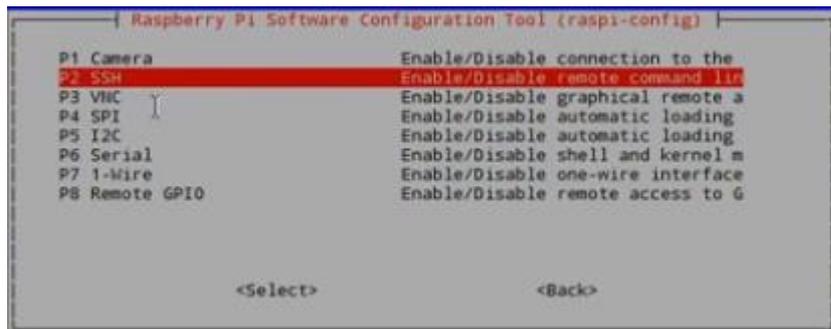
- 1) Se ingresa por el terminal a la configuración del raspberry pi con el comando `sudo raspi-config`.

**`sudo raspi-config`**

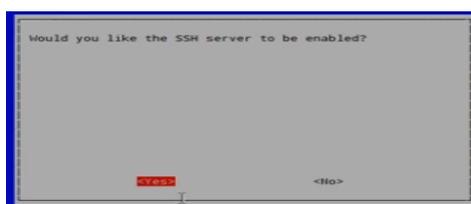
- 2) Se despliega el menú de opciones y se selecciona la opción 5.



3) Posterior se escoge la opción P2 SSH.



4) Saldrá un mensaje al cual se debe elegir la opción de 'yes'.



5) El siguiente mensaje nos avisara si se activo el acceso por SSH.



#### 4. Ocultar el cursor del ratón

El SO raspbian proporciona un entorno de escritorio en el cual se visualiza el cursor del ratón, para que la experiencia del niño sea mucho más agradable se ha decidido ocultar el cursor para que se tenga la sensación de solo tocar con el dedo los botones realizar algún tipo de escritura.

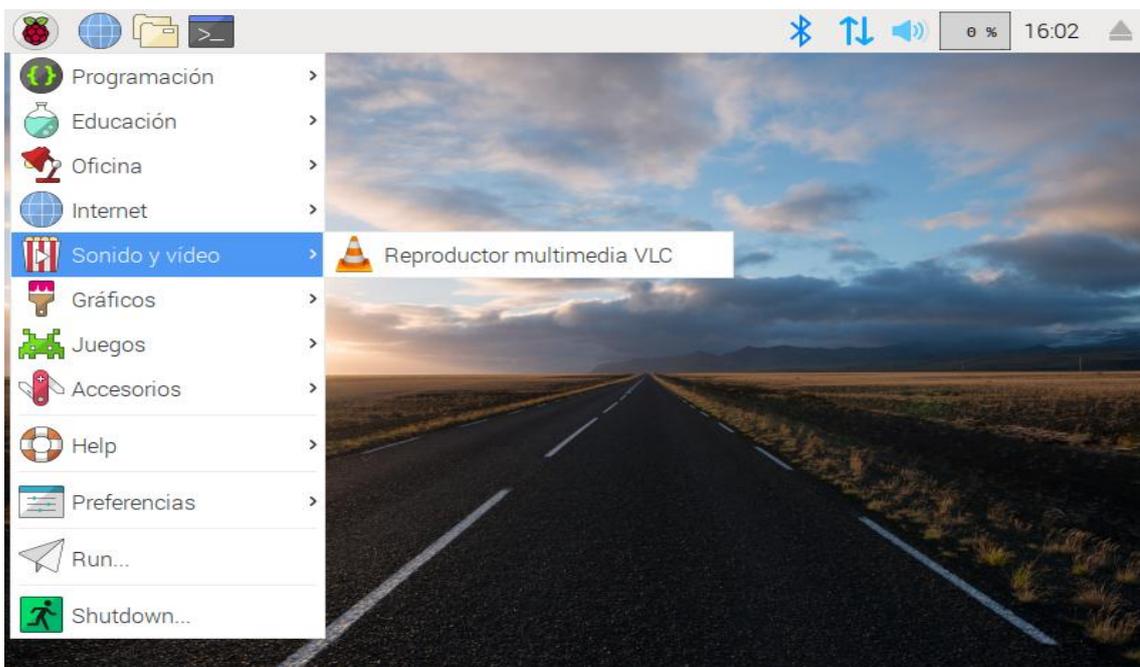
1) Primero se ingresa al fichero de la siguiente dirección /etc/lightdm/lightdm.conf.

```
Archivo Editar Pestañas Ayuda
pi@raspberrypi:~ $ sudo nano /etc/lightdm/lightdm.conf
```

2) Agregamos la siguiente línea.

```
GNU nano 2.7.4 Fichero: /etc/lightdm/lightdm.conf Modificado
#pam-greeter-service=lightdm-greeter
xserver-command=X -nocursor
#xmir-command=Xmir
#xserver-config=
```

3) Como resultado se puede apreciar que el cursor ya no se muestra en la pantalla.



## 5. Configuración de módulo Text To Speech (TTS)

Para que el juguete pueda hablar se utilizará un módulo que transforme cadenas de texto en audio, la librería *google\_speech* permite generar audios a partir de texto utilizando Python, las salidas de audio tiene varias configuraciones como son el

lenguaje, tipo de voz, velocidad del audio y volumen; estas funcionalidades serán usadas para generar audios por cada pictograma del juego.

- 1) Como primer paso es necesario descargar el módulo *google\_speech* desde el gestor pip, es importante tener en cuenta que pip3 hace referencia a Python 3 y que sin el numero hace referencia al módulo de Python 2. Para instalar se debe escribir la siguiente línea de comando.

**pip3 install google\_speech**

- 2) Después es necesario descargar el paquete sox y sus librerías complementarias, este modulo ayudará a insertar efectos de sonido en las salidas de audio, es un complemento para modificar la voz de la librería google\_speech.

**sudo apt-get install sox libsox-fmt-mp3**

## **6. Actualización de paquetes y librerías.**

Una de las particularidades del SO raspbian es que ya tiene preinstalado los paquetes necesarios para que funcione el lenguaje de programación Python, de igual manera la librería pygame y tkinter. Para utilizar los paquetes en su última versión habrá que actualizarlos con los siguientes comandos:

**sudo apt-get -y update && sudo -y apt-get upgrade**

### Anexo 09: Técnicas e instrumentos de evaluación

1. DATOS						
Institución:		Dirección:		Fecha:		
Responsable:		Área:		Objetivo:		
Estudiante Beneficiario:		Dificultad Detectada:				
2. PLANIFICACIÓN						
Campos	Estrategias Actividades	Tiem po	Recursos	Grad os	Indicador de Logro	Técnica e Instrumento de evaluación
Conciencia Fonológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejercicios fonoarticulatorios, lingüofaciales.</li> <li>- Manejo del juguete educativo ALIS.</li> <li>- Uso y manejo de regletas fonológicas.</li> <li>- Relación fonema grafema con estudiantes que ya adquirieron el código alfabético con grado de progresividad (sonido inicial, final e intermedio)</li> <li>- Reconocimiento del número de fonemas que contiene</li> </ul>	30'	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Robot ALIS</li> <li>- Regletas Fonológicas</li> <li>- Semillas</li> <li>- Tarjetas</li> <li>- Hojas</li> <li>- Marcador</li> <li>- Lápiz y borrador</li> </ul>	1° 2° 3° 4°	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconoce la cadena sonora que compone la palabra.</li> <li>- Identifica el fonema inicial de las palabras.</li> <li>- Aplicar los conocimientos lingüísticos (semántico, fonológico, silábico) en la decodificación y comprensión de palabras en situaciones de recreación, información y estudio.</li> </ul> I.LL.2.6.1(J.3.,I.3)	Técnica: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación sistémica.</li> <li>- Prueba objetiva</li> </ul> Instrumentos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de cotejo, rubrica.</li> <li>- Diario de Trabajo.</li> </ul> Inicial (Evaluación diagnóstica regular de partida)  Procesual (Ficha de Observación sistémica – Diario de Trabajo)  Final (Evaluación Regular o con adaptación curricular)

	una palabra sugeridas por el robot para que posteriormente en forma autónoma sea representado por grafemas.					
Habilidad Silábica	<p>- Manejo del juguete educativo ALIS, durante la ejecución de esta sesión se puede usar dedos, palmas para contar las sílabas que contenga las palabras que sugiere el robot.</p> <p>- Se puede agregar otras estrategias para separar sílabas como en uso de objetos, saltos, otros; estos dependerán de la creatividad del docente.</p> <p>- Aplicar el juego del Naípe didáctico, para desarrollo de la percepción auditiva y visual.</p> <p>- Presentar imágenes.</p> <p>- Realizar conciencia semántica de</p>	30'	<p>- Juguete ALIS</p> <p>- Hojas de papel.</p> <p>- Lápiz y borrador.</p> <p>- Tarjetas de sílabas.</p> <p>- Tarjetas con imágenes</p> <p>- Objetos del entorno.</p>	2° 3° 4°	<p>- Reconoce y separa el número de sílabas que contiene una palabra.</p> <p>- Aplicar los conocimientos lingüísticos (semántico, fonológico, silábico) en la decodificación y comprensión de palabras en situaciones de recreación, información y estudio. I.LL.2.6.1(J.3.,I.3)</p>	<p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación sistemática.</li> <li>- Prueba objetiva</li> <li>- Versos encadenables.</li> </ul> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de cotejo</li> <li>- Rubrica.</li> <li>- Diario de Trabajo.</li> <li>- Organizador gráfico.</li> </ul>

	<p>palabras nuevas para incrementar su campo léxico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificar objetos o imágenes de acuerdo con la sílaba inicial.</li> <li>- Mencionar palabras que empiecen o terminen con la sílaba dada.</li> <li>- Separar en sílabas palabras con mayor grado de dificultad.</li> <li>- Completar la sílaba que falta, en una palabra.</li> <li>- Dictado de palabras.</li> </ul>					
Conciencia Léxica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo del juguete educativo ALIS.</li> <li>- Representar las frases sugeridas por ALIS, a través de objetos, pictogramas y marcas.</li> <li>- Reemplazar las marcas usadas en la actividad anterior por palabras, primero en forma oral y</li> </ul>	30'	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Juguete educativo ALIS.</li> <li>- Tarjetas</li> <li>- Objetos del aula.</li> <li>- Colores</li> <li>- Lápiz y borrador</li> </ul>	<p>1°</p> <p>2°</p> <p>3°</p> <p>4°</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Segmenta en palabras una frase dada.</li> <li>- Escribe frases de manera autónoma.</li> <li>- Aplicar los conocimientos lingüísticos (semántico, fonológico, silábico) en la decodificación y comprensión de palabras en situaciones de recreación, información y estudio.</li> </ul>	<p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación sistémica.</li> <li>- Prueba objetiva</li> <li>- Comunicación Oral (descripciones, dictado)</li> </ul> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de cotejo</li> <li>- Rubrica.</li> <li>- Diario de trabajo.</li> </ul>

	<p>luego en forma escrito.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar estrategias lúdicas.</li> <li>- Presentar objetos, láminas o tarjetas para formar frases u oraciones.</li> <li>- Componer y reordenar tarjetas para formar frases.</li> <li>- Añadir mas palabras a las frases sugeridas por ALIS manteniendo el sentido de la frase u oración.</li> </ul>				I.LL.2.6.1(J.3.,I.3)	
Relación fonema grafema	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solicita usen su propio código para expresar palabras.</li> <li>- Manejo del juguete educativo ALIS.</li> <li>- Reconocer el número de fonemas que contienen las palabras sugeridas por ALIS e identificar la posición en regletas fonológicas (Inicial, final e</li> </ul>	30'	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Juguete educativo ALIS.</li> <li>- Regletas fonológicas.</li> <li>- Tijeras</li> <li>- Colores</li> <li>- Marcadores</li> <li>- Plastilina</li> </ul>	<p>1°</p> <p>2°</p> <p>3°</p> <p>4°</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar los conocimientos lingüísticos (semántico, fonológico, silábico) en la decodificación y comprensión de palabras en situaciones de recreación, información y estudio.</li> </ul> <p>I.LL.2.6.1(J.3.,I.3)</p>	<p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación sistémica.</li> <li>- Prueba objetiva</li> </ul> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de cotejo, rubrica.</li> <li>- Diario de Trabajo.</li> </ul>

	<p>intermedias) de manera indistinta.</p> <p>- Dictado de letras o palabras acorde al nivel de aprendizaje de cada estudiante.</p> <p>- Aplicar estrategias grafo plásticas para reforzar fonemas y grafemas en estudio o que presenten mayor grado de dificultad</p>		<p>- Papel lija</p> <p>- Otros materiales para actividades grafo plásticas.</p>			
--	---	--	---	--	--	--

### Formato de Evaluación Observativa Diagnostica y de Resultados

Evaluación Observativa			
<b>Aprendizaje Esperado:</b> Desarrollo de la adquisición de lectoescritura			
<b>Alumno:</b>	<b>Discapacidad:</b>	<b>Grado:</b>	
Indicadores	Si	No	Observación
<b>Lectura</b>			
El estudiante entiende que las palabras están compuestas por una cadena sonora y está en la capacidad de identificar el primer sonido de una palabra.			
El estudiante tiene la capacidad de identificar gráficos y clasificarlos de acuerdo con el fonema o grafema presentado.			
El estudiante tiene la capacidad de separar en sílabas palabras cortas sugeridas por gráficos.			
Lee y comprende la escritura de oraciones cortas.			
El estudiante tiene la capacidad de discriminar objetos según las características descritas por el docente.			
El estudiante puede determinar la cantidad de palabras de una frase corta emitida por el docente.			
<b>Escritura</b>			
El estudiante tiene la habilidad de realizar trazos rectos y curvos (motricidad fina).			
El alumno puede discriminar un dibujo de una grafía.			
El estudiante tiene la habilidad de reproducir un texto a partir de una muestra.			
El estudiante establece ya la relación entre fonema y grafema.			
El estudiante tiene la habilidad de escribir palabras y frases autónoma.			

Nivel de desempeño	Valoración de los criterios	Referencia numérica
Muy Satisfactorio	Once criterios demostrados	11-10
Satisfactorio	Diez criterios demostrados Nueve criterios demostrados	9 – 8
Poco Satisfactorio	Ocho criterios demostrados Siete criterios demostrados	7 – 6
Nada Satisfactorio	Seis criterios demostrados	>5

Firmas:

---

 Docente

---

 Especialista

## Formato de Diario de trabajo para docente

### FICHA DE VALORACIÓN DEL TRABAJO DIARIO DE CLASE

NOMBRE: .....

FECHA: .....

TIEMPO: .....

SESIÓN N°: .....

#### ESCALA DE VALORACIÓN NUMÉRICA - DESCRIPTIVA

<b>Mi jornada fue:</b>	Exitosa 10-9 <input type="checkbox"/>	Buena 8-7 <input type="checkbox"/>	Regular 6-4 <input type="checkbox"/>	Mala 3-1 <input type="checkbox"/>
------------------------	--	---------------------------------------	---	--------------------------------------

Campos formativos abordados			
Campos de formación académica	Áreas de desarrollo personal		
Lengua y Literatura	Conciencia Léxica	Conciencia Silábica	Conciencia Fonológica

CON RELACIÓN AL ESTUDIANTE			
En relación a la funcionalidad	SI	NO	
¿El tiempo de las actividades fue suficiente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Las actividades fueron accesibles para los niños?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
El material fue adecuado y de interés de los alumnos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Hubo acciones que obstaculizaron el avance de las actividades planificadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

AUTOEVALUACIÓN		
Docente	SI	NO
¿Mi forma de intervenir fue la adecuada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿En qué se centró?		
-----		
-----		
-----		
-----		
¿Favorecí el aprendizaje del niño en relación con el contenido?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Mis indicaciones fueron fáciles de entender?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Mis intervenciones fueron oportunas para mejorar sus capacidades?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Con relación a la motivación	
Manifestaciones de los alumnos	
¿Mantuvo el interés?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Todo el tiempo.</li> <li><input type="radio"/> La mitad del tiempo.</li> <li><input type="radio"/> Muy poco tiempo.</li> </ul>
¿Cuál fue la actitud durante la jornada?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Participativa</li> <li><input type="radio"/> Poco participativa</li> <li><input type="radio"/> Nada Participativa (bajo sugerencia)</li> </ul>

¿Qué influyo para avanzar u obstaculizar el trabajo con los aprendizajes esperados?

---

¿Acciones Positivas?

---

---

¿Qué mejorar para la próxima sesión?

---

---

¿Hubo un avance significativo?

---

---

Firma Responsable: .....

Nombre Responsable: .....

### RÚBRICA PROCESUAL

NOMBRE: .....

FECHA: .....

TIEMPO: .....

SESIÓN N°: .....

Crterios	Excelente (4)	Muy Bueno (3)	Bueno (2)	Regular (1)
<b>DISEÑO</b>	El prototipo de juguete es bastante llamativo para los niños.	El prototipo de juguete es medianamente llamativo para los niños.	El prototipo de juguete es poco llamativo para los niños.	El prototipo de juguete es no es llamativo para los niños.
	Las herramientas empleadas estimulan totalmente los sentidos: visual, auditivo y del tacto.	Las herramientas empleadas estimulan medianamente los sentidos: visual, auditivo y del tacto.	Las herramientas empleadas estimulan levemente los sentidos: visual, auditivo y del tacto.	Las herramientas empleadas no estimulan los sentidos: visual, auditivo y del tacto.
	El material con el que está elaborado el juguete didáctico es muy adecuado.	El material con el que está elaborado el juguete didáctico es adecuado.	El material con el que está elaborado el juguete didáctico es poco adecuado.	El material con el que está elaborado el juguete didáctico no es adecuado.
	El manejo del juguete didáctico no representa ningún grado de dificultad para los niños.	El manejo del juguete didáctico representa un mediano grado de dificultad para los niños.	El manejo del juguete didáctico representa un cierto grado de dificultad para los niños.	El manejo del juguete didáctico resulta relativamente difícil para los niños.
<b>ACCESO</b>	Muestra interés por todas las actividades que se ejecutan en el juego.	Muestra interés en gran parte por las actividades que se ejecutan en el juego.	Muestra escasamente interés por las actividades que se ejecutan en el juego.	No muestra interés en las actividades que se ejecutan en el juego.
	Las herramientas de ayuda son enteramente útiles mientras se ejecuta el juego.	Las herramientas de ayuda son medianamente útiles mientras se ejecuta el juego.	Las herramientas de ayuda son poco útiles mientras se ejecuta el juego.	Las herramientas de ayuda no son realmente útiles mientras se ejecuta el juego.
	Comprende todas las indicaciones que se sugieren el robot.	Comprende en gran parte las indicaciones que se sugieren el robot.	Comprende en cierta manera las indicaciones que se sugieren el robot.	Comprende escasamente las indicaciones que se sugieren el robot.
	Las actividades que realiza el niño generan mucha confianza en su propia capacidad.	Las actividades que realiza el niño generan en gran parte la confianza en su propia capacidad.	Las actividades que realiza el niño generan levemente la confianza en su propia capacidad.	Las actividades que realiza el niño no generan confianza en su propia capacidad.
<b>DISEÑO PUNTOS</b>				
<b>ACCESO PUNTOS</b>				

	<b>Excelente</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>
<b>Aprendizajes</b>	Demuestra la capacidad de analizar y segmentar palabras de una frase en un acierto mayor al 80%.	Demuestra la capacidad de analizar y segmentar palabras de una frase en un acierto mayor al 60%.	Demuestra la capacidad de analizar y segmentar palabras de una frase en un acierto mayor al 40%.	Demuestra la capacidad de analizar y segmentar palabras de una frase en un acierto mayor al 20%.
	Demuestra la capacidad de reconocer y analizar el número de sílabas que contiene una palabra en un acierto mayor al 80%.	Demuestra la capacidad de reconocer y analizar el número de sílabas que contiene una palabra en un acierto mayor al 60%.	Demuestra la capacidad de reconocer y analizar el número de sílabas que contiene una palabra en un acierto mayor al 40%.	Demuestra la capacidad de reconocer y analizar el número de sílabas que contiene una palabra en un acierto mayor al 20%.
	Demuestra la capacidad de analizar e identificar fonemas iniciales de una palabra con un acierto mayor al 80%.	Demuestra la capacidad de analizar e identificar fonemas iniciales de una palabra con un acierto mayor al 60%.	Demuestra la capacidad de analizar e identificar fonemas iniciales de una palabra con un acierto mayor al 40%.	Demuestra la capacidad de analizar e identificar fonemas iniciales de una palabra con un acierto mayor al 20%.
<b>FUNCIONALIDAD PUNTOS</b>				

Firma Responsable: .....

Nombre Responsable: .....

## Anexo 10: Evaluaciones de Diagnóstico



UNIDAD EDUCATIVA "AGUSTÍN CUENVA DÁVILA"  
Barrio 10 de Agosto – Ejido de Caranquí Telf: 2651-591 – 2651178  
IBARRA – ECUADOR

DECE  
DEPARTAMENTO DE  
CONCEJERÍA ESTUDIANTIL

Evaluación Observativa Diagnóstica				
Aprendizaje Esperado: Desarrollo de la adquisición de lectoescritura				
Alumno: ██████████		Discapacidad: Intelectual Moderada		Grado: 3º "B"
Indicadores	Si	No	Observación	
<b>Lectura</b>				
El estudiante entiende que las palabras están compuestas por una cadena sonora y está en la capacidad de identificar el primer sonido de una palabra.	x		Discrimina sin dificultad, pero no conoce todos los sonidos de las letras.	
El estudiante tiene la capacidad de identificar gráficos y clasificarlos de acuerdo con el fonema o grafema presentado.		x	Problemas de concentración, escasos aciertos.	
El estudiante tiene la capacidad de separar en sílabas palabras cortas sugeridas por gráficos.	x		Separa con dificultad.	
Lee y comprende la escritura de oraciones cortas.		x	No desarrollada la habilidad lectora.	
El estudiante tiene la capacidad de discriminar objetos según las características descritas por el docente.		x	Le toma tiempo concentrarse.	
El estudiante puede determinar la cantidad de palabras de una frase corta emitida por el docente.		x		
<b>Escritura</b>				
El estudiante tiene la habilidad de realizar trazos rectos y curvos (motricidad fina).	x		Lo hace despacio	
El alumno puede discriminar un dibujo de una grafía.	x			
El estudiante tiene la habilidad de reproducir un texto a partir de una muestra.		x	Reproduce solamente algunas letras.	
El estudiante establece ya la relación entre fonema y grafema.	x		Solo de algunas letras.	
El estudiante tiene la habilidad de escribir palabras y frases -autónoma.		x	Solamente puede escribir letras conocidas.	

Nivel de desempeño	Valoración de los criterios	Referencia numérica
Muy Satisfactorio	Once criterios demostrados	11-10
Satisfactorio	Diez criterios demostrados Nueve criterios demostrados	9 – 8
Poco Satisfactorio	Ocho criterios demostrados Siete criterios demostrados	7 – 6
Nada Satisfactorio	Seis criterios demostrados	>5

  
Lic. Carlos Anrango  
Psicólogo

Lic. Ruby Quimbiulco  
Docente



UNIDAD EDUCATIVA "AGUSTÍN CUENVA DÁVILA"  
Barrio 10 de Agosto – Ejido de Caranqui Telf: 2651-591 – 2651178  
IBARRA – ECUADOR

DECE  
DEPARTAMENTO DE  
CONSEJERÍA ESTUDIANTIL

Evaluación Observativa Diagnóstica				
Aprendizaje Esperado: Desarrollo de la adquisición de lectoescritura				
Alumno: <span style="background-color: red; color: red;">XXXXXXXXXX</span>	Discapacidad: TEA	Grado: 3º "A"		
Indicadores	Sí	No	Observación	
<b>Lectura</b>				
El estudiante entiende que las palabras están compuestas por una cadena sonora y está en la capacidad de identificar el primer sonido de una palabra.	x			
El estudiante tiene la capacidad de identificar gráficos y clasificarlos de acuerdo con el fonema o grafema presentado.	x			
El estudiante tiene la capacidad de separar en sílabas palabras cortas sugeridas por gráficos.	x		Problemas con monosílabos.	
Lee y comprende la escritura de oraciones cortas.	x		Habilidad lectora desarrollada.	
El estudiante tiene la capacidad de discriminar objetos según las características descritas por el docente.	x			
El estudiante puede determinar la cantidad de palabras de una frase corta emitida por el docente.		x	Confunde con las separaciones de sílabas.	
<b>Escritura</b>				
El estudiante tiene la habilidad de realizar trazos rectos y curvos (motricidad fina).	x			
El alumno puede discriminar un dibujo de una grafía.	x			
El estudiante tiene la habilidad de reproducir un texto a partir de una muestra.	x			
El estudiante establece ya la relación entre fonema y grafema.	x			
El estudiante tiene la habilidad de escribir palabras y frases autónoma.	x		Con pocas fallas ortográficas.	

Nivel de desempeño	Valoración de los criterios	Referencia numérica
Muy Satisfactorio	Once criterios demostrados	11-10
Satisfactorio	Diez criterios demostrados Nueve criterios demostrados	9 – 8
Poco Satisfactorio	Ocho criterios demostrados Siete criterios demostrados	7 – 6
Nada Satisfactorio	Seis criterios demostrados	>5

Lic. Carlos Anrango

Psicólogo

Lic. Jesús Insusasti

Docente

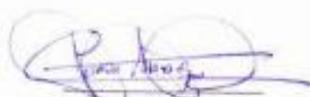


UNIDAD EDUCATIVA "AGUSTÍN CUENVA DÁVILA"  
Barrio 10 de Agosto – Ejido de Caranqui Telf: 2651-591 – 2651178  
IBARRA – ECUADOR

DECE  
DEPARTAMENTO DE  
CONCEJERÍA ESTUDIANTE

Evaluación Observativa Diagnóstica			
Aprendizaje Esperado: Desarrollo de la adquisición de lectoescritura			
Alumno: <span style="background-color: red; color: red;">XXXXXXXXXX</span>	Discapacidad: Dificultades específicas en el aprendizaje.	Grado: 3º "A"	
Indicadores	SI	No	Observación
<b>Lectura</b>			
El estudiante entiende que las palabras están compuestas por una cadena sonora y está en la capacidad de identificar el primer sonido de una palabra.	X		
El estudiante tiene la capacidad de identificar gráficos y clasificarlos de acuerdo con el fonema o grafema presentado.	X		
El estudiante tiene la capacidad de separar en sílabas palabras cortas sugeridas por gráficos.	X		
Lee y comprende la escritura de oraciones cortas.	X		
El estudiante tiene la capacidad de discriminar objetos según las características descritas por el docente.	X		
El estudiante puede determinar la cantidad de palabras de una frase corta emitida por el docente.	X		
<b>Escritura</b>			
El estudiante tiene la habilidad de realizar trazos rectos y curvos (motricidad fina).	X		
El alumno puede discriminar un dibujo de una grafía.	X		
El estudiante tiene la habilidad de reproducir un texto a partir de una muestra.	X		Reproduce escritura con leves fallos.
El estudiante establece ya la relación entre fonema y grafema.	X		Tiene problemas con grafías semejantes.
El estudiante tiene la habilidad de escribir palabras y frases autónoma.	X		Lo realiza con problemas de ortografía, (síntomas de dislexia)

Nivel de desempeño	Valoración de los criterios	Referencia numérica
Muy Satisfactorio	Once criterios demostrados	11-10
Satisfactorio	Diez criterios demostrados Nueve criterios demostrados	9 - 8
Poco Satisfactorio	Ocho criterios demostrados Siete criterios demostrados	7 - 6
Nada Satisfactorio	Seis criterios demostrados	>5

  
Lic. Carlos Anrango

Psicólogo

\_\_\_\_\_  
Lic. Lucía Rosero

Docente

## Anexo 11: Informe de resultados Psicólogo

	<p><b>UNIDAD EDUCATIVA</b>  <b>"AGUSTÍN CUEVA DÁVILA"</b></p> <p>Barrio 10 de Agosto – Ejido de Cananquí    Telf.: 062 651-591/062-651-178          AMIE – 10H0004  <b>IBARRA- ECUADOR</b></p>	
---	--	---

---

Ibarra, 31 de julio del 2019.

**INFORME DE RESULTADOS SOBRE EL USO DE "PROTOTIPO DE JUGUETE ELECTRÓNICO".**

**Datos Generales**

**Nombre:** Julio Israel Caicedo Sandoval

**N° cédula:** 1003681044

**TEMA:** JUGUETE ELECTRÓNICO LÚDICO COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA PARA LA ADQUISICIÓN DE LA LECTOESCRITURA, EN NIÑOS DE 5 A 8 AÑOS CON NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES ASOCIADAS A LA DISCAPACIDAD INTELECTUAL Y AL TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA, EN LA UNIDAD EDUCATIVA "AGUSTÍN CUEVA DÁVILA".

**RESULTADOS**

Se trabajó con el juguete electrónico lúdico, siendo un prototipo llamativo, estimulante de los sentidos en los niños con necesidades educativas especiales, captando su interés en todas las actividades a desarrollarse mediante el juego, de fácil manejo para los estudiantes, con acciones que generan confianza en su propia capacidad y mostrando una mejoría rápida en el proceso de lectoescritura y autoestima.

**RECOMENDACIONES**

Al ser un juguete con fines didácticos, es necesario que se utilice con estudiantes con Necesidades Educativas Asociadas y no Asociadas a una discapacidad, para mejorar el proceso de lectoescritura y autoestima.

Es cuanto puedo informar en honor a la verdad.

Atentamente,



**Lic. Carlos Anrango**  
**RESPONSABLE DECE**

## Anexo 12: Evaluación de Resultados



UNIDAD EDUCATIVA "AGUSTÍN CUENCA DÁVILA"  
Barrio 10 de Agosto – Ejido de Caranquí Telf: 2651-591 – 2651178  
IBARRA – ECUADOR

DECE  
DEPARTAMENTO DE  
CONCEJERÍA ESTUDIANTIL

Evaluación Observativa Final				
Aprendizaje Esperado: Desarrollo de la adquisición de lectoescritura				
Alumno:	Discapacidad: Intelectual Moderada	Grado: 3º "B"		
Indicadores	Si	No	Observación	
<b>Lectura</b>				
El estudiante entiende que las palabras están compuestas por una cadena sonora y está en la capacidad de identificar el primer sonido de una palabra.	x		Ya no persiste la dificultad de identificar sonidos, identifica en un 90% los sonidos del abecedario.	
El estudiante tiene la capacidad de identificar gráficos y clasificarlos de acuerdo con el fonema o grafema presentado.	X		Todavía presenta un poco de dificultad en lo referente a conciencia fonológica.	
El estudiante tiene la capacidad de separar en sílabas palabras cortas sugeridas por gráficos.	x		Separa, pero tiene dificultad en contar las separaciones que realiza.	
Lee y comprende la escritura de oraciones cortas.		x	Solamente identifica algunas palabras.	
El estudiante tiene la capacidad de discriminar objetos según las características descritas por el docente.	x		Le toma tiempo concentrarse.	
El estudiante puede determinar la cantidad de palabras de una frase corta emitida por el docente.		x		
<b>Escritura</b>				
El estudiante tiene la habilidad de realizar trazos rectos y curvos (motricidad fina)	x		Lo hace despacio.	
El alumno puede discriminar un dibujo de una grafía.	x			
El estudiante tiene la habilidad de reproducir un texto a partir de una muestra.	x		Reproduce textos con mucha precisión.	
El estudiante establece ya la relación entre fonema y grafema.	x			
El estudiante tiene la habilidad de escribir palabras y frases -autónoma.		x	Solamente puede escribir letras y palabras adquiridas recientemente.	

Nivel de desempeño	Valoración de los criterios	Referencia numérica
Muy Satisfactorio	Once criterios demostrados	11-10
Satisfactorio	Diez criterios demostrados Nueve criterios demostrados	9 – 8
Poco Satisfactorio	Ocho criterios demostrados Siete criterios demostrados	7 – 6
Nada Satisfactorio	Seis criterios demostrados	>5

Lic. Carlos Anrango

Psicólogo

Lic. Ruby Quimbialco

Docente

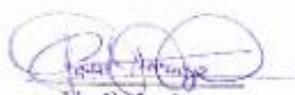


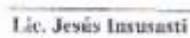
UNIDAD EDUCATIVA "AGUSTÍN CUENCA DÁVILA"  
Barrio 10 de Agosto - Ejido de Curanquí Telf: 2651-591 - 2651178  
IBARRA - ECUADOR

DECE  
COMITÉ DIRECTIVO DE  
CONSERVACIÓN

Evaluación Observativa Final				
Aprendizaje Esperado: Desarrollo de la adquisición de lectoescritura				
Alumno:	Discapacidad: TEA	Grado: 3º "A"		
Indicadores	SI	No	Observación	
<b>Lectura</b>				
El estudiante entiende que las palabras están compuestas por una cadena sonora y está en la capacidad de identificar el primer sonido de una palabra.	x			
El estudiante tiene la capacidad de identificar gráficos y clasificarlos de acuerdo con el fonema o grafema presentado.	x			
El estudiante tiene la capacidad de separar en sílabas palabras cortas sugeridas por gráficos.	x		Ya no presenta problemas con ningún tipo de sílaba.	
Lee y comprende la escritura de oraciones cortas.	x		Habilidad lectora desarrollada.	
El estudiante tiene la capacidad de discriminar objetos según las características descritas por el docente.	x			
El estudiante puede discriminar la cantidad de palabras de una frase corta emitida por el docente.	x		Supera su anterior dificultad en esta destreza.	
<b>Escritura</b>				
El estudiante tiene la habilidad de realizar trazos rectos y curvos (motricidad fina).	x			
El alumno puede discriminar un dibujo de una grafía.	x			
El estudiante tiene la habilidad de reproducir un texto a partir de una muestra.	x			
El estudiante establece ya la relación entre fonema y grafema.	x			
El estudiante tiene la habilidad de escribir palabras y frases autónomas.	x		Con pocas fallas ortográficas.	

Nivel de desempeño	Valoración de los criterios	Referencia numérica
Muy Satisfactorio	Once criterios demostrados	11-10
Satisfactorio	Diez criterios demostrados Nueve criterios demostrados	9 - 8
Poco Satisfactorio	Ocho criterios demostrados Siete criterios demostrados	7 - 6
Nada Satisfactorio	Seis criterios demostrados	>5

  
Lic. Carlos Anrango  
Psicólogo

  
Lic. Jesús Insusti  
Docente



UNIDAD EDUCATIVA "AGUSTÍN CUENCA DÁVILA"  
Barrio 10 de Agosto – Ejido de Caranquí Telf: 2651-591 – 2651178  
IBARRA – ECUADOR

DECE  
DEPARTAMENTO DE  
CONSEJERÍA ESTUDIANTIL

Evaluación Observativa Final				
Aprendizaje Esperado: Desarrollo de la adquisición de lectoescritura				
Alumno: <i>f</i>	Discapacidad: Dificultades específicas en el aprendizaje.	Grado: 3° "A"		
Indicadores		Si	No	Observación
<b>Lectura</b>				
El estudiante entiende que las palabras están compuestas por una cadena sonora y está en la capacidad de identificar el primer sonido de una palabra.		x		
El estudiante tiene la capacidad de identificar gráficos y clasificarlos de acuerdo con el fonema o grafema presentado.		x		
El estudiante tiene la capacidad de separar en sílabas palabras cortas sugeridas por gráficos.		x		
Lee y comprende la escritura de oraciones cortas.		x		
El estudiante tiene la capacidad de discriminar objetos según las características descritas por el docente.		x		
El estudiante puede determinar la cantidad de palabras de una frase corta emitida por el docente.		x		
<b>Escritura</b>				
El estudiante tiene la habilidad de realizar trazos rectos y curvos (motricidad fina)		x		
El alumno puede discriminar un dibujo de una grafía.		x		
El estudiante tiene la habilidad de reproducir un texto a partir de una muestra.		x		Reproduce escritura con leves fallos.
El estudiante establece ya la relación entre fonema y grafema.		x		Ya identifica sus errores en la escritura de grafías semejantes
El estudiante tiene la habilidad de escribir palabras y frases autónoma		x		Persisten problemas de dislexia.

Nivel de desempeño	Valoración de los criterios	Referencia numérica
Muy Satisfactorio	Once criterios demostrados	11-10
Satisfactorio	Diez criterios demostrados Nueve criterios demostrados	9 - 8
Poco Satisfactorio	Ocho criterios demostrados Siete criterios demostrados	7 - 6
Nada Satisfactorio	Seis criterios demostrados	>5

Lic. Carlos Anrango

Psicólogo

Lic. Lucía Rosero

Docente



## Anexo 13: Manual de Usuario

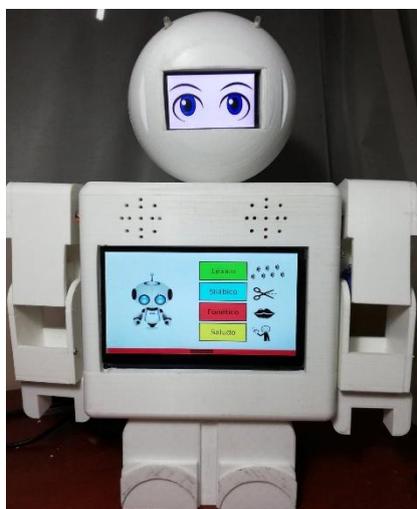
# MANUAL DE USUARIO

## JUGUETE ALIS

### Introducción

Uno de los procesos más importantes en la vida escolar de los niños es el aprendizaje de la lectoescritura, especialmente para aquellos con necesidades educativas especiales debido a que esta habilidad representa un reto para los docentes de cualquier institución, para ello se ha desarrollado un juguete electrónico que sirva como herramienta educativa para facilitar el proceso de adquisición de la lectoescritura siendo la primera etapa para alcanzar el dominio del lenguaje y escritura.

El juguete está diseñado para niños con discapacidad intelectual (leve-moderada) y autismo, proponiendo una metodología de enseñanza mediante contenido multimedia e implementado estrategias pedagógicas recomendadas para niños con dichos trastornos.



## Metodología:

La metodología puede variar dependiendo de las necesidades de cada niño, como punto de partida se recomienda realizar una evaluación observativa diagnóstica empleando un cuestionario ya preparado y en conjunto con un instrumento de evaluación como una lista de cotejo.

Recuerde en cada sesión mantener una actitud positiva y tratar de interactuar con el niño mientras juega de una manera amigable, en el caso de dar apoyo solamente ayudar con las instrucciones y dejar que el niño sea quien conteste y lleve la acción en el juguete.

El juego léxico puede ser empleado como una introducción al manejo del juguete, ya que también sirve para trabajar la memoria operativa del niño.

Se recomienda emplear instrumentos de observación durante cada sesión que realiza el niño, esto servirá para identificar los logros y fallos que puede presentar el niño en las áreas de lectoescritura.

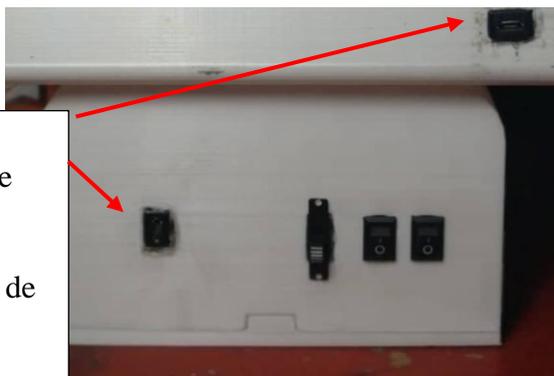
Como última recomendación no olvide propiciar la práctica y la repetición para que el niño internalice los contenidos que se muestran en el juguete.

## Encendido y Apagado del juguete

### Para el encendido:

#### PASO 1

Verifique no se conecte ningún dispositivo en el puerto de carga y de alimentación externa.



#### PASO 2

Verifique el nivel de batería del juguete. Baje el switch para ver su estado y si desea puede volver a subirlo hasta que se apague.



**Recomendación:** A partir de una luz azul encendida se recomienda cargar el juguete para evitar el mal funcionamiento de los componentes y alargar la vida útil de la batería.

### PASO 3

Cambie de posición hacia arriba los switches del juguete, el Switch 1 sirve para activar el módulo de la batería, el switch 2 servirá para arrancar el raspberry y por último el switch 3 para encender las pantallas del juguete.



**Para el apagado:**

Cambie de posición hacia abajo todos los Switchs para que se desconecten todos los circuitos del juguete.



**Precaución:** No trate de encender el juguete cuando conecte el cable para cargar, esto provocara que no funcionen los dispositivos y no enciendan.

## Modo de Carga

Para cargar el juguete cuando la batería ha sido descargada.

### PASO 1

Verifique que todos los switches se encuentren hacia abajo.



**PASO 2**

Introduzca el cable de carga en el puerto junto a los switches.



**Recomendación:** Se recomienda utilizar un cargador que tenga por lo menos 1A de salida para que el proceso de carga no sea muy largo, entre más amperios tenga el cargador la batería se cargara en menor tiempo.

**Modo de Alimentación externa.**

Este modo permitirá alargar la duración de la batería por horas en el caso que se requiera para hacer muchas sesiones en el día.

**PASO 1**

Verifique que todos los switches se encuentren hacia arriba.

**PASO 2**

(Opcional)  
Baje el switch 2, para evitar menos consumo de batería.

**PASO 3**

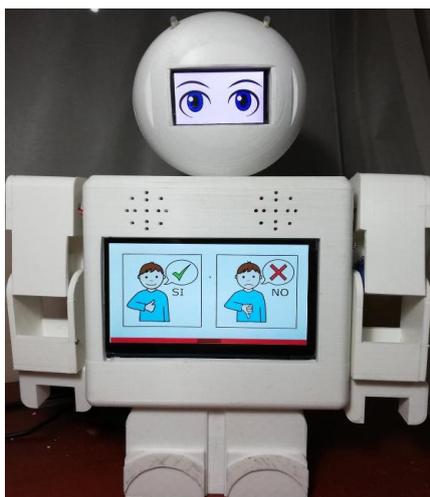
Conecte el cargador en el puerto de alimentación externa, este puerto esta solamente ligado al circuito del raspberry, tiene la función de incrementar la capacidad de corriente a todo el circuito.



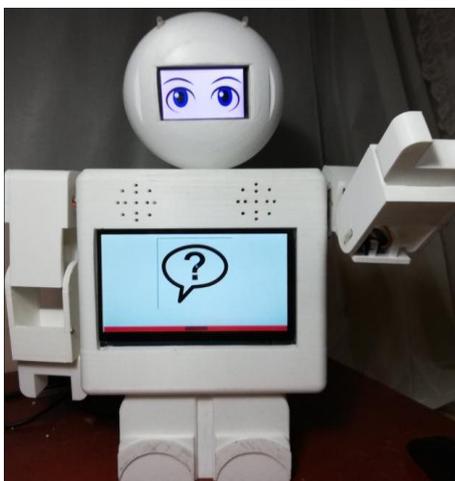
**Recomendación:** Si la batería está demasiado baja no conecte nada al puerto de alimentación externa, mejor apague el dispositivo y cargue de nuevo la batería.

## Presentación hacia el niño

Después de haber encendido el juguete siempre se mostrará una ventana que servirá para preguntar si el niño desea jugar con el juguete como también si no lo desease. Véase en la siguiente imagen la ventana que aparecerá en el juguete.



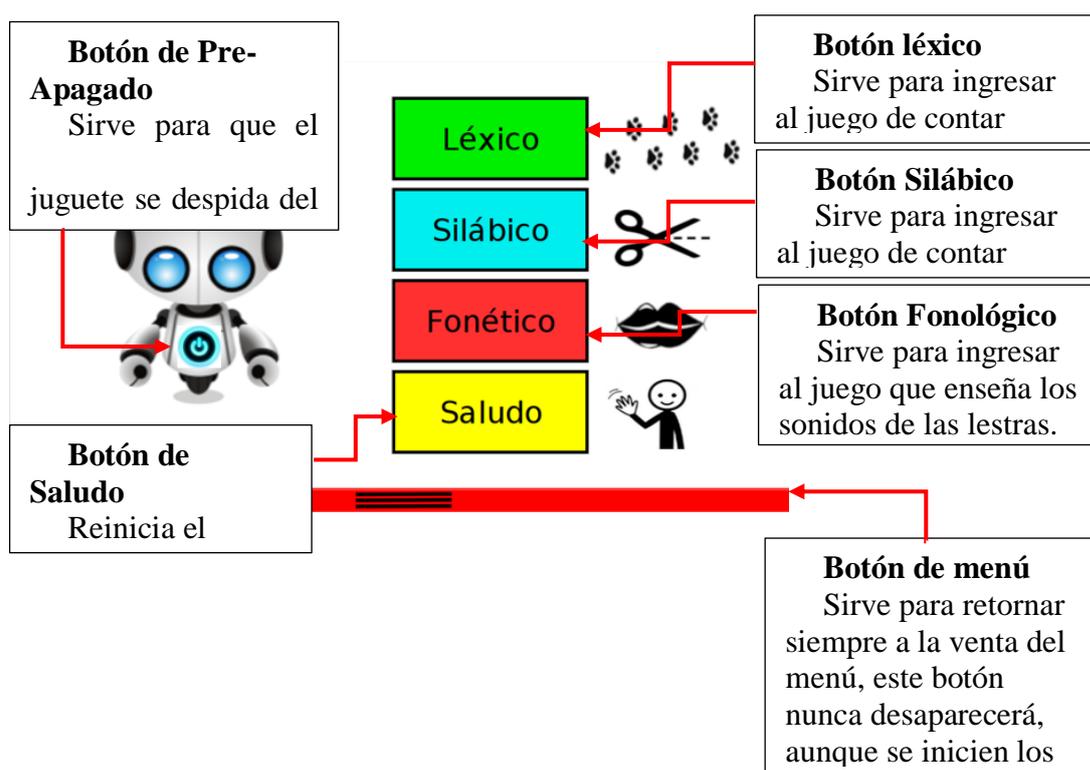
En el caso que el niño no quiera jugar con el juguete entonces aparece otra ventana la cual muestra un signo de interrogación para que el juguete pregunte de nuevo ya sea al mismo niño o a otro, véase en la siguiente imagen esta ventana.



**Recomendación:** Se recomienda al docente dar la instrucción de presionar los botones lentamente y una sola vez, ya que se pueden repetir los diálogos si se presiona consecutivamente dos veces los botones.

## Menú de juegos

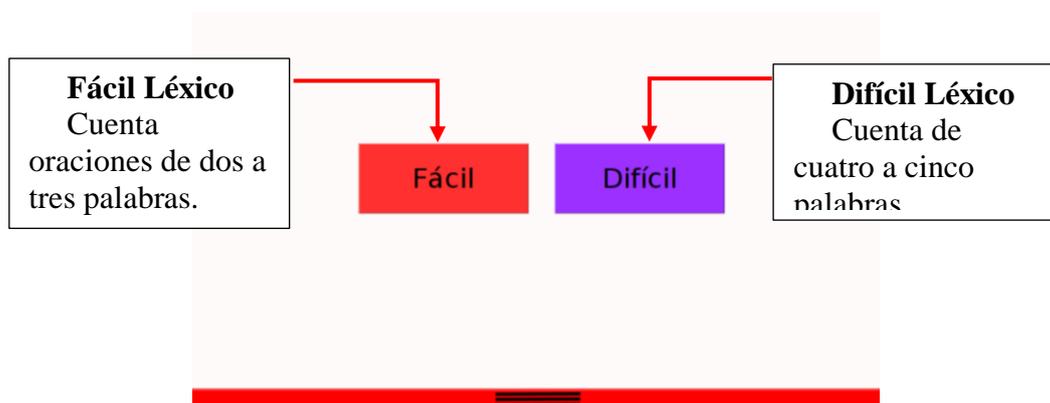
En el menú de juegos no solamente se encuentran botones para acceder a los juegos, sino que también están los botones para el apagado, reinicio de saludo y retorno hacia el menú. A continuación, en la siguiente imagen véase la ubicación de cada botón y su funcionalidad.



**Recomendación:** Se recomienda al docente dar la instrucción de presionar los botones lentamente y una sola vez, ya que se pueden repetir los diálogos si se presiona consecutivamente dos veces los botones.

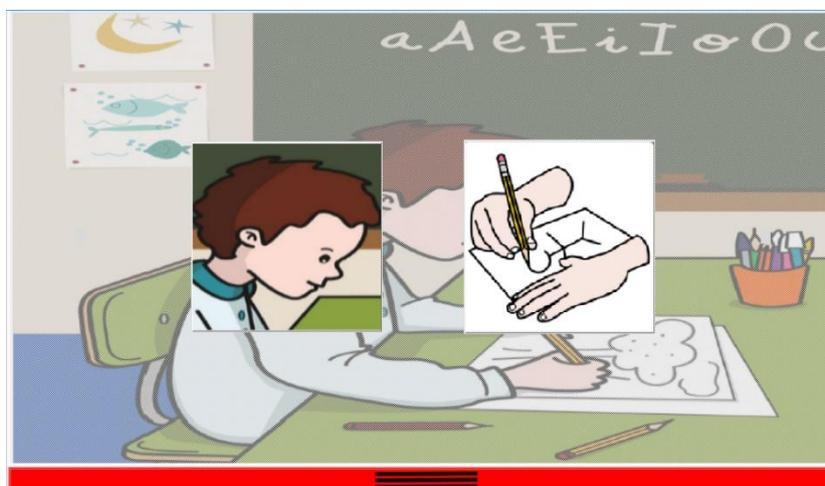
## Aprendizaje léxico

Al momento de acceder al juego de léxico, se despliega una ventana que deja escoger el grado de dificultad que puede ofrecer el juguete, véase en la siguiente figura.



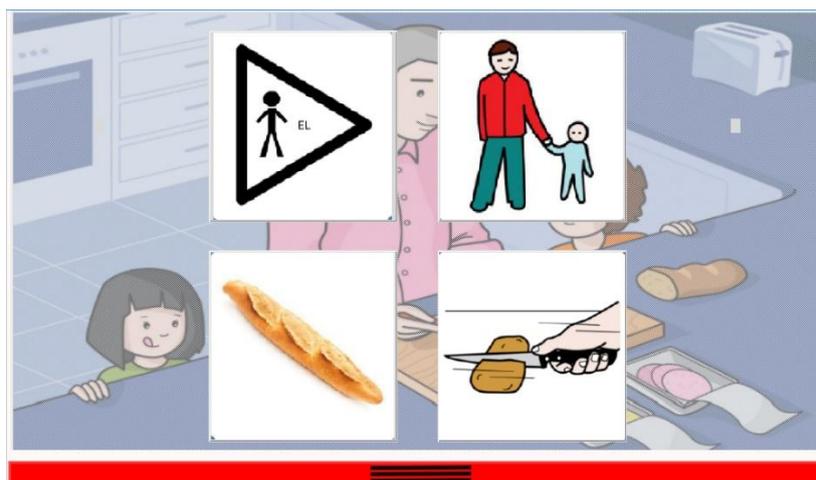
### Para el juego Fácil:

Como primer paso es presionar la imagen para que el juguete diga la frase en relación con el contenido y luego muestre pictogramas que hacen relación a la frase y presionar en el orden que se escuchó la oración.



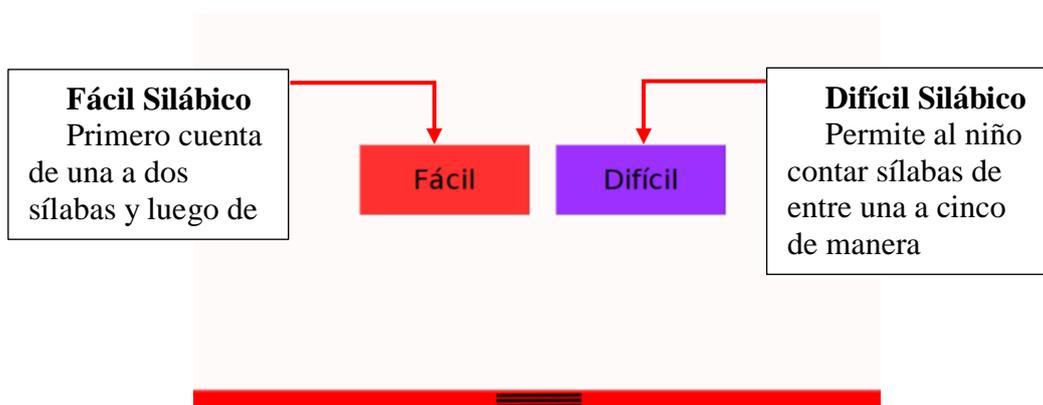
### Para el juego difícil:

Tiene la misma lógica que el juego fácil solo que incluye más elementos en las oraciones.



## Aprendizaje Silábico

Al momento de acceder al juego de silábico, se despliega una ventana que deja escoger el grado de dificultad que puede ofrecer el juguete, véase en la siguiente figura.



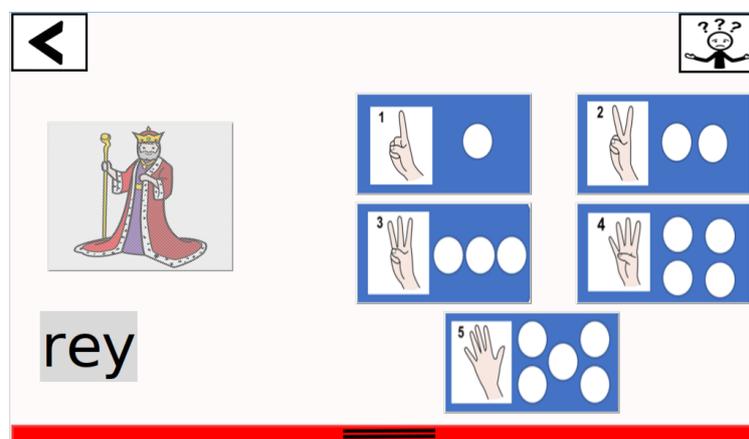
### Para el juego fácil:

El niño deberá presionar el pictograma, posteriormente separa en sílabas la palabra que escucho o descifrar el escrito de esta para posteriormente señalar cuantas palabras pudo contar.



### Para el juego difícil:

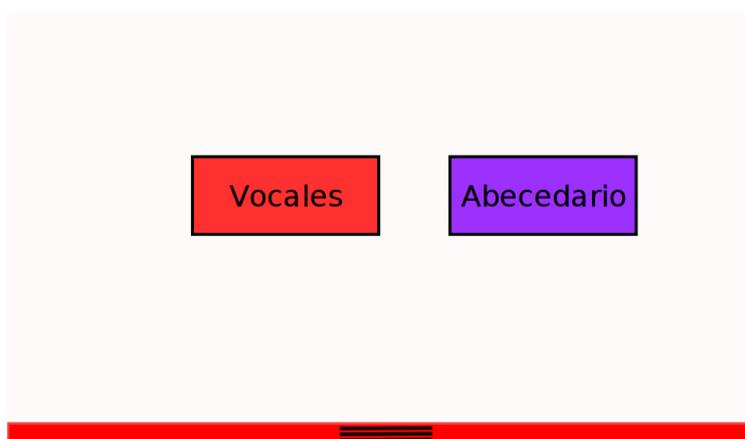
Como en el anterior juego se presiona el pictograma y luego se identifica las separaciones de voz.



**Recomendación:** Como complemento para este juego se puede practicar la reproducción escrita de textos, y el dictado de palabras largas una vez ya se domine la etapa fonológica del niño.

### Aprendizaje Fonológico

En esta sección se enseñan los sonidos de las letras, como punto de partida se puede comenzar por el juego que solo enseña las vocales para posteriormente pasar al juego que enseña todas las letras del abecedario que tienen sonidos.



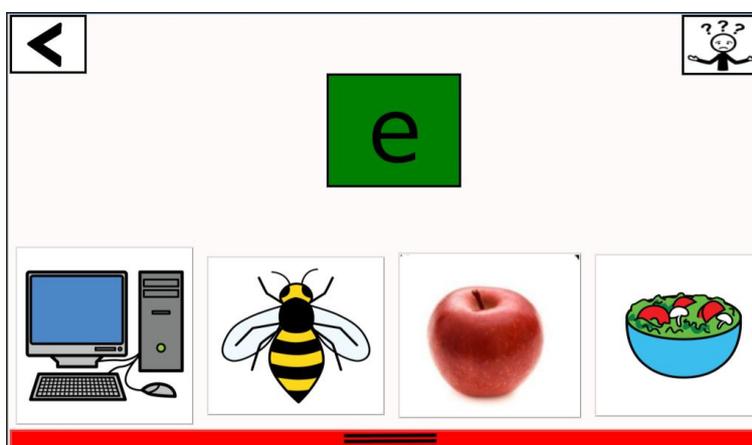
### Para juego de Vocales

En este juego se muestran primeramente un botón con las grafías de las letras, el cual debe ser presionado para que se muestren una serie de pictogramas mostrados en forma aleatoria cada vez que el niño vea esa letra.

El siguiente paso es escoger el sonido con el que empieza la palabra que representa la imagen en relación con la grafía que muestra el color verde. En este juego el ejercicio se repite tres veces con distintos pictogramas.

### Para el juego de Abecedario

Este juego tiene la misma lógica que el de vocales, pero con la diferencia que solo repite una vez el juego por letra a diferencia del de vocales que son tres.



Como parte de la enseñanza la cabeza muestra las praxias bucales para que tenga mas facilidad de reproducir los sonidos de cada letra.

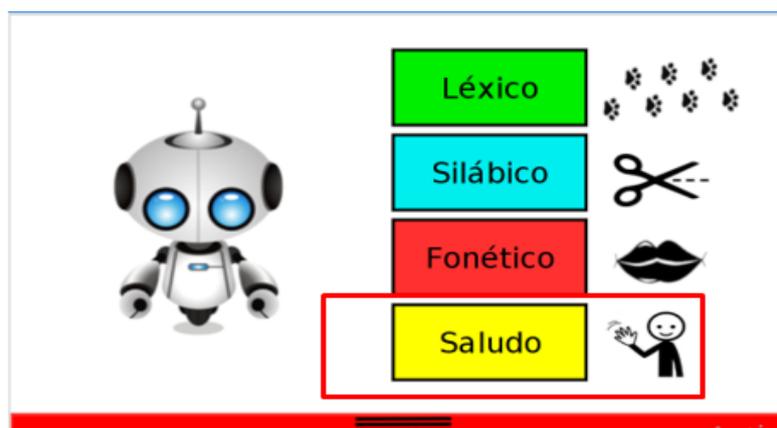


**Recomendación:** Se puede emplear la escritura de las grafías que muestra el juguete, con el propósito de reforzar el conocimiento de escritura.

## Reiniciar Saludo

Este juego está pensado para realizar nuevamente la presentación hacia el niño, como parte de su función es reiniciar las variables de todos los juegos para que nuevamente inicien desde cero.

Se recomienda emplear este botón en el caso de pasar a una nueva sesión con otro niño.



## **Anexo 14: Código de Programación**

Todo el código del programa se lo encuentra subido a una carpeta de acceso público en el OneDrive, en el siguiente enlace:

<https://n9.cl/ks12>