

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
ELECTRÓNICA

Proyecto Técnico con Enfoque Social
DISEÑO, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN
ASISTENTE ROBÓTICO PARA SOPORTE EDUCATIVO
DE NIÑOS DE 10 A 12 AÑOS

AUTORA:

ANA MARIA PARRA ASTUDILLO

TUTOR:

ING. VLADIMIR ESPARTACO ROBLES BYKBAEV

CUENCA – ECUADOR

2017

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Ana Maria Parra Astudillo con documento de identificación N° 0302753629 manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del trabajo de titulación: **“Diseño, desarrollo y construcción de un asistente robótico para soporte educativo de niños de 10 a 12 años”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Electrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 20 de diciembre del 2017



Ana Maria Parra Astudillo

CI: 0302753629

AUTORA

CERTIFICACIÓN

Yo declaro que bajo mi **tutoría** fue desarrollado el trabajo de titulación: “**DISEÑO, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASISTENTE ROBÓTICO PARA SOPORTE EDUCATIVO DE NIÑOS DE 10 A 12 AÑOS**”, realizado por Ana Maria Parra Astudillo, obteniendo el **Proyecto Técnico con enfoque social** que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 20 de diciembre del 2017



Ing. Vladimir Robles Bykbaev

CI: 0300991817

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ana Maria Parra Astudillo con número de cédula CI. 0302753629, autora del trabajo de titulación “**DISEÑO, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASISTENTE ROBÓTICO PARA SOPORTE EDUCATIVO DE NIÑOS DE 10 A 12 AÑOS**” certifico que el total contenido del **Proyecto Técnico con enfoque social** es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría

Cuenca, 20 de diciembre del 2017



Ana Maria Parra Astudillo

CI: 0302753629

AUTORA

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor de proyecto técnico Ing. Vladimir Robles Bykbaev quien ha contribuido con todos sus conocimientos en este tema, por la paciencia y el apoyo brindado durante el desarrollo de esta tesis.

A todos quienes durante este tiempo han formado parte del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GIIATA) de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca, por brindarme de manera desinteresada todo el soporte necesario para desarrollar de mejor manera el presente trabajo de manera especial al Ing. Cristian Tapia, Ing. Mario Ochoa, Ing. Magaly Guamán, Ing. Isaac Ojeda.

Además, quiero hacer un extensivo agradecimiento a la Ing. Fátima López y al Ing. Luis Calle colaboradores del proyecto Pequeñas y Pequeñas Científicos, a la Psicóloga María Eugenia Barros, a la Diseñadora Gabriela Moreno, a la Dra. Yaroslava Robles, por sus valiosas sugerencias en cuanto al diseño y funcionalidades tanto del robot como de la aplicación móvil y la elaboración y validación de las encuestas realizadas en cada etapa de este proyecto.

Ana Maria Parra Astudillo

DEDICATORIA

Quiero dedicar a Dios por guiarme y darme cada día de vida, a mis dos angelitos que me cuidan día a día desde el cielo Ñaño y Precioso gracias por estar siempre, a mis papis, ñaña, preciosa y bebés que han sido el pilar fundamental y gracias a sus esfuerzos he llegado a esta importante etapa de mi formación académica.

A todos ustedes a quienes les ofrecí este título espero no defraudarlos porque siempre me han apoyado para seguir adelante para ser mejor persona y profesional de lo que fui el día anterior, los adoro.

Al Ing. Vladimir Robles que sé cuánto esperaba ver terminado este proyecto gracias por todo.

A todos mis amigos y amigas quienes estuvieron a lo largo de la carrera universitaria, haciendo de ésta una experiencia grata y cada día inolvidable, esperando esa amistad perdure al pasar de los años.

A mis amigos que me apoyaron con su paciencia y conocimientos durante el proceso de este Proyecto Santi y Angys los quiero mucho.

Ana Maria Parra Astudillo

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
RESUMEN.....	XI
INTRODUCCIÓN	XII
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO.....	XVII
JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES).....	XVIII
OBJETIVOS	XX
Objetivo general.....	XX
Objetivos específico.....	XX
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O ESTADO DEL ARTE.....	1
1.1 Robots de Soporte en la Terapia de Lenguaje.....	1
1.2 Robots de Soporte en el Ámbito Educativo	2
1.3 Robots de Soporte en la Salud General y en la Salud Mental.....	4
CAPÍTULO 2: ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PERCEPCIÓN DE LOS NIÑOS RESPECTO A LOS ASISTENTES ROBÓTICOS	6
2.1 Diseño de una encuesta para medir la Percepción de los Niños	6
2.2 Muestra.....	8
2.3 Resultados Preliminares	9
CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	12
3.1 Diseño y Construcción de la Estructura Física	12
3.2 Diseño Electrónico	13
3.1.2 Simulación del Diseño Electrónico.....	15
3.2.2 Diseño del PCB	17
3.3 Diseño y Desarrollo de una Aplicación Móvil para el Registro de Niños y la Evaluación de micro-mundos.....	21
3.1.3 Usuarios y Roles (Diagramas de casos de Uso).....	21

3.4 Diseño de la Base de Datos E-R	23
3.5 Diagrama de Clases.....	24
3.6 Diagrama de Secuencias	25
3.7 Micro-Mundos del Aula de ciencias para niños de la universidad politécnica salesiana	26
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DEL PROYECTO Y RESULTADOS	29
4.1 Asentimiento Informado	34
4.2 Muestra.....	37
4.3 Resultados	38
4.1.3 Percepción con respecto a la aplicación móvil y el asistente robótico	38
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	42
5.1 Conclusiones	42
5.2 Trabajo Futuro.....	43
Referencias Bibliográficas	44
ANEXOS	48
Manual de Usuario	48
Manual Técnico.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tasa de neta asistencia a EGB-Nacional	XIII
Figura 2. Tasa de neta asistencia a EGB-Sexo.....	XIII
Figura 3. Diseños del Asistente Robótico	8
Figura 4. Percepción sobre los Asistentes Robóticos.....	9
Figura 5. Percepción de las Actividades del Robot	10
Figura 6. Percepción del tiempo para utilizar el robot.....	11
Figura 7. Diseño 3D del Asistente Robótico.....	13
Figura 8. Prototipo Final Impreso en 3D	13
Figura 9. Propuesta Desarrollada	14
Figura 10. Diagrama de Bloques del Sistema Electrónico.....	15
Figura 11. Simulación Diseño Electrónico	17
Figura 12. Diseño del PCB	18
Figura 13. Diseño para Reproducir Audio	19
Figura 14. Diseño para los Motores	19
Figura 15. Trazado de pistas de la Placa Electrónica.....	20
Figura 16. Disposición de los componentes en el PCB	20
Figura 17. Diagrama Caso-Uso Administrador	21
Figura 18. Diagrama de Caso-Uso Profesor	21
Figura 19. Diagrama de Caso-Uso Estudiante	22
Figura 20. Base de Datos Entidad Relación del Sistema.....	23
Figura 21. Diagrama de Secuencias del Sistema	25
Figura 22. Micro-Mundos Aula de Ciencias.....	26
Figura 23. Set de Preguntas Micro-Mundo Eléctrico.....	27
Figura 24. Set de Preguntas Micro-Mundo Magnético.....	27
Figura 25. Set de Preguntas Micro-Mundo Verde	28
Figura 26. Set de Preguntas Micro-Mundo Digital	28
Figura 27. Percepción sobre la App Móvil	38
Figura 28. Percepción del Mundo Eléctrico de la App Móvil	39
Figura 29. Percepción de la Voz del Asistente Robótico.....	40
Figura 30. Pantalla de Inicio	49
Figura 31. Ventana Inicio de Sesión Docente.....	49
Figura 32. Ventana Selección del Módulo Bluetooth	50

Figura 33. Ventana Registro de Docentes.....	50
Figura 34. Inicio de Sesión del Docente	51
Figura 35. Ventana Salir de la Aplicación	51
Figura 36. Ventana Selección de un Alumno.....	52
Figura 37. Ventana Registro de Nuevos Alumnos.....	52
Figura 38. Selección de Docentes	53
Figura 39. Ventana Reportes de Actividades de los Alumnos.....	54
Figura 40. Instrucciones Selecciona un Mundo	55
Figura 41. Instrucciones Actividad Arrastra y Une lo Correcto	56
Figura 42. Instrucciones Actividad Verdadero o Falso.....	56
Figura 43. Instrucciones Actividad Complete y Arrastre.....	57
Figura 44. Instrucciones Actividad Encuentra Palabras	57
Figura 45. Instrucciones Actividad Desenredo	58
Figura 46. Ventana Selecciona un Mundo	58
Figura 47. Set de Preguntas Mundo Eléctrico.....	59
Figura 48. Actividad Arrastra y Une Mundo Eléctrico.....	59
Figura 49. Arrastra y Une Mundo Eléctrico.....	60
Figura 50. Actividad Verdadero o Falso Mundo Eléctrico	60
Figura 51. Verdadero o Falso Mundo Eléctrico.....	61
Figura 52. Actividad Arrastre y Complete Mundo Eléctrico.....	62
Figura 53. Arrastre y Complete Mundo Eléctrico.....	62
Figura 54. Actividad Encuentra Palabras Mundo Eléctrico.....	63
Figura 55. Encuentra Palabras Mundo Eléctrico.....	63
Figura 56. Actividad Desenredo Mundo Eléctrico	64
Figura 57. Desenredo Mundo Eléctrico	64
Figura 58. Set de Preguntas Mundo Magnético	65
Figura 59. Actividad Arrastra y Une Mundo Magnético	65
Figura 60. Arrastra y Une Mundo Magnético	66
Figura 61. Actividad Verdadero o Falso Mundo Magnético	66
Figura 62. Verdadero o Falso Mundo Magnético	67
Figura 63. Actividad Arrastra y Completa Mundo Magnético	67
Figura 64. Arrastre y Complete Mundo Magnético	68
Figura 65. Actividad Encuentra Palabras Mundo Magnético	68
Figura 66. Encuentra Palabras Mundo Magnético.....	69

Figura 67. Actividad Desenredo Mundo Magnético.....	69
Figura 68. Desenredo Mundo Magnético	70
Figura 69. Actividad Arrastra y Une Mundo Verde	70
Figura 70. Arrastra y Une Mundo Verde	71
Figura 71. Actividad Verdadero o Falso Mundo Verde.....	71
Figura 72. Verdadero o Falso Mundo Verde	72
Figura 73. Actividad Arrastre y Complete Mundo Verde.....	72
Figura 74. Arrastre y Complete Mundo Verde	73
Figura 75. Actividad Encuentra Palabras Mundo Verde	73
Figura 76. Encuentra Palabras Mundo Verde	74
Figura 77. Actividad Desenredo Mundo Verde	74
Figura 78. Desenredo Mundo Verde.....	75
Figura 79. Set de Preguntas del Mundo Digital	75
Figura 80. Actividad Arrastra y Une Mundo Digital	76
Figura 81. Arrastra y Une Mundo Digital.....	76
Figura 82. Actividad Verdadero o Falso Mundo Digital	77
Figura 83. Verdadero o Falso Mundo Digital	77
Figura 84. Actividad Arrastre y Complete Mundo Digital	78
Figura 85. Arrastre y Complete Mundo Digital.....	78
Figura 86. Actividad Encuentra Palabras Mundo Digital	79
Figura 87. Encuentra Palabras Mundo Digital.....	79
Figura 88. Actividad Desenredo Mundo Digital.....	80
Figura 89. Desenredo Mundo Digital	80
Figura 90. Ventana Mundo Robótico.....	81
Figura 91. Pulsantes de Encendido del Asistente Robótico.....	82
Figura 92. Primera Pantalla Asistente Robótico	83
Figura 93. Pantalla Manos del Robot.....	83
Figura 94. Sensores de las manos del Robot.....	84
Figura 95. Pantalla PIES del Robot	84
Figura 96. Pantalla de Mundos	85
Figura 97. Pantalla Mundo Eléctrico	85
Figura 98. Pantalla Mundo Magnético.....	86
Figura 99. Pantalla Mundo Verde	86
Figura 100. Pantalla Mundo Digital.....	87

Figura 101. Modelo 3D	88
Figura 102. Sujeción de las Ruedas y Llantas.....	91
Figura 103. Ensamblaje de Llantas y Ruedas	91
Figura 104. Sujeción de la Pantalla.....	92
Figura 105. Conexión Pines en Arduino Mega.....	92
Figura 106. Conexión Pines Arduino Mega.....	92
Figura 107. Conexión Audio.....	93
Figura 108. Conexión Controlador Motores	93
Figura 109. Conexión Bluetooth	94
Figura 110. Instalación Parlante.....	94
Figura 111. Sujeción Tapa Posterior.....	94
Figura 112. Simulación del Diseño Electrónico	95
Figura 113. Diseño del PCB	96
Figura 114. Diseño para Reproducir Audio	98
Figura 115. Diseño para los Motores	98
Figura 116. Diseño para los Sensores Fuerza resistivos	99
Figura 117. Descarga de Ubuntu.....	100
Figura 118. Instalación de los requerimientos necesarios.....	102
Figura 119. Creación de un Nuevo Proyecto	102
Figura 120. Selección de Dispositivos para el Proyecto	103
Figura 121. Proyecto creado	103
Figura 122. Headers, Sources y Forms del Proyecto	104
Figura 123. Creación de la Base de Datos	105
Figura 124. Creación de la Tabla Docente.....	105
Figura 125. Creación de la Tabla Niño	106
Figura 126. Creación de las Tablas Preguntas y Respuestas	106
Figura 127. Creación de las Tablas Sesión y Sesión Banco	107
Figura 128. Método para llamar las preguntas ingresadas en la base	107
Figura 129. Creación de una nueva pregunta.....	107
Figura 130. Pantalla Reportes de Estudiantes	108
Figura 131. Pantalla Inicio de Sesión Docente	109
Figura 132. Pantalla de Registro de Alumnos.....	110
Figura 133. Pantalla de Registro de Docentes	110
Figura 134. Pantallas de las Actividades por Mundos	111

Figura 135. Creación de Métodos	112
Figura 136. Creación de Métodos y Variables Globales.....	112
Figura 137. Pantalla Ambiente Gráfico	113
Figura 138. Selección de Dispositivo para Compilar.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estimación Provincial de la Población escolar (5-17 años).....	XIV
Tabla 2. Razones de no asistencia a clases	XV
Tabla 3. Tiempos del sistema.....	41
Tabla 3. Elementos utilizados en la Impresión 3D	88
Tabla 4. Componentes Electrónicos.....	89
Tabla 5. Pines ocupados por el Mega Shield V1.1	96
Tabla 6. Pines Ocupados en el Arduino Nano	97

RESUMEN

Hoy en día es posible observar el gran avance que han tenido la Ciencia y la Tecnología en la búsqueda de mejorar la vida de los seres humanos. Estos avances se enfocan en diversas áreas que van desde el ámbito de la automatización de tareas hasta la toma de decisiones y el soporte en el ámbito de la educación.

En el Ecuador en los últimos años se ha producido un incremento considerable de población dentro del sistema educativo, es decir, niños que asisten a la Educación General Básica en la edad correspondiente debido a los esfuerzos que realiza el Estado para que la educación gratuita y la particular sean dignas y estén al alcance de todos.

Por estas razones este proyecto está enfocado en diseñar y desarrollar un Asistente Robótico Educativo para niños de 10 a 12 años con una Aplicación Móvil disponible para dispositivos Android en donde se trabajan conceptos de lateralidad, interacción humano-máquina, interacción entre la Aplicación Móvil y el Asistente Robótico, etc. De igual forma, se abordan conceptos de electricidad, magnetismo, cuidado ambiental y electrónica digital, estudiados en el Proyecto de Vinculación “Aula de Ciencias para Niños” de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca

Para la validación de este trabajo se realizaron 68 encuestas conformadas de 18 preguntas con valoración en la escala de Likert, con la que se pudo determinar la percepción de los niños y niñas respecto a la aplicación móvil “Aula de Ciencias Para Niños” y con respecto al asistente robótico, esta encuesta fue dirigida a alumnos de la Escuela “Carlos Crespi”.

Los resultados que se presentan en el capítulo 2 nos demuestran que la realización de este proyecto es viable y los resultados del capítulo 4 nos indican que tanto el Asistente Robótico como la implementación de la Aplicación Móvil han tenido altos niveles de aceptación en niños de estas edades.

INTRODUCCIÓN

La Educación en el Ecuador

La educación es considerada como un derecho humano fundamental al que todos los ciudadanos debemos acceder, sin ningún inconveniente y es el Estado el encargado de garantizar de que esto se cumpla, por lo que el Estado Ecuatoriano mediante la Asamblea Nacional en el 2008, declaró el *Sumak Kawsay* como una forma para alcanzar armonía con la naturaleza, y una excelente convivencia ciudadana [1].

Las políticas del “Buen Vivir” señalan que se debe establecer un sistema educativo con políticas públicas, jurídicas, administrativas que originan el derecho humano a la educación. Para ello, en el Ecuador se ha creado el *Sistema Nacional de Educación* (SNE) que engloba a las instituciones educativas, programas y políticas parte del sistema educativo, de todos los niveles de educación inicial, básica y bachillerato [2] [1].

Es muy importante analizar que se cumplan los derechos humanos, en especial el de la educación, por lo que se han creado procesos para diálogo, seguimiento y avances en los programas educativos que son permanentes mediante el *Contrato Social por la Educación* (CSE). Este contrato se encuentra continuamente verificando la situación educativa en los ámbitos cuantitativos y cualitativos de cada uno de los establecimientos, lo que ayuda a mejorar la implementación y el ajuste de las políticas educativas [2].

Según el último reporte de indicadores realizado en el año 2014 por la Dirección Nacional de Análisis e Información Educativa, la estadística educativa en el Ecuador arroja los siguientes [3].

Tasa neta de Asistencia a Educación General Básica (EGB): existe un nivel de crecimiento desde el 2003 hasta el 2015 en todos los niveles educativos, según sexo y área a nivel nacional, como se indica en la figura 8 tomando una población entre las edades de 5 a 14 años [3].

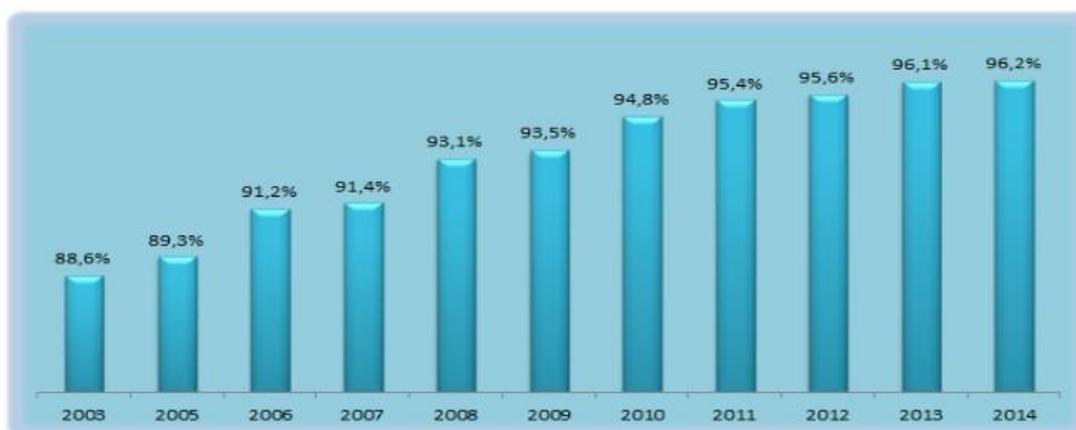


Figura 1. Tasa de neta asistencia a EGB-Nacional
Fuente: ENEMDU – INEC (2003-2014). Elaboración propia

El análisis de los asistentes a EGB de acuerdo al sexo se describe en la Figura 2, demostrando que la asistencia de las mujeres es un 1% más en todos los años desde el 2003 hasta el 2014 [3].

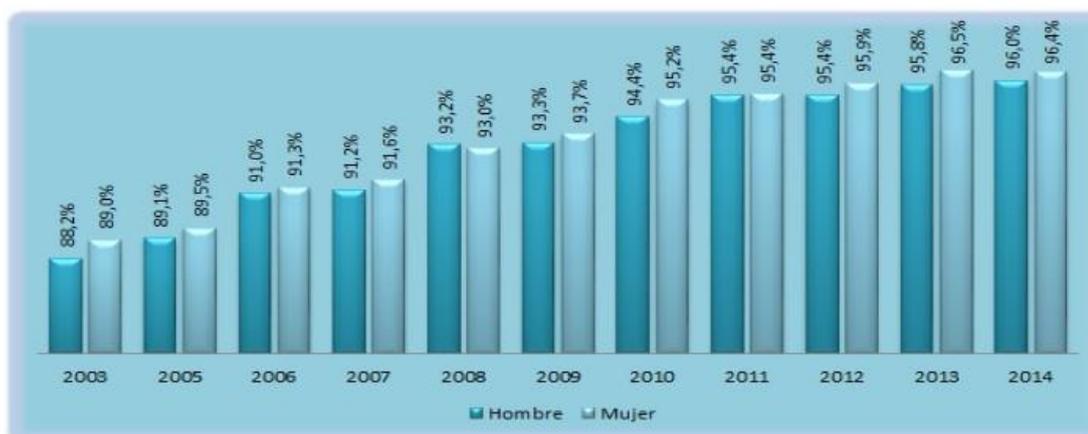


Figura 2. Tasa de neta asistencia a EGB-Sexo
Fuente: ENEMDU – INEC (2003-2014). Elaboración propia

En la tabla 1 se indica el porcentaje y la cantidad de la población escolar de 5 a 17 años por cada una de las provincias [3].

Tabla 1. Estimación Provincial de la Población escolar (5-17 años)

Fuente: ENEMDU – INEC (2003-2014). Elaboración propia

Provincia	Población escolar	(%)
Azuay	195.668	4,51
Bolívar	61.843	1,43
Cañar	71.905	1,66
Carchi	44.291	1,02
Cotopaxi	131.905	3,04
Chimborazo	138.682	3,20
El Oro	168.347	3,88
Esmeraldas	193.678	4,46
Guayas	1.067.203	24,60
Imbabura	120.208	2,77
Loja	133.361	3,07
Los Ríos	249.945	5,76
Manabí	408.490	9,41
Morona Santiago	60.892	1,40
Napo	36.063	0,83
Pastaza	33.240	0,77
Pichincha	711.565	16,40
Tungurahua	133.121	3,07
Zamora Chinchipe	34.784	0,80
Galápagos	6.525	0,15
Sucumbíos	59.065	1,36
Orellana	48.548	1,12
Santo Domingo de los Tsáchilas	118.204	2,72
Santa Elena	100.169	2,31
Zonas no delimitadas	11.251	0,26
Nacional	4.338.951	100,00

No Asistencia a Clases

Existen muchas razones para que un estudiante no asista a clases siendo la principal por “Falta de recursos económicos”, por lo que se ha visto la necesidad de crear mecanismos tales como escuelas del milenio fiscales para evitar que la condición económica sea impedimento para el proceso educativo, sin embargo, se han presentado otras razones más para la no asistencia a clases, lo que se indica en la Tabla 1 [3].

Tabla 2. Razones de no asistencia a clases
Fuente: ENEMDU – INEC (2003-2014). Elaboración: DNAIE

Razón x la que no asiste	2012	2013	2014
Edad	1,59 %	1,15 %	0,02 %
Terminó sus estudios	0,20 %	0,63 %	0,29 %
Falta recursos económicos	35,58 %	31,35 %	24,49 %
Fracaso escolar	3,51 %	5,01 %	4,26 %
Por trabajo	16,64 %	9,65 %	8,50 %
Temor maestros	0,19 %	0,77 %	
Por asistir nivelación SENESCYT			2,44 %
Enfermedad o discapacidad	9,92 %	12,46 %	10,74 %
Quehaceres del hogar	5,29 %	6,26 %	9,52 %
Familia no permite	1,24 %	1,49 %	1,83 %
No hay establecimientos educativos	0,98 %	2,24 %	1,38 %
No está interesado	11,60 %	15,54 %	18,31 %
Por embarazo	1,68 %	2,32 %	2,88 %
Por falta de cupo	3,23 %	3,26 %	4,27 %
Otra razón	8,35 %	7,88 %	11,05 %

La Robótica Educativa

Al ser una disciplina que agrupa diseño, control, programación y desarrollo de robots puede ocuparse de los contenidos curriculares de las materias que se enseñan en educación general básica y en las de bachillerato tales como: lengua, historia, matemáticas, estudios sociales, física, química, anatomía, entre otras; y con la ayuda de asistentes robóticos el proceso académico es más asimilable para los estudiantes, que servirá como una alternativa metodológica y se emplean TICs (Tecnologías de Información y Comunicación) que trabajan directamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje [4] [5].

La robótica educativa permite a los estudiantes pasar de una educación clásica o tradicional a una educación de acorde con la tecnología del momento, en donde el estudiante puede imaginar, diseñar, simular proyectar e innovar sus propios proyectos tecnológicos lo que le permite construir su propio conocimiento de dos formas interno y externo, el interno es el que se desarrolla dentro en la mente de cada persona y el externo es el desarrollo de cada etapa en la construcción de un robot [29].

Mediante la robótica educativa permite desarrollar el pensamiento sistemático, fomenta la imaginación, estimula inquietudes, mejora el trabajo en equipo, todo esto permite al estudiante resolver cualquier tipo de problema probando alternativas de solución, además de que el estudiante puede tomar mejores decisiones en cualquier ocasión porque su creatividad se encuentra más desarrollada [6].

Debido a todas las ventajas que ofrece la robótica educativa, se encuentra en vías de desarrollo en países subdesarrollados que no cuentan con mucha tecnología en comparación con la tecnología que poseen los países desarrollados por falta de recursos, por lo que los países subdesarrollados deben crear sus propios prototipos con la tecnología alcanzable con el fin de cubrir las áreas en donde se necesita de asistentes robóticos incluyendo el área educativa.

En este proyecto se diseña, construye e implementa un asistente robótico educativo y una aplicación móvil disponible para dispositivos Android para niños de 10 a 12 años para el cuál se ha buscado los dispositivos electrónicos existentes en el mercado ecuatoriano y de bajos costos, con el fin de obtener un prototipo económico que sea accesible para la mayoría de estudiantes.

En este proyecto técnico se manejan los contenidos educativos de electricidad, magnetismo, cuidado ambiental y electrónica digital del taller de Ciencias del Proyecto de Vinculación “Aula de Ciencia para niños” de la Universidad Politécnica Salesiana, basados en [26], que hoy en día se encuentra en etapa de rediseño completo del programa educativo con la colaboración de Psicólogos, Pedagogos, Ingenieros y Diseñadores.

Este proyecto ha sido validado con 68 niños y niñas que han asistido al proyecto “Aula de Ciencias para niños”, los cuales llenaron una encuesta que permite conocer la percepción de los niños luego de interactuar con la aplicación móvil y con el asistente robótico, obteniendo como resultado una alta aceptación por parte de los encuestados.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

Los robots fueron creados para ayudar a los seres humanos a realizar tareas repetitivas, difíciles o peligrosas. Un robot puede ser más preciso, confiable, más rápido y más fuerte que un humano, pero hasta ahora, no puede hacer todo lo que hace un ser humano: realizar una cirugía quirúrgica automatizada, ser parvularios en escuelas, corregir mínimos errores en un proceso, y en general, tareas que requieran aspectos relacionados con el ámbito emocional, la intuición, etc [7].

Sin embargo, con el desarrollo de la tecnología y la creación y/o perfeccionamiento de robots humanoides se ha podido notar un importante incremento del desarrollo y desenvolvimiento de éstos en los medios antes mencionados. Es así como para cada aplicación que se da a un humanoide se pone especial énfasis en su forma y su estilo, por ejemplo, si se utiliza para educar a niños, éstos deben tener un modelo basado en juguetes que causará atracción en los mismos.

A partir de técnicas ya realizadas se pudo concluir que las herramientas robóticas permitieron a los usuarios de éstas mejor percepción y comprensión, mejor desarrollo de habilidades y mayor confianza en sí mismo [8].

JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES)

En los últimos años el ámbito de la robótica ha experimentado gran avance en la construcción de robots especializados, especialmente los de carácter humanoide. Este tipo de robots tiene especial interés en diferentes ámbitos por muchas razones, destacando principalmente dos: la adaptabilidad y la interacción humana. Dependiendo del entorno del humano (en la mayoría entorno común), se debe adaptar adecuadamente el movimiento del robot, considerando que las escaleras y otros objetos en movimiento son obstáculos comunes [9].

En esta línea, es importante mencionar que en determinadas circunstancias las personas muestran una mentalidad más abierta para interactuar con robots contruidos con apariencia humana [7] [8] [10].

Además, el uso de nuevas tecnologías, la incorporación de nuevos materiales, el desarrollo de nuevo software y el aumento del rendimiento computacional han permitido generar robots avanzados existentes en la actualidad.

El Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GI-IATa) busca favorecer a niños de diversas edades y con distintos requerimientos. Una línea específica del grupo se centra en la creación de asistentes robóticos que interactuarán con los niños. Hoy en día existen diversas propuestas que se enfocan al diseño y creación de robots educativos. En este ámbito, Da Silva y Magalhaes emplearon la herramienta Lego MindStorms Robotics para enseñar a los niños en educación vial, y conocer cómo comportarse ante situaciones típicas [10].

Es así que muchos de los proyectos realizados en robótica educativa utilizan Lego MindStorms Robotics, ya que permiten algunas aplicaciones y la programación no es compleja para los niños, que al principio solo necesitarán de algún tipo de tutoría por un adulto [8].

Otro sistema educativo interactivo se puede realizar con el Robot Humanoide NAO H25 de Aldebaran, por ser un humanoide con dimensiones similares a la de un niño, permite generar gran interactividad con el mismo, enseñándole a realizar dibujos y diversas actividades [27].

Sin embargo, al realizar un análisis económico se puede notar claramente que estos robots tienen costos altos, por lo que con en esta tesis se busca crear un asistente robótico con económico, para que sea adquirible para cualquier hogar, y que tenga el modelo y habilidades adquiridas a través de encuestas a niños de 10 a 12 años de edad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar, desarrollar e implementar un asistente robótico de bajo costo que permita brindar soporte en tareas de aprendizaje, interacción y control para niños y niñas de 10 a 12 años.

OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Diseñar y aplicar 100 encuestas a niños y niñas con edades comprendidas entre los 10 y 12 años, a fin de establecer los parámetros base para la construcción del asistente robótico.
- Investigar y conocer cómo influye la inclusión de asistentes robóticos como herramientas de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los niños.
- Establecer líneas base de contenidos educativos que se incorporarán en el asistente robótico.
- Diseñar y desarrollar un programa de control para dispositivos móviles Android con el fin de controlar al asistente robótico y recopilar estadísticas de uso.
- Diseñar, construir y programar 3 asistentes robóticos similares y realizar pruebas de rendimiento y usabilidad.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O ESTADO DEL ARTE

La robótica es la ciencia que estudia el diseño e implementación de robots, reuniendo varias disciplinas como: mecánica, informática, electrónica, teoría de control, inteligencia artificial, etc [28].

Un robot es una máquina autónoma con un grado de inteligencia, que puede percibir su entorno y capaz de realizar determinados comportamientos del ser humano. En la actualidad existen robots enfocados a diferentes actividades y aplicaciones [11].

1.1 ROBOTS DE SOPORTE EN LA TERAPIA DE LENGUAJE

Hoy en día se han desarrollado varios asistentes robóticos para apoyar la terapia de lenguaje para personas con discapacidad de todas las edades, es así que a continuación se describe algunos de los trabajos realizados en la Cátedra Unesco “Tecnologías de Apoyo para la Inclusión Educativa” de la Universidad Politécnica Salesiana y del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GI-IATa) de la Universidad Politécnica Salesiana.

Se realiza un estudio psicológico y terapéutico para la intervención de niños con trastornos de espectro autismo. En este trabajo se propone un ecosistema integrativo que combina instrumentos de modelado, ontologías con herramientas TICs como asistentes robóticos y salas multisensoriales para proveer diagnósticos e intervenciones efectivas del paciente [11] [12].

Onto-SPELTRA es un asistente robótico que brinda soporte en la terapia de lenguaje para niños con discapacidades. Aquí se presenta un sistema que provee tres funcionalidades principales al terapeuta: un módulo de decisión para planear sesiones de terapias, un asistente robótico para motivar a niños con discapacidades a realizar las actividades de la terapia, y un módulo que crea automáticamente grupos de pacientes con necesidades y perfiles similares con análisis de conglomerados jerárquicos [13].

Ochoa M. et. al, describen un sistema para dar soporte en la terapia de lenguaje de niños con discapacidades. El sistema híbrido se constituye de un asistente robótico y una aplicación móvil, que trabajan en conjunto para apoyar el proceso de rehabilitación de lenguaje [14].

Robles V. et. al, presentan a SPELTRA, como un asistente robótico que brinda soporte en la realización de diferentes actividades llevadas a cabo en sesiones de terapia de lenguaje dirigidas a niños con distintos tipos de discapacidades. SPELTRA registra datos de los pacientes, resultados e información de las sesiones de terapia, y provee seguimiento remoto para reforzar actividades desde el hogar mediante el uso de dispositivos móviles [13] [15].

Calle. K y Mena M. presentan una plataforma educativa llamada EVAAC que distribuye contenido interactivo a niños con distintos tipos de discapacidad. EVAAC se enfoca en la creación de actividades interactivas y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que facilitan los procesos de educación especial [16].

Como se indica en [15], un asistente robótico puede ser empleado en la terapia de habla y lenguaje de niños con trastornos congénitos, desarrollando sus habilidades de comunicación. Otros enfoques proponen el uso de robots para apoyar sesiones de terapia y lenguaje.

Mejorar la habilidad de interacción social en niños con trastornos del espectro autista [17] [18].

1.2 ROBOTS DE SOPORTE EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

El principal objetivo de los docentes es fomentar la investigación en ciencia y tecnología, y recuperar la alegría por aprender. En esta área la robótica educativa

llega a ser una alternativa metodológica para lograr este objetivo para lo que se emplean Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) como herramientas de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en la actualidad un niño es capaz de hacer funcionar un robot debido a los avances tecnológicos, además se aprovecha el potencial pedagógico de la robótica para la enseñanza y aprendizaje de la tecnología y ciencias [4].

La robótica es una disciplina que aborda diseño, programación y desarrollo de robots, puede llegar a trabajar en contenidos curriculares de Matemáticas, Física, Tecnología, etc., ayuda en el proceso académico de los estudiantes, debido a que involucra bastantes áreas de conocimiento se encuentra desarrollándose en el Ecuador [5].

La robótica educativa se establece bajo los siguientes principios pedagógicos: el constructivismo, desarrollo de aprendizajes significativos, enfoque histórico y el construccionismo se fundamenta en el uso de las TICs en la educación [4].

El construccionismo permite a los estudiantes diseñar y crear sus propios proyectos, imaginando, simulando, proyectando e innovando, además amplía su entorno, esto da lugar una mejor calidad de educación, pasando de una educación tradicional a una educación con sentido aprehendiendo del mundo tecnológico, científico, social y cultural. “Construir su propio conocimiento”, constituido por dos tipos de construcción: Interna, formulada en la mente de las personas. Externa, usuario comprometido en cada etapa del desarrollo del robot por mínimo o máximo desarrollado que sea [29].

La robótica educativa tiene su base en métodos activos, aprendizaje inductivo y descubrimiento guiado, esto permite desarrollar el pensamiento sistemático, dando lugar a un proceso cognitivo natural, lo que permite al estudiante o usuario a cometer cualquier tipo de equivocación y probar distintas alternativas de solución. La robótica fomenta la imaginación, estimula inquietudes y llega a percibir mejor el mundo que lo rodea, permite tomar las mejores decisiones, desenvuelve la creatividad, mejora el trabajo en equipo [6].

Tuluri F. Indica que al enseñar ciencia e ingeniería los estudiantes no experimentan la aplicación de los principios físicos en tiempo real requerida en estas

disciplinas de estudio. Por esta razón propone una herramienta educativa basada en robótica para estudiar la conductividad eléctrica de líquidos, la resistencia corporal y la ley de enfriamiento de Newton. Con lo que concluye que el uso de herramientas educativas basadas en Robótica se puede utilizar para la enseñanza o el aprendizaje además de que pueden extenderse a muchas otras áreas de la ciencia y la ingeniería [19].

De Azevedo et al. Proponen una metodología de enseñanza y aprendizaje que combina la robótica educativa y el aprendizaje contextualizado. Además, indican que esta metodología se describe para ser replicada por otros profesores o grupos de investigación, dado que el fin de utilizar robótica educativa o el aprendizaje contextualizado permite al estudiante resolver problemas para crear sus propios conocimientos, por esta razón se encuentran enfocados en realizar un sistema de enseñanza y aprendizaje que combina las dos metodologías para obtener resultados más prometedores que con la aplicación de una de las metodologías por separado [20].

Naya et. al. Describen un asistente robótico educativo llamado ROBOBO que fue desarrollado para proporcionar una experiencia interactiva atractiva y natural con los niños siendo su objetivo principal motivar a los niños a conocer y cooperar con los robots mientras aprenden conceptos y habilidades relacionadas con la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) [21].

Eguchi y Uribe consideran que la robótica educativa proporciona un entorno de aprendizaje divertido y emocionante debido a su naturaleza práctica y la integración de la tecnología. Por esta razón presentan una unidad de robótica educativa que está integrada en un currículo de ciencias de cuarto grado [22].

1.3 ROBOTS DE SOPORTE EN LA SALUD GENERAL Y EN LA SALUD MENTAL

Debido al incremento de personas con algún tipo de capacidad especial específicamente con TEA (Trastorno del Espectro Autista), se han establecido múltiples terapias psicológicas para trabajar con estas personas y con sus familiares, es así que se ha desarrollado el proyecto "Tecnología para niños autistas" para desarrollar las habilidades sociales en niños con TEA, para iniciar este proyecto se

utilizó un robot para intervención psicológica, posteriormente se reduce el uso del robot en la terapia hasta llegar a trabajar solo con los psicólogos [23] .

Esubalew et al, trabajan con un robot humanoide y con una red de cámaras lo que ha permitido crear estímulos auditivos y visuales para niños con TEA, cuyo proyecto ha sido validado con niños de entre 2 a 5 años, cada terapia estuvo guiada por dos psicólogos y por dos robots, lo que se obtuvo como resultado de esta experimentación es el mayor interés mostrado por los niños al interactuar con robots, además se debe tener en cuenta las características del robot en cuanto se trata con la apariencia física y las actividades que es capaz de realizar el robot [24][25].

Actualmente se encuentran utilizando una nueva tecnología denominada ontologías que permite implementar varios tipos de interoperabilidad y procesos de inferencia entre diferentes tipos de sistemas, es así que en [26], se ha creado una técnica basada en ontologías que proporciona apoyo en la comunicación entre personas con TEA, sus familiares más cercanos y sus compañeros, para lo que se utiliza interpretación de mensajes como una red social [26].

Hoy en día también se encuentran operando a asistentes robóticos para dar terapia a niños con parálisis cerebral, mediante el uso de imágenes que representan diferentes objetos o animales para que los niños puedan distinguir, para lo que se crea y se mejora cada asistente robótico, con el fin de que sea mucho más manejable para el paciente como para sus familiares, logrando la inclusión de éstos; por el lado tecnológico se va trabajando con nuevos dispositivos, logrando una mayor eficacia en el asistente [27] [28].

CAPÍTULO 2: ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PERCEPCIÓN DE LOS NIÑOS RESPECTO A LOS ASISTENTES ROBÓTICOS

2.1 DISEÑO DE UNA ENCUESTA PARA MEDIR LA PERCEPCIÓN DE LOS NIÑOS

Para conocer la percepción de los niños entre 10 a 12 años se diseñó una encuesta que consta de nueve preguntas rápidas y fáciles de contestar, con las que se pretende recoger la información necesaria para determinar los aspectos de funcionalidad y características físicas que posibilitarán llevar a cabo la implementación del asistente robótico. De igual forma, es importante apuntar que las preguntas de la encuesta vienen diseñadas Escala de Likert para que ésta pueda ser validada posteriormente.

En esta línea, se aplicó la encuesta a más de 100 niños con edades comprendidas entre los 10 y 12 años. A continuación, se presenta el diseño de la encuesta:

ENCUESTA A NIÑOS Y NIÑAS DE 10 A 12 AÑOS

¡Hola! Esto no es un examen, solo debes contestar las siguientes preguntas no tienen calificación. Nos servirá de mucho tu colaboración con esta encuesta

¡Muchas gracias!

1. Pon tu edad

2. ¿Cuál es tu género?

Masculino _____

Femenino _____

3. ¿En qué escuela estás?

4. Señala con una X ¿cuánto te gustan los robots?



Muchísimo



Bastante



Poco



Muy Poco



No me gustan

5. Señala con una X lo que te gustaría que el robot haga

Camine _____

Hable _____

Cante _____

6. Señala con una X ¿qué forma quisieras que el robot tenga?

Cuadrado _____

Redondo _____

Rectangular _____

7. Señala con una X si te gustaría tener un robot en tu casa



Muchísimo
gustan



Bastante



Poco



Muy Poco



No me

8. Señala con una X ¿para qué usarías el robot?

Aprender más de robots _____

Estudiar _____

Jugar _____

9. Señala con una X ¿cuánto tiempo estarías con el robot?

Todo el tiempo _____ Casi todo el tiempo _____ Poco tiempo _____ Muy poco tiempo _____

Nada de tiempo _____

Para la encuesta de la estructura física del robot se cuenta con los modelos de que se encuentran en la Figura 3



Figura 3. Diseños del Asistente Robótico

Fuente: *Autora*

2.2 MUESTRA

Luego de haber aplicado la encuesta a más 100 niños y niñas, donde algunos de ellos asistieron a los talleres de “Ciencias y Robótica” del Proyecto del Aula de Ciencias para niños de la Universidad Politécnica Salesiana y de la Escuela Carlos Crespi. Con un rango de edad entre 8 a 12 años.

2.3 RESULTADOS PRELIMINARES

La encuesta ha sido validada ya que, se determinó el Coeficiente de Alfa de Cronbach. Se obtuvo un valor de 0.74, con lo cual se puede indicar que la encuesta refleja una coherencia interna entre los ítems.

En base a las preguntas realizadas se han podido concluir que a los niños y niñas les gusta los asistentes robóticos, cuáles son las actividades que les gustaría que el asistente robótico realice, si les gustaría tener uno en casa y cuánto tiempo utilizarían el robot todo esto según la percepción de niños y niñas de 8 a 12 años de edad, lo que se podrá apreciar en las figuras 4, 5 y 6.

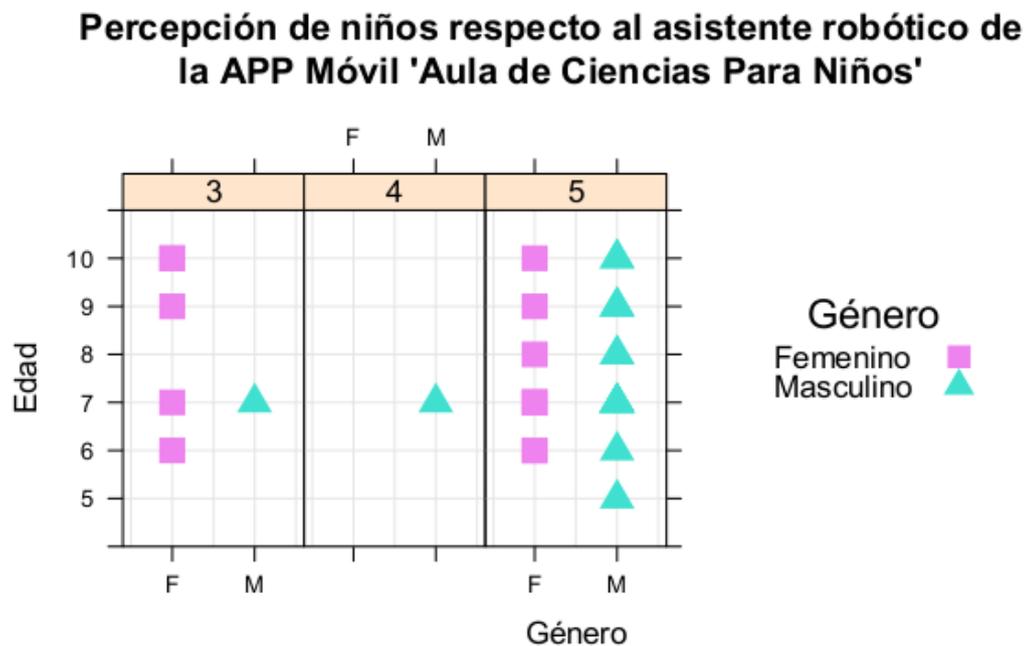


Figura 4. Percepción sobre los Asistentes Robóticos
Fuente: *Autora*

En la figura 4, se aprecia que hay una aceptación altamente positiva por parte de niños y niñas entre 8 a 12 años respecto al asistente robótico.

**Percepción de los niños de la escuela
'Carlos Crespí' y del 'Aula de Ciencias' respecto a las actividades
del asistente robótico según edad y género**

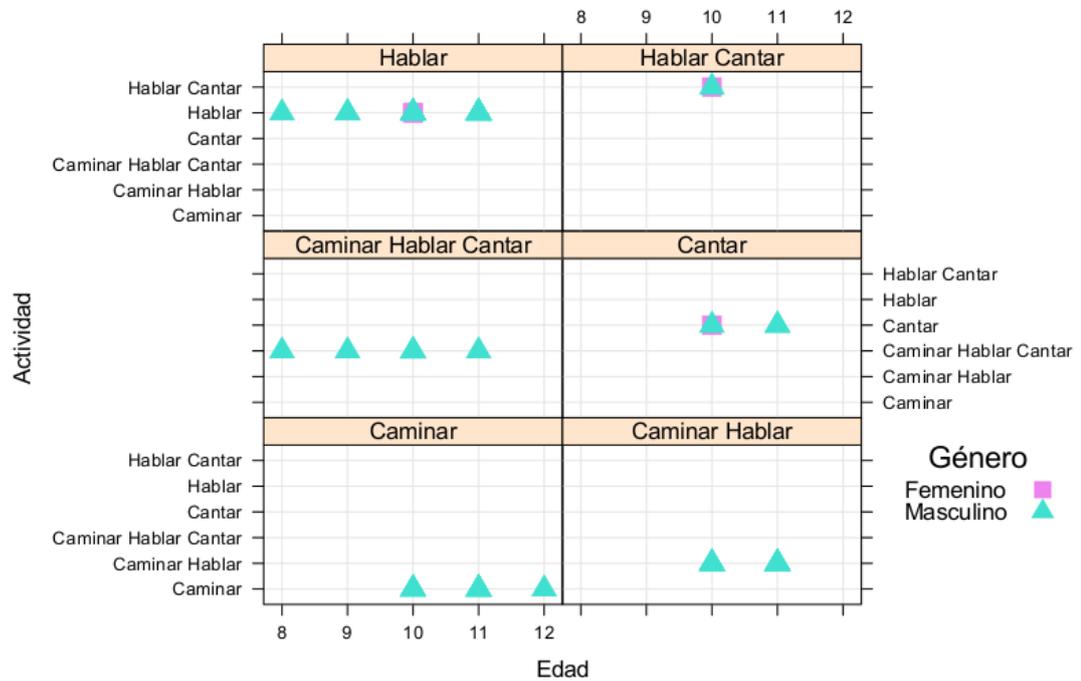


Figura 5. Percepción de las Actividades del Robot
Fuente: *Autora*

En la Figura 5, nos demuestra que la mayoría de la población encuestada en todas las edades tienen la percepción de que el asistente robótico hable, la segunda actividad del asistente robótico más seleccionada es que camine, hable y cante, la tercera opción que camine, lo que nos indica que el asistente robótico debe reproducir audios, y además debe tener con motores con llantas lo que permite el movimiento, para lograr que el asistente robótico hable y camine.

Percepción de niños respecto al tiempo y lugar de utilización del asistente robótico

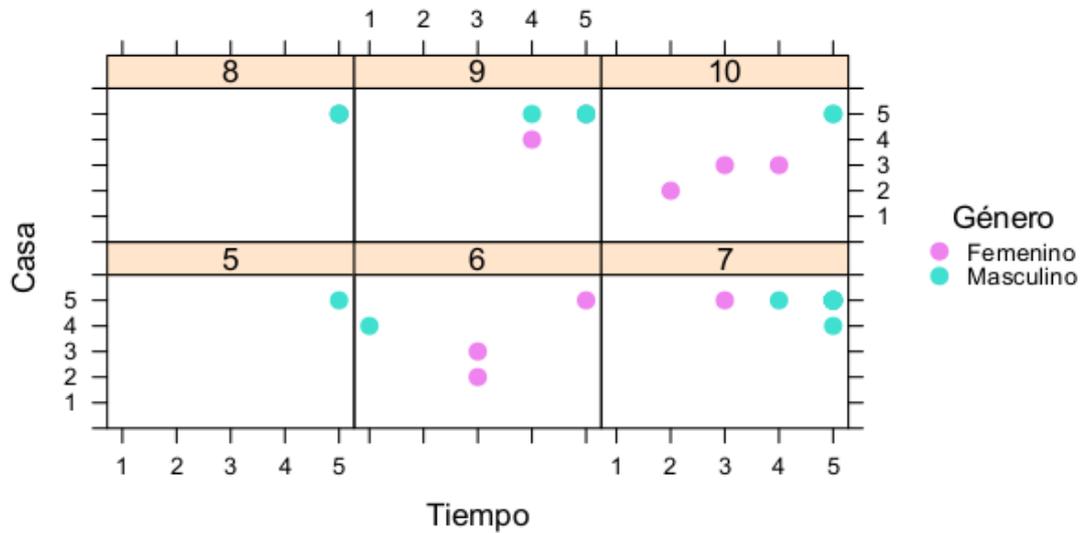


Figura 6. Percepción del tiempo para utilizar el robot
 Fuente: *Autora*

En la figura 6, se indica que casi todos los niños y niñas encuestados desean tener un asistente robótico en sus casas, excepto una niña que seleccionó la opción “no me gustan los robots en casa”, además al preguntarles sobre el tiempo que utilizarían el mismo, las opciones seleccionadas se encuentran en el rango de “poco tiempo, casi todo el tiempo y todo el tiempo”.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que la construcción e implementación de un asistente robótico educativo para niños de 10 a 12 años es viable ya que los niños de ese rango de edad tienen percepciones altas positivas con respecto a los asistentes robóticos y las actividades que quisieran que realicen

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA FÍSICA

La parte física del prototipo es una fase muy importante en el desarrollo del mismo, ya que es donde se colocarán todos los dispositivos electrónicos necesarios para que el asistente robótico cumpla con las funciones requeridas.

Debido a que el asistente robótico está enfocado a una población de niños y niñas de 10 a 12 años participantes del proyecto “Aula de Ciencias” de la Universidad Politécnica Salesiana en donde aprenden sobre ciencia y tecnología mismos que tienen conocimientos sobre robots y su funcionamiento. A partir de la encuesta aplicada y analizada en la Sección 2, se obtuvo un diseño ganador, lo que permitió realizar el mismo en el software *Inventor* para modelado en 3D. El diseño 3D consta de una pieza delantera, una pieza posterior, dos brazos, dos manos y dos llantas, para poder acceder fácilmente a los dispositivos electrónicos internos (como se puede apreciar en la Figura 7).

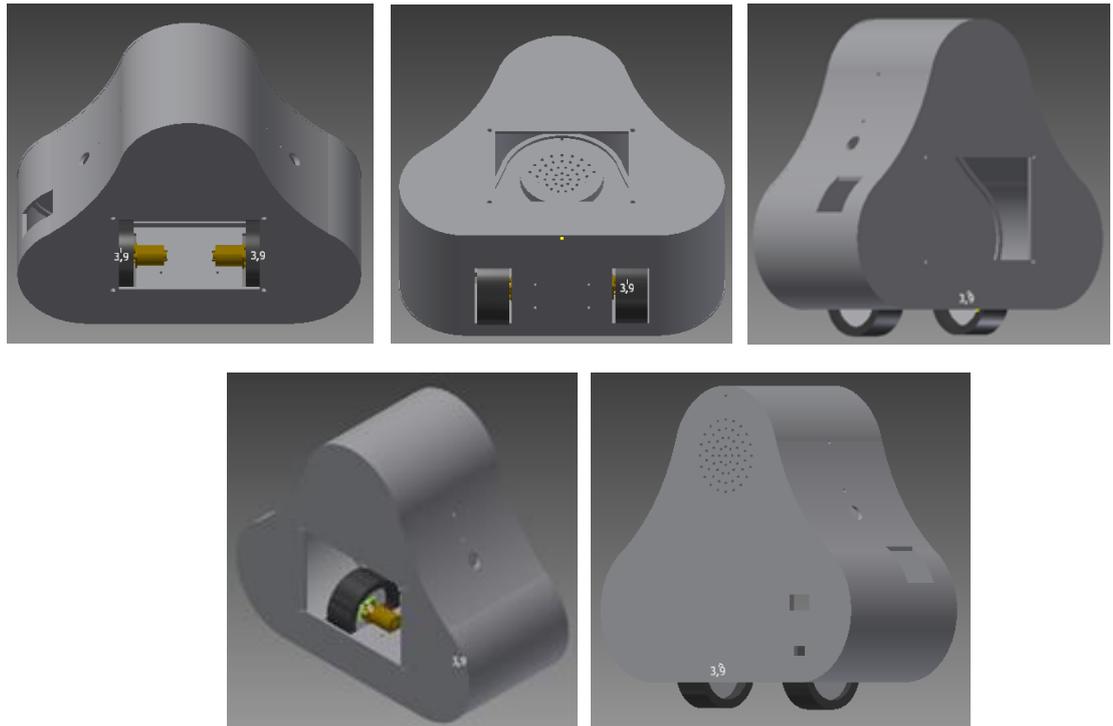


Figura 7. Diseño 3D del Asistente Robótico

Fuente: Autora

Para la construcción e implementación de la parte física del asistente robótico se utilizó la tecnología de impresión en 3D, la misma que se realizó en la impresora en 3D de la Cátedra Unesco de la Universidad. Posteriormente se realizó el ensamblaje de los dispositivos electrónicos, obteniendo el prototipo final como se lo indica en la Figura 8.



Figura 8. Prototipo Final Impreso en 3D

Fuente: Autora



3.2 DISEÑO ELECTRÓNICO

El diseño electrónico es otra fase importante del proyecto ya que nos permitirá controlar y accionar todos los dispositivos electrónicos que forman parte del asistente robótico. Para realizar el diseño electrónico se realizó primero una propuesta desarrollada y un diagrama de bloques que se presenta en la Figura 9.

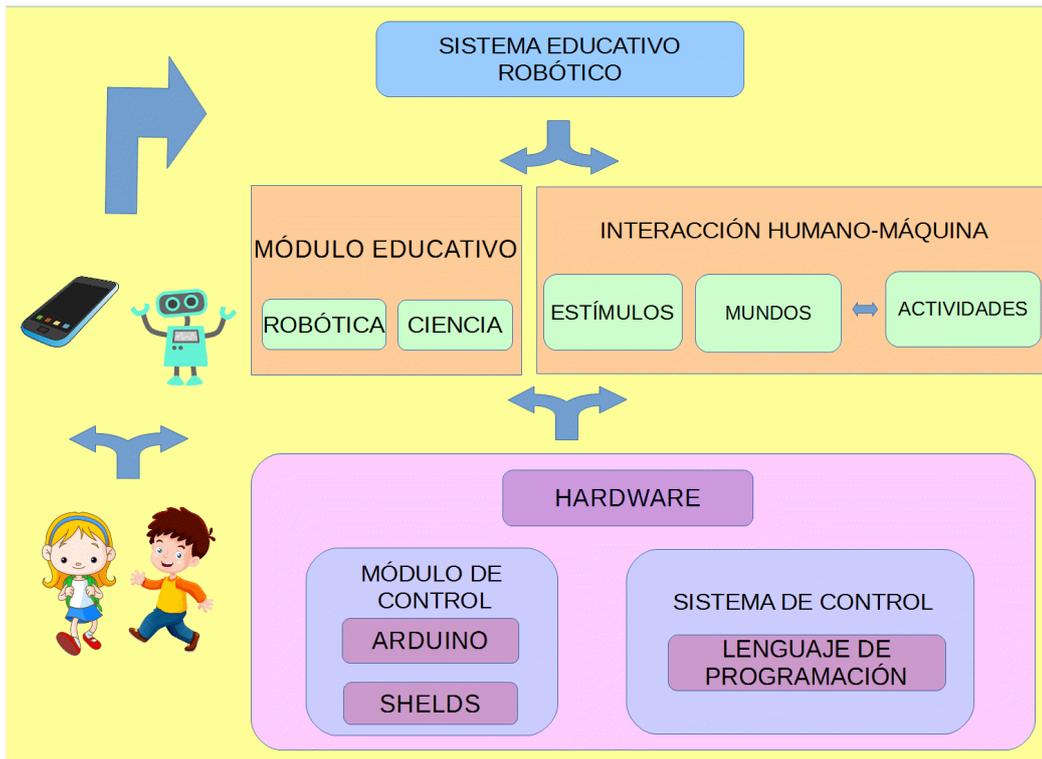


Figura 9. Propuesta Desarrollada
Fuente: *Autora*

En la figura 9 se muestra la propuesta desarrollada en donde se indica que los niños pueden interactuar con la aplicación móvil para dispositivos android que consta de los módulos educativos del taller de Ciencias (actividades de los micro-mundos eléctrico, magnético, verde y digital) basados en [26], además contiene una pantalla que dirige al mundo robótico la cual permite la interacción entre la aplicación móvil y el Arduino que controla el asistente robótico, esto se puede realizar gracias al protocolo de comunicación bluetooth.

Además, los niños pueden interactuar directamente con el asistente robótico aprendiendo y jugando a la vez ya que el asistente maneja conceptos de lateralidad, además causa estímulos auditivos que permite reproducir los audios de temas basados con cada uno de los micro-mundos estudiados en el taller de Ciencias del “Aula de Ciencias” de la Universidad Politécnica Salesiana, que se basa en el Proyecto [26].

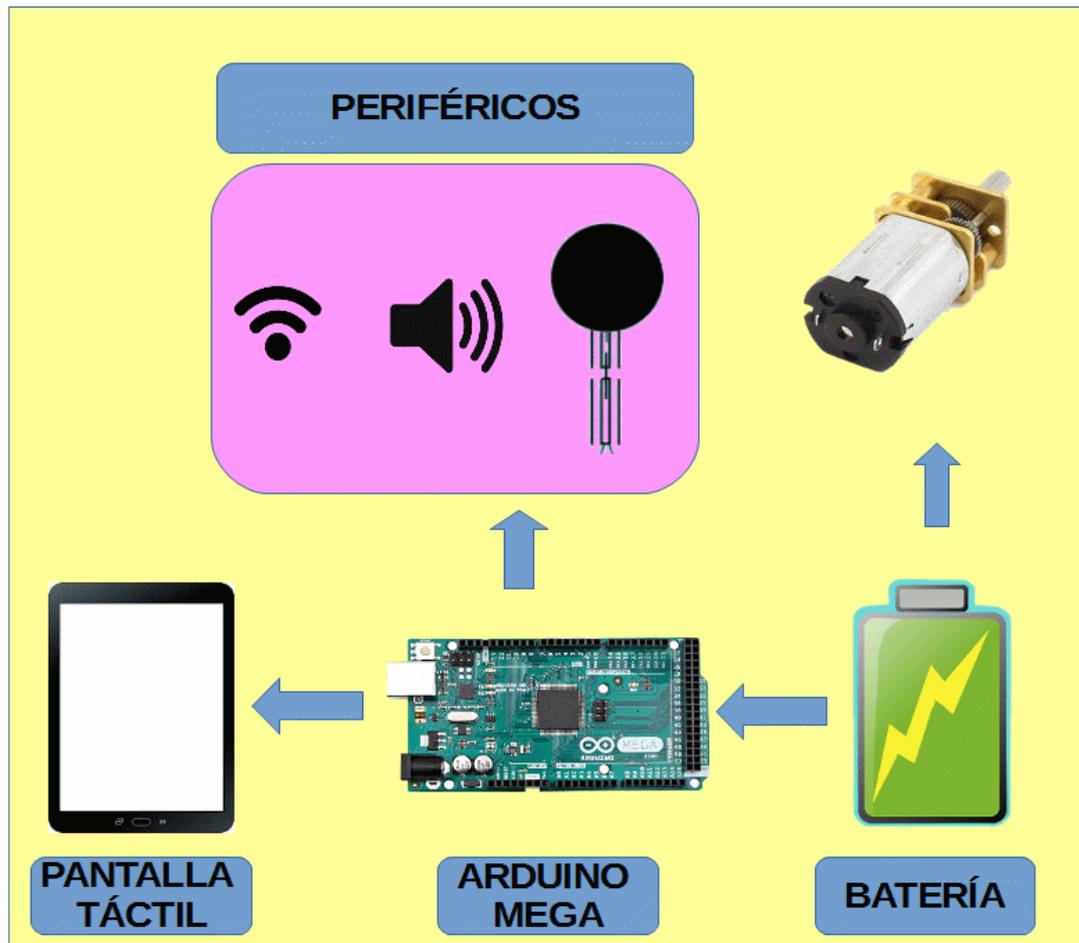


Figura 10. Diagrama de Bloques del Sistema Electrónico
Fuente: *Autora*

En el diagrama de bloques que se muestra en la Figura 10, se indica que el asistente robótico se activa al encender las baterías, la una activa al cerebro del sistema Arduino Mega, éste a su vez activa a la pantalla táctil y a los demás periféricos, mientras que la otra batería activa a los motores.

A partir del análisis de otros proyectos ya existentes y de las encuestas realizadas, el robot debe tener movimiento para causar motivación a los niños y niñas, por lo que se utilizará motores controlados también por el cerebro del sistema.

3.1.2 SIMULACIÓN DEL DISEÑO ELECTRÓNICO

La simulación del diseño electrónico se efectuó en el software libre *Fritzing*, que se puede apreciar en la Figura 11. Aquí se indica cada una de las conexiones que se van a realizar para dar funcionamiento al asistente robótico y van dentro de la estructura impresa en 3D, el suministro energético para el controlador "Arduino Mega" se realiza mediante el puerto digital a través de una batería, el cual permitirá

la activación de todo el sistema, para la activación de los motores el suministro de energía se realiza a través del driver LN298, el cual se conecta a los pines 8, 9, 10, 11 del Arduino Mega para su respectivo control.

Las líneas de color verde y las de color café representan los pines ocupados por el SHIELD MEGA V1.1 de la pantalla TFT LCD.

La comunicación I2C entre el Arduino Mega y el Arduino Nano se realiza por los pines SCL (Pin 21 en el Arduino Mega, Pin A5 en el Arduino Nano) y SDA (Pin 20 en el Arduino Mega, Pin A4 en el Arduino Nano) de cada Arduino representados por las líneas lila y gris respectivamente.

Los sensores Fuerza Resistivo ocupan los pines A0 y A1 del Arduino Mega, éstos se conectan mediante un partidor de tensión para obtener el valor real de resistencia al momento de entrar en contacto con el usuario

El módulo bluetooth ocupa los pines de comunicación serial TX, RX del Arduino Nano representados por los colores Amarillo y Azul respectivamente, conectados de manera invertida para que se produzca la comunicación.

Para la reproducción de audio se utiliza el Micro SD Card Adapter el mismo que utiliza el protocolo SPI, por lo que ocupa los pines 12, 11, 13, 4 y para la conexión del parlante ocupa el pin 9 del Arduino Nano como se indica en la Figura 11.

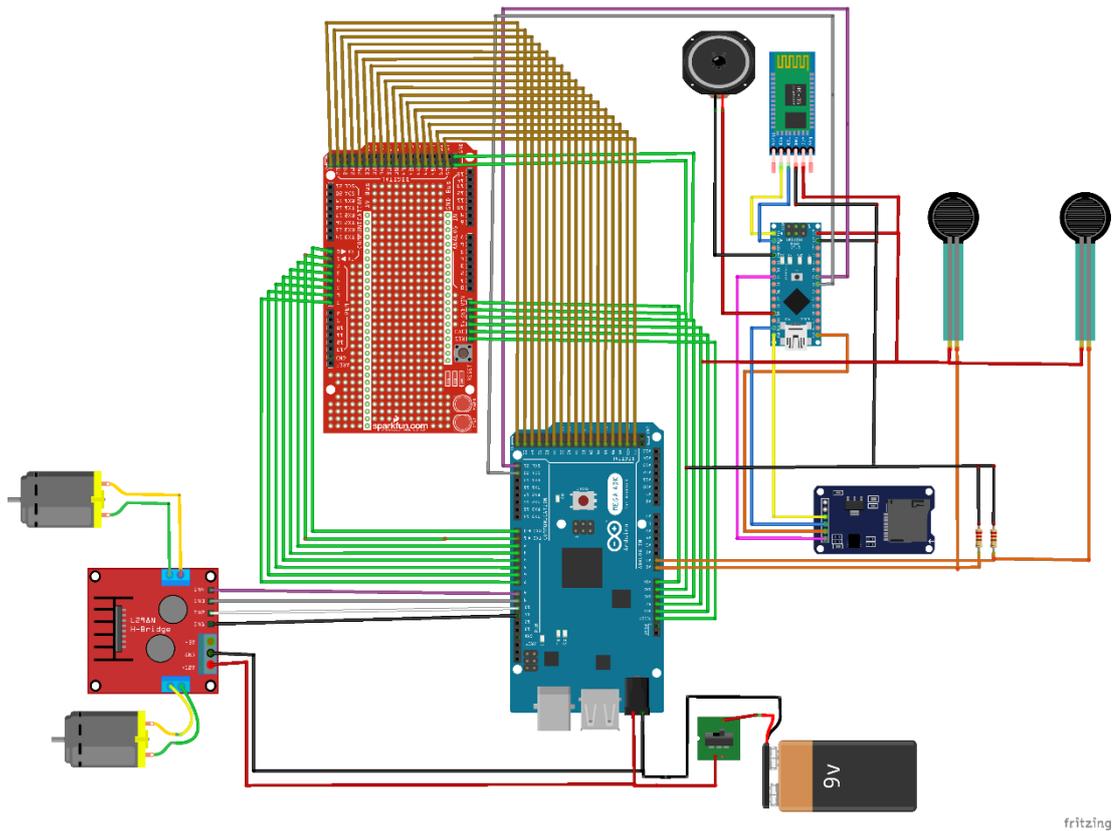


Figura 11. Simulación Diseño Electrónico
Fuente: Autora

3.2.2 DISEÑO DEL PCB

Para el diseño de *Printed Circuit Board* (PCB, Tarjeta de Circuito Impreso) lo primero que se debe hacer es el esquemático de circuito en donde van a estar presentes cada uno de los módulos que se van a utilizar. Esto permitirá conocer cuáles son las conexiones apropiadas entre cada módulo. Para realizar esta tarea, se utilizó el software *Altium Designer* y se llevó a cabo el trazado de las pistas. En la Figura 12 se indica el diseño electrónico de todo el circuito, mientras que en las siguientes figuras se indicarán cada una de las secciones de la placa.

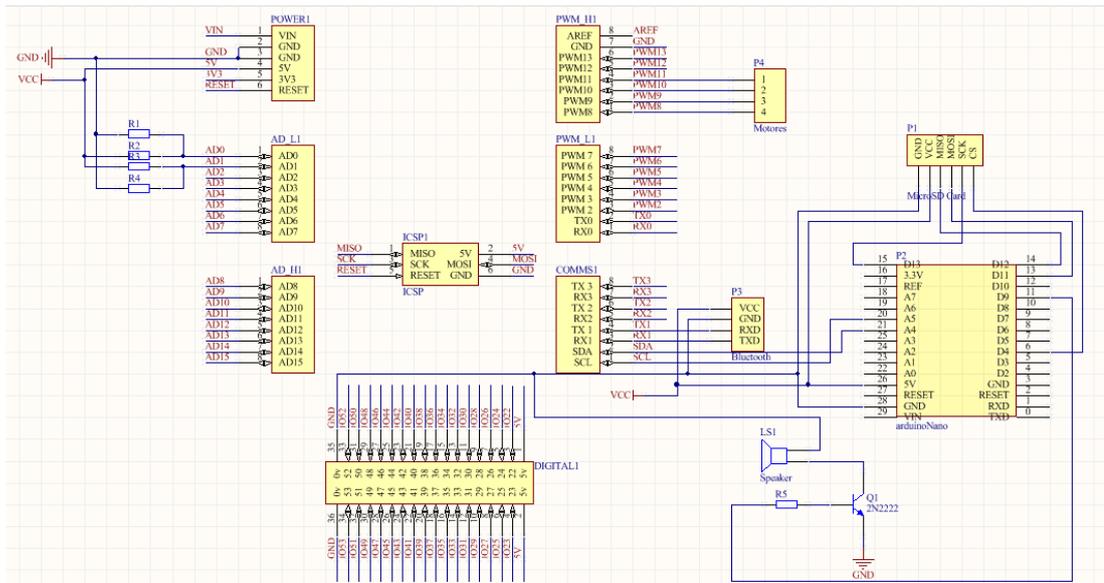


Figura 12. Diseño del PCB

Fuente: *Autora*

Para la conexión de la Pantalla TFT al Arduino Mega se utiliza Mega Shield V1.1, debido a que la Pantalla y Shield vienen con su propia placa electrónica no es necesario diseñar la placa electrónica para estos.

Por otra parte, el Shield se conecta en los pines del protocolo *Serial Peripheral Interface* (SPI, Interfaz de periféricos seriales), con lo cual se ocupan los pines *Master Output Slave Input* (MOSI, Salidas de datos del Maestro y entrada de datos del Esclavo), *Master Input Slave Output* (MISO, Salidas de datos del Esclavo y entrada de datos del Maestro), *Serial Clock* (SCK, Reloj de entrada para el canal SPI), *Slave Select* (CS, Esclavo Seleccionado para que SPI funcione). Debido a que son los mismos pines que necesita la MicroSD Card Adapter (para reproducir el audio.wav), se requiere de otro módulo Arduino (que en este caso será el Arduino Nano AtMega 328). Por otra parte, para la comunicación entre el Arduino Mega y el Arduino Nano se utilizará el protocolo de comunicación *Inter-Integrated Circuit* (I2C, Comunicación Circuito Interintegrado), mediante la conexión de los pines *Serial Data* (SDA, Línea de Datos) y *Serial Clock* (SCL, Línea de Reloj), como se indica en la Figura 13.

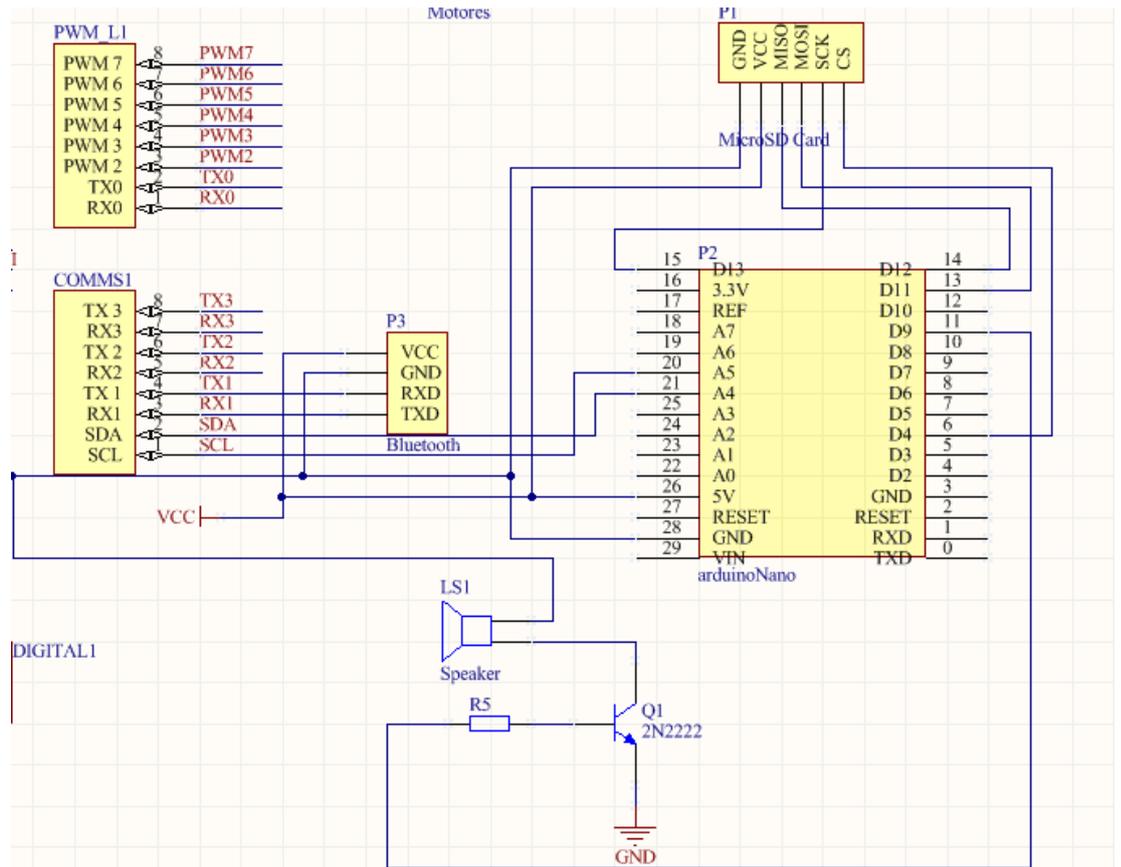


Figura 13. Diseño para Reproducir Audio

Fuente: *Autora*

Los motores se conectan mediante el controlador LM298, el mismo que ocupa los pines digitales *Pulse Width Modulation* (PWM, Modulación por ancho de pulso) PWM8, PWM9, PWM10, PWM11, GND, VCC, como se muestra en la Figura 14.

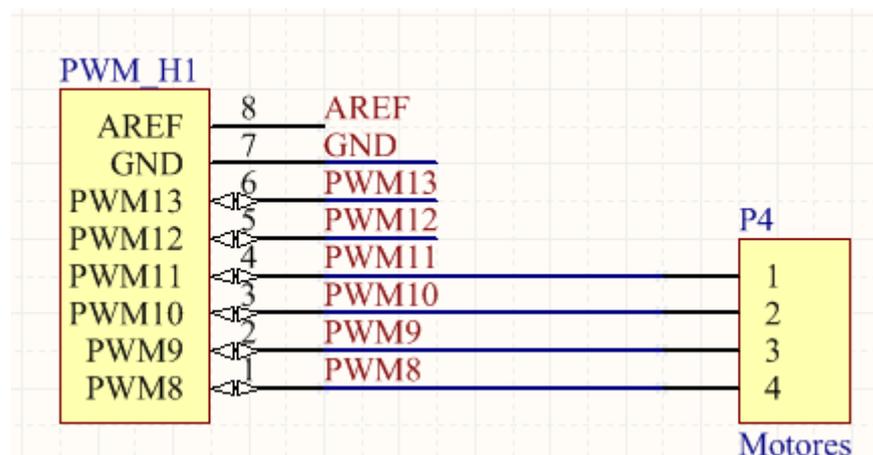


Figura 14. Diseño para los Motores

Fuente: *Autora*

Luego de haber realizado el circuito esquemático del sistema en general, se ubica en su lugar cada uno de los componentes electrónicos, se obtiene el PCB. En

donde se realiza un ruteo (trazado de las pistas) manual por lo que es importante tomar en cuenta algunas reglas de ruteo, como se indica que las líneas de trazado no pueden tener 90 grados (lo que impide el flujo de corriente), además de tomar en cuenta la separación entre cada línea de trazado para evitar efectos no deseados en el PCB como se puede apreciar en la Figura 15).

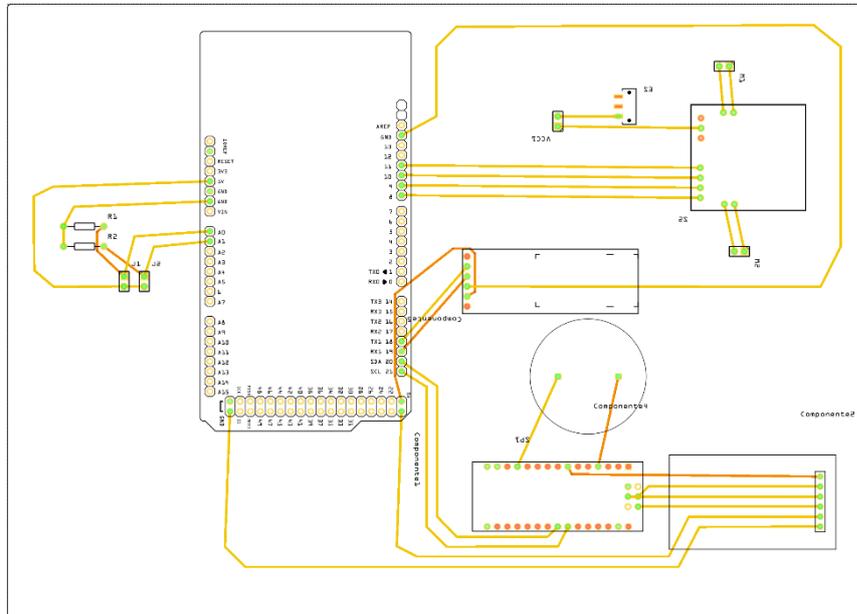


Figura 15. Trazado de pistas de la Placa Electrónica
Fuente: *Autora*

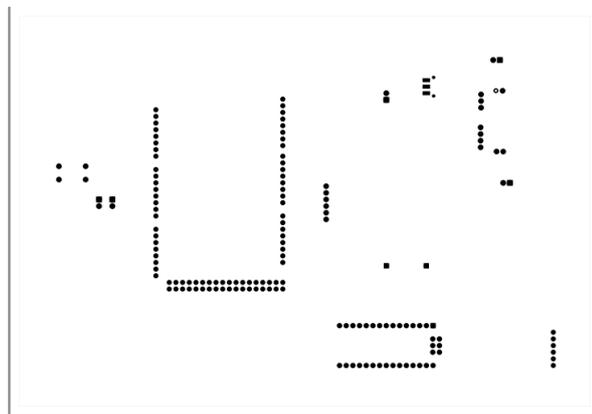


Figura 16. Disposición de los componentes en el PCB
Fuente: *Autora*

En la Figura 16 se muestra la disposición de los agujeros para cada uno de los dispositivos electrónicos que se obtiene a partir del PCB, indicando cuál es el lugar en donde deben ser ubicados (mediante la suelda blanda).

3.3 DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL REGISTRO DE NIÑOS Y LA EVALUACIÓN DE MICRO-MUNDOS

3.1.3 USUARIOS Y ROLES (DIAGRAMAS DE CASOS DE USO)

Para esta aplicación móvil es necesario realizar un sistema usuarios y roles para lo que se han creado tres roles principales que son: Administrador, Profesor y Alumno, los que realizan sus roles específicos.

En la Figura 17 se asigna un valor de administrador a un docente el cual se encarga de la Gestión de Profesores en donde ingresa y registra nuevos profesores.

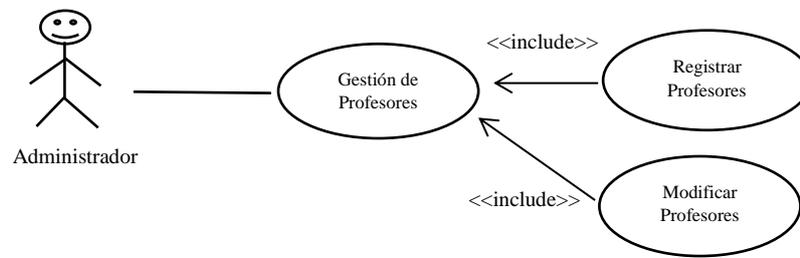


Figura 17. Diagrama Caso-Useo Administrador
Fuente: *Autora*

Los roles del Usuario Profesor son los que se indican en la Figura 18, el cual puede realizar la Gestión de alumnos, en donde se puede registrar nuevos alumnos y recibir el registro de las evaluaciones que realicen los alumnos.

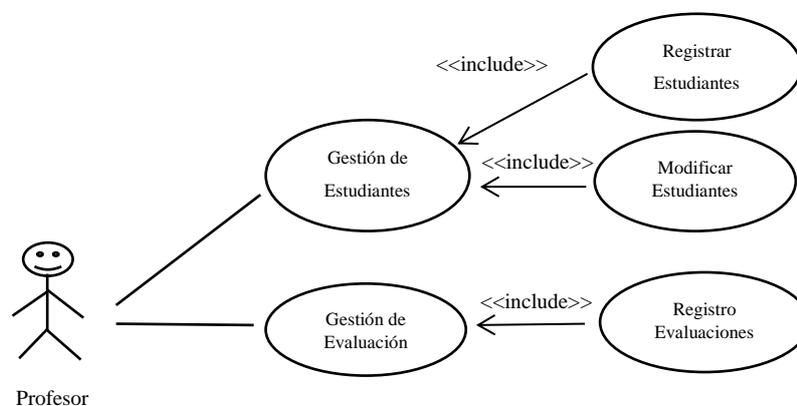


Figura 18. Diagrama de Caso-Useo Profesor
Fuente: *Autora*

En la Figura 19, se indica el diagrama de roles de los estudiantes que fueron ingresados por los Profesores, los alumnos realizan una evaluación de conocimientos de los cuatro Micro-Mundos (Eléctrico, Magnético, Verde y Digital) que maneja el proyecto Aula de Ciencias para niños de la Universidad Politécnica Salesiana.

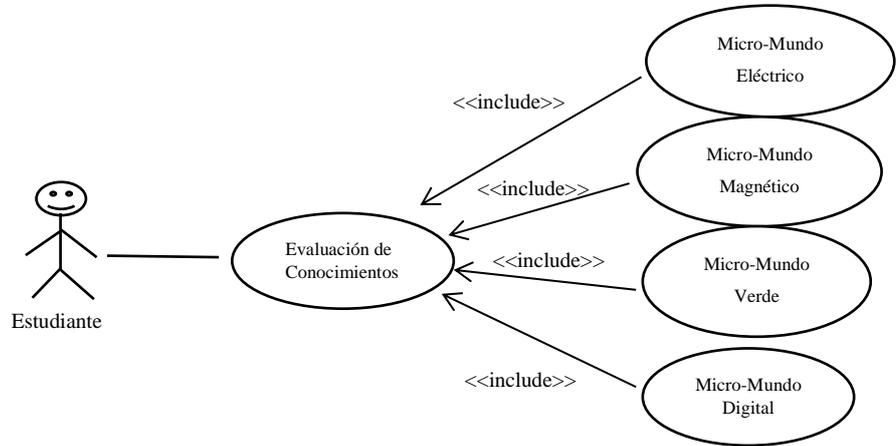


Figura 19. Diagrama de Caso-Uso Estudiante
Fuente: *Autora*

3.4 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS E-R

La base de datos para esta aplicación móvil cuenta con seis tablas las mismas que se encargarán de guardar los datos y preguntas para todo el sistema, además de guardar cada una de las sesiones que realice un niño, las calificaciones por sesiones que obtenga luego de haber realizado la evaluación, las cuales llegarán al profesor o docente indicando las preguntas y respuestas realizadas por los alumnos, como se indica en la Figura 20.

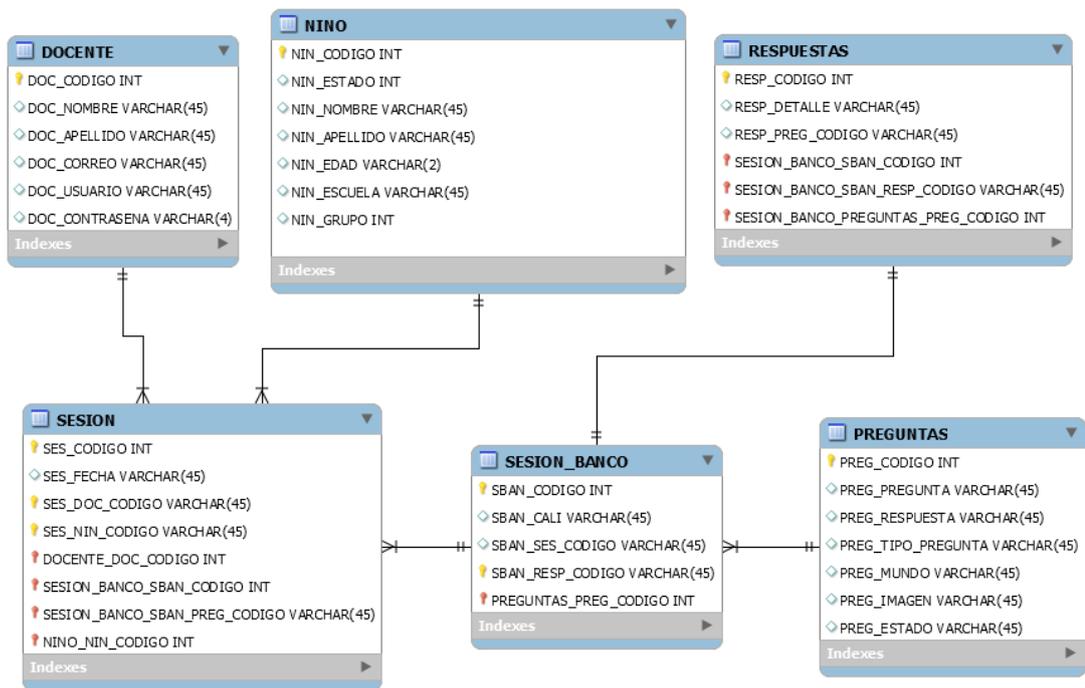


Ilustración 20. Base de Datos Entidad Relación del Sistema
Fuente: *Autora*

3.5 DIAGRAMA DE CLASES

3.6 DIAGRAMA DE SECUENCIAS

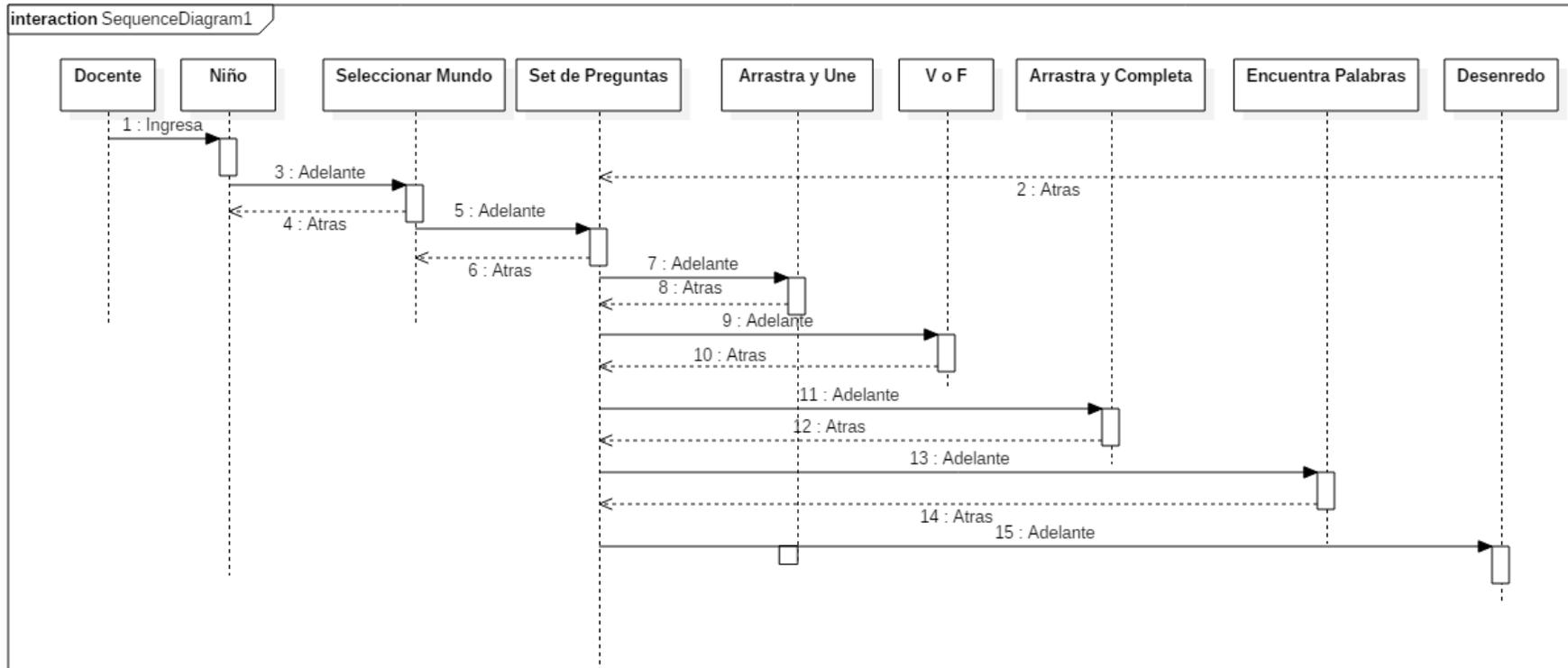


Figura 21. Diagrama de Secuencias del Sistema

Fuente: *Autora*

En la Figura 21, se presenta el diagrama de secuencia de la aplicación móvil en el cual se aprecia que el docente ingresa al niño que va a realizar la evaluación, el niño selecciona el mundo con el cual va a trabajar, al escoger el mundo se presenta la ventana con el conjunto de preguntas en donde va a encontrar las actividades Arrastra y Une, Verdadero o Falso, Arrastra y Completa, Encuentra Palabras y Desenredo, accediendo a cada una de las ventanas de actividades al pulsar el botón **Adelante**.

Para regresar las ventanas (como se indica en la Figura 21), se retrocede con el botón que contiene el ícono de la flecha hacia la izquierda. Esto le llevará al usuario a la ventana del conjunto de Preguntas y desde ahí, puede retroceder a la ventana “Seleccione un Mundo”, hasta llegar a la ventana “Selección de un alumno”, este proceso se realiza mediante el botón **Atrás** siguiendo la secuencia con la que se encuentra programada la aplicación móvil.

3.7 MICRO-MUNDOS DEL AULA DE CIENCIAS PARA NIÑOS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

El Aula de Ciencias se divide en dos talleres: el Taller de Robótica y el Taller de Ciencias; el taller de Ciencias se guía mediante una bitácora de actividades en la cual se aprende **Electricidad** (Micro-Mundo Eléctrico), **Magnetismo** (Micro-Mundo Magnético), **Recursos naturales** (Micro-Mundo Verde), y **Digital** (Micro-Mundo Digital), mediante cuatro micro-mundos, como se ve en la Figura 22



Figura 22. Micro-Mundos Aula de Ciencias
Fuente: *Autora*

Para la evaluación de los contenidos de cada uno de los micro-mundos de la bitácora se cuenta con actividades lúdicas como: **Arrastrar y Unir, Verdadero o Falso, Arrastrar y Completar, Encontrar Palabras, Desenredo** con sentencias aprendidas en los talleres, a continuación, se indicará las tareas por cada uno de los micro-mundos:



Figura 23. Set de Preguntas Micro-Mundo Eléctrico
Fuente: *Autora*



Figura 24. Set de Preguntas Micro-Mundo Magnético
Fuente: *Autora*

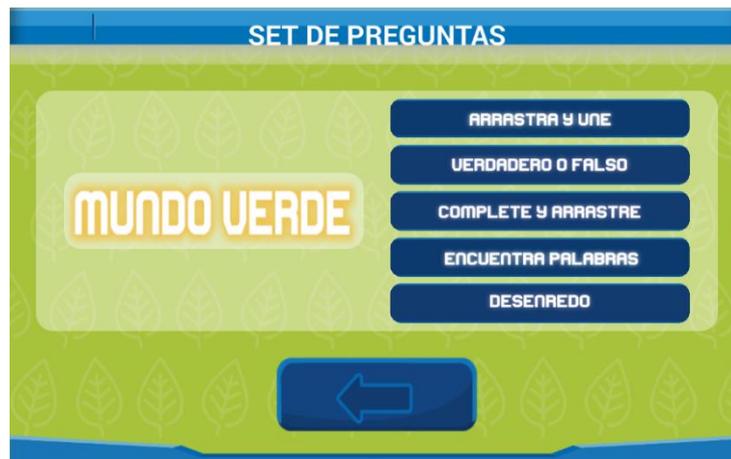


Figura 25. Set de Preguntas Micro-Mundo Verde
Fuente: *Autora*



Figura 26. Set de Preguntas Micro-Mundo Digital
Fuente: *Autora*

En las figuras 23, 24, 25 y 26 se indican el set o conjunto de preguntas para cada uno de los micro-mundos en donde se muestra los botones de cada actividad lúdica, al seleccionar cada uno de estos botones nos permite acceder a las ventanas de los juegos, esto se encuentra detalladamente en la sección ANEXOS.

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DEL PROYECTO Y RESULTADOS

Previamente a la aplicación de la encuesta para determinar la percepción de los niños respecto a la aplicación móvil “Aula de Ciencias Para Niños” y al asistente robótico, hemos de indicar que dicha encuesta consta de 18 preguntas y fue previamente validada mediante la aplicación de un plan piloto en el cual se aplicó de forma no probabilística a 68 niños y niñas entre 8 a 10 años de edad del quinto año de educación básica de la escuela “Carlos Crespi” , y de igual forma, se determinó el

Coefficiente de Alfa de Cronbach. Se obtuvo un valor de 0.87, con lo cual se puede indicar que la encuesta refleja una coherencia interna entre los ítems.

Con los resultados obtenidos se procedió con la aplicación para la recolección de información analizada en este informe. El diseño de encuesta se indica a continuación



ENCUESTA A NIÑOS Y NIÑAS

¡Hola! Esto **NO** es un examen, por favor, contesta las siguientes preguntas, **NO SON CALIFICADAS**. Nos servirá de mucho tu colaboración con esta encuesta

¡Muchas gracias!

- Pon tu edad

- ¿Cuál es tu género?

Masculino _____

Femenino _____

- Señala con una X ¿Qué te parecieron las actividades del Mundo Eléctrico?



Totalmente
Interesante

Muy
Interesante

Interesante

Poco
Interesante

Nada
Interesante

- Señala con una X ¿Qué te parecieron las actividades del Mundo Magnético?



Totalmente Interesante	Muy Interesante	Interesante	Poco Interesante	Nada Interesante
---------------------------	--------------------	-------------	---------------------	---------------------

- Señala con una X ¿Qué te parecieron las actividades del Mundo Verde?

				
Totalmente Interesante	Muy Interesante	Interesante	Poco Interesante	Nada Interesante

- Señala con una X ¿Qué te parecieron las actividades del Mundo Digital?

				
Totalmente Interesante	Muy Interesante	Interesante	Poco Interesante	Nada Interesante

- Indica con una X ¿Qué te pareció la actividad Arrastra y Une?

				
Totalmente Fácil	Muy Fácil	Fácil	Muy Difícil	Totalmente Difícil

- Indica con una X ¿Qué tal te pareció la actividad Verdadero o Falso?

				
Totalmente Interesante	Muy Interesante	Interesante	Poco Interesante	Nada Interesante

- Indica con una X ¿Qué te pareció la actividad Arrastra y Completa?



Totalmente
Fácil



Muy
Fácil



Fácil



Poco
Difícil



Totalmente
Difícil

- Indica con una X ¿Qué tal te pareció la actividad Encuentra Palabras?



Totalmente
Interesante



Muy
Interesante



Interesante



Poco
Interesante



Nada
Interesante

- Indica con una X ¿Qué tal te pareció la actividad Desenredo?



Totalmente
Interesante



Muy
Interesante



Interesante



Poco Interesante



Nada
Interesante

- Señala con una X ¿Qué opinas de la aplicación?



Totalmente
Interesante



Muy
Interesante



Interesante



Poco
Interesante



Nada
Interesante

- Señala con una X ¿Qué opinas de la comunicación que hay entre la aplicación y el robot?



Totalmente Interesante



Muy Interesante



Interesante



Poco Interesante



Nada Interesante

- **Marca con una X ¿Qué opinas de la forma del robot?**



Totalmente Interesante



Muy Interesante



Interesante



Poco Interesante



Nada Interesante

- **Marca con una X ¿Cuál de los dos modelos te gustó más?**

Perro _____

Pera _____

- **Marca con una X ¿Qué te parecieron las actividades que realiza el robot?**



Totalmente Interesante



Muy Interesante



Interesante



Poco Interesante



Nada Interesante

- **Marca con una X ¿Qué opinas de la voz del robot?**



Totalmente Interesante



Muy Interesante



Interesante



Poco Interesante



Nada Interesante

- **Marca con una X ¿Qué opinas de las historias contadas por el robot?**



Aprendí muchísimo



Aprendí bastante



Aprendí suficiente



Aprendí Poco



No aprendí nada

- Por favor escribe ¿qué más le pondrías al robot?

- Por favor escribe ¿qué le quitarías al robot?

Con las preguntas que se han planteado en la encuesta se busca validar la percepción que los niños y niñas tienen de cada uno de los micro-mundos, la opinión con respecto a cada una de las actividades lúdicas y cuál es la percepción en general que tienen de la aplicación móvil para dispositivos android “Aula de Ciencias para Niños”, además se requiere conocer que es lo que piensan acerca de la forma del asistente robótico, la voz del audio que reproduce y las historias que cuenta el mismo y sobre todo que es lo que piensan del protocolo de comunicación que existe entre la aplicación móvil y el asistente robótico educativo.

Para conocer mejor la percepción que tienen los niños y niñas de cada una de las preguntas y para la correspondiente validación de la encuesta las preguntas han sido planteadas en escala de Likert.

4.1 ASENTIMIENTO INFORMADO

Para aplicar la encuesta se firmó un asentimiento informado por parte de los docentes del Quinto Año de Educación Básica de la Escuela Carlos Crespi el mismo que contiene la siguiente información:



Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura



Cátedra UNESCO
Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa



DOCUMENTO DE ASENTIMIENTO INFORMADO PARA NIÑOS

Este documento de asentimiento informado es para niños de la Escuela Carlos Crespi. Mediante el presente documento se les invita a participar en la evaluación del proyecto de la Universidad Politécnica Salesiana denominado: “Diseño, Desarrollo y Construcción de un Asistente Robótico para el soporte educativo de niños de 10 a 12 años”.

INSTRUCCIONES: Este asentimiento informado luego de ser leído por las personas que participarán en la encuesta, deberá ser firmado.

Los estudiantes están invitados a participar en este proyecto enfocado a determinar cómo influyen los contenidos educativos de una aplicación androide interactiva para los niños de 10 a 12 años que asisten al proyecto pequeños científicos llevado a cabo por la Universidad Politécnica Salesiana.



La aplicación permite a los niños interactuar mediante juegos basados en actividades lúdicas sobre contenidos educativos de los siguientes micro-mundos: eléctrico, magnético, verde, digital y la interacción con un asistente robótico que potencian la asimilación de conocimientos en las áreas educativas pertenecientes a la bitácora de actividades de los pequeños científicos.

Para llevar a cabo la encuesta se requiere que los niños y niñas hayan utilizado la aplicación Androide, y hayan jugado con el Asistente Robótico, de manera que se puedan conocer las impresiones que los niños tuvieron sobre la aplicación Androide y el Asistente Robótico.

La participación de los niños en este proyecto es voluntaria, por tanto, si indican que “sí desean participar” ahora, pueden cambiar de idea más adelante. Si algo cambia y deseamos que permanezcan en el estudio de investigación incluso si ellos desean discontinuarlo, hablaremos previamente con los niños

Utilizar la aplicación Androide y el Asistente Robótico no implica ningún riesgo físico, ni mental.

Confidencialidad: La información que los niños faciliten en la encuesta será absolutamente confidencial y solamente los investigadores tendrán acceso.

Si usted tiene cualquier duda, o requiere aclaración de este proyecto y de la encuesta, puede comunicarse con los investigadores:

Ana Maria Parra Astudillo

Universidad Politécnica Salesiana

Grupo de investigación en Inteligencia Artificial y Tecnología de Asistencia (GI-IATA)

(593) 992994189

aparraa@est.ups.edu.ec

Ing. Vladimir Robles B

Universidad Politécnica Salesiana

Grupo de investigación en Inteligencia Artificial y Tecnología de Asistencia (GI-IATA)

(593) 998212844

vrobles@est.ups.edu.ec

SÍ, DESEO PARTICIPAR

“Sé que puedo elegir participar en la investigación o no hacerlo. Sé que puedo retirarme cuando quiera. He leído esta información (o se me ha leído la información) y la entiendo. Me han respondido las preguntas y sé que puedo hacer preguntas más tarde si las tengo. Entiendo que cualquier cambio se discutirá conmigo. Acepto participar en la investigación”.

Grado de Educación Básica: _____

Docente: _____

Fecha (Día/mes/año): _____

NO DESEO PARTICIPAR

Docente: _____

*¡La Universidad Politécnica Salesiana y todo el equipo de la
Cátedra UNESCO de la UPS le agradecen mucho su gentil
colaboración, la misma que es muy valiosa para todos nosotros!*

4.2 MUESTRA

Se cuenta con un número de 68 niños y niñas de la Escuela Carlos Crespi, en donde 16 son del género femenino y 52 del género masculino, tienen de 8 a 10 años de edad, cursan el quinto año de educación básica, en su mayoría asistentes al Proyecto “Aula de Ciencias” de la Universidad Politécnica Salesiana.

Debido a que la población en estudio sigue una distribución normal, esta empieza a saturarse a partir de 25 muestras y en este experimento se cuenta con una muestra de 68 personas, se indica que la población es la correcta para aplicar y validar la encuesta.

4.3 RESULTADOS

4.1.3 PERCEPCIÓN CON RESPECTO A LA APLICACIÓN MÓVIL Y EL ASISTENTE ROBÓTICO

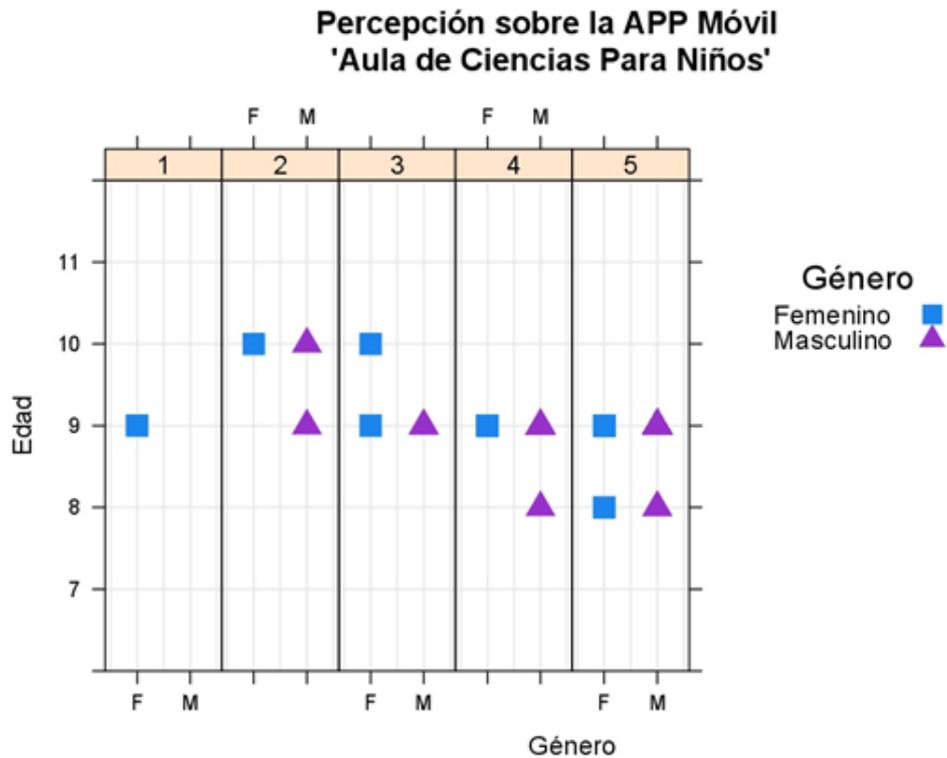


Figura 27. Percepción sobre la App Móvil
Fuente: *Autora*

En la Figura 27, se puede apreciar que en general la aplicación móvil “Aula de Ciencias para Niños” tiene una aceptación positiva ya que la percepción acerca de esta pregunta se encuentra en la escala de “interesante, muy interesante y totalmente interesante”, por parte de niños y niñas encuestados, en dónde se tienen 47 sufragios de la opción “totalmente interesante” (divididos entre 8 del género femenino y 39 del género masculino) y solamente una niña de 9 años tiene una percepción de que la aplicación móvil es nada interesante.

**Percepción sobre el 'Mundo Eléctrico'
en la APP Móvil 'Aula de Ciencias Para Niños'**

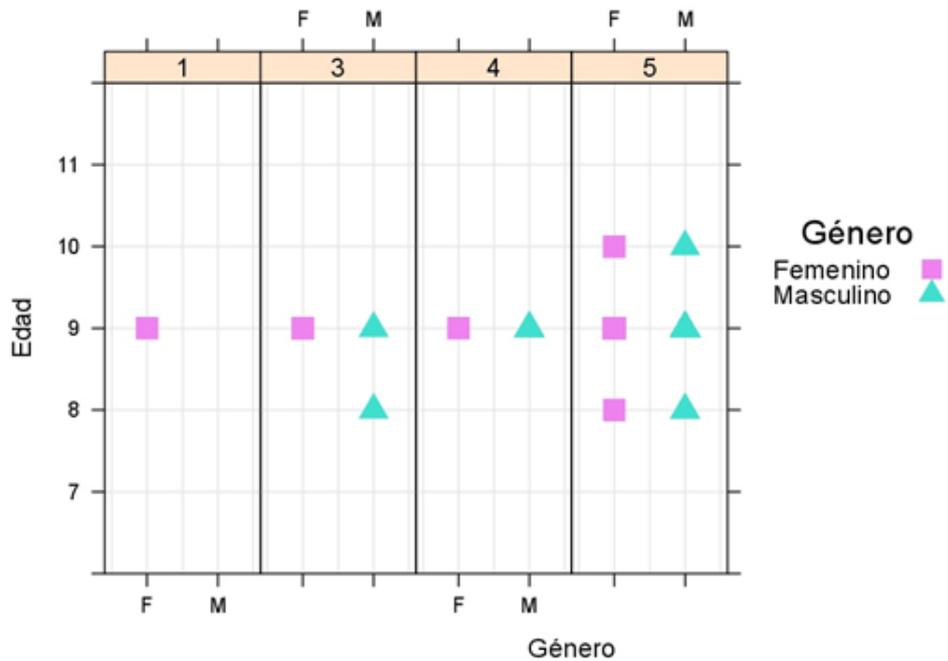


Figura 28. Percepción del Mundo Eléctrico de la App Móvil
Fuente: *Autora*

Fig. 28: En esta figura se puede observar la percepción que los niños y niñas parte de la muestra tienen del “Mundo Eléctrico” de la aplicación móvil “Aula de Ciencias para Niños” obteniendo una alta aceptación con 54 sufragios (divididos entre 12 del género femenino y 42 del género masculino), es decir la opción más seleccionada es “totalmente interesante”.

Percepción sobre la Voz del Asistente Robótico

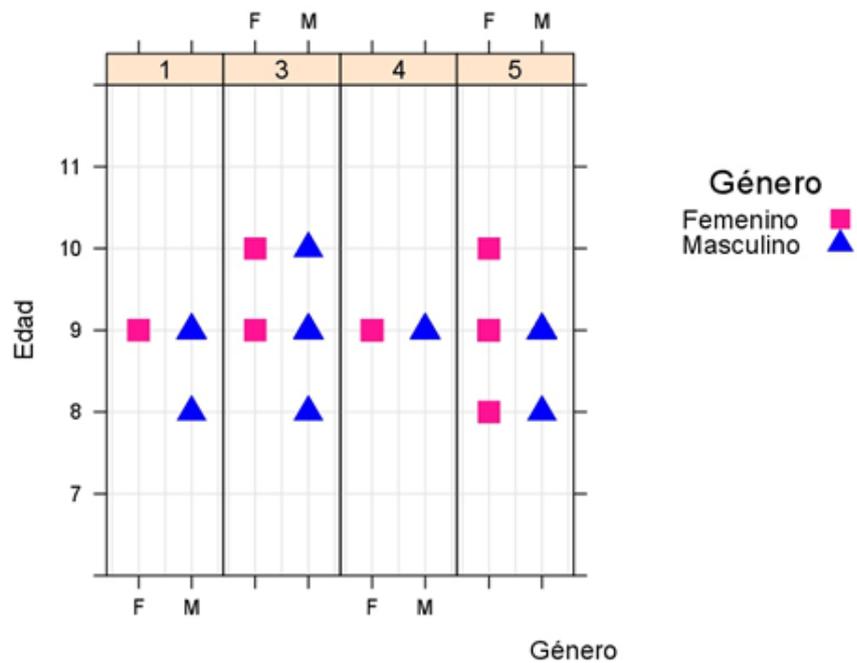


Figura 29. Percepción de la Voz del Asistente Robótico
Fuente: *Autora*

En la figura 29, se puede apreciar que la percepción respecto a la voz del audio que reproduce el asistente robótico educativo teniendo como resultado que las opciones más seleccionadas son positiva y altamente positiva contando con 33 sufragios de la opción “totalmente interesante” (divididos entre 10 del género femenino y 23 del género masculino) según niños y niñas encuestados, y existiendo una niña y seis niños que optaron por la opción nada interesante.

En cuanto al rendimiento en tiempos del sistema se indica en la tabla

Tabla 3. Tiempos del sistema

Acción	Tiempos
Encendido	3.86 seg
Reproducción Audio Bienvenida	7.56 seg
Pantalla Manos	2.0 seg
Sensores	2.0 seg
Pantalla Pies	2.0 seg
Motores	8 seg
Pantalla Mundos	2.0 seg
Reproducción Audios Mundo Eléctrico	65 seg
Reproducción Audios Mundo Magnético	26 seg
Reproducción Audios Mundo Verde	26 seg
Reproducción Audios Mundo Digital	42 seg
Apagado	0 seg

En donde se aprecia que los procesos del sistema presentan un tiempo de ejecución bajo siendo los más largos la reproducción de los sonidos de cada una de las historias de los micro-mundos.

En cuanto al consumo de corriente todos los controladores Arduino, módulo bluetooth y pantalla TFT nos dan un máximo de 270mAh y el consumo de corriente máxima de los motores es de 250mAh.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1 CONCLUSIONES

Con el análisis que se realizó mediante la aplicación de la encuesta, se puede concluir que tanto la Aplicación Móvil para dispositivos Android “Aula de Ciencias para niños” y el Asistente Robótico Educativo han causado gran impacto en los niños con edades comprendidas entre los 10 y los 12 años. Esto se constata con el valor del coeficiente del Alfa de Cronbach que se obtuvo 0.87 lo que indica que la encuesta refleja coherencia entre los ítems.

Además, la percepción de los niños y niñas con respecto a la Aplicación Móvil tiene una aceptación positiva, ya que se ubica en una las escalas “divertida”, “muy divertida” y “totalmente divertida” (al igual que para el robot). Por otra parte, la percepción de los niños con respecto a los diferentes micro-mundos y diferentes actividades que se encuentran en la Aplicación Móvil y el Asistente Robótico es “totalmente interesante”, la percepción de la interacción Aplicación Móvil y Asistente Robótico es “totalmente interesante” y la percepción de los niños acerca de la voz del Asistente Robótico se encuentra en la escala positiva y altamente positiva.

Es por estos resultados que se puede concluir que este proyecto ha tenido una gran aceptación por parte de los niños y las niñas. Con ello, se ha logrado incluir a un nuevo asistente robótico en la educación de las poblaciones más desfavorecidas (dado que el grupo objetivo del proyecto de vinculación “Aula de Ciencia para Niños” de la UPS son aquellos de escasos recursos económicos). Este propósito está

alineado con la finalidad del Grupo de Investigación GIATa y la Cátedra UNESCO de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca.

5.2 TRABAJO FUTURO

De acuerdo con las respuestas obtenidas a través de las encuestas aplicadas a los niños de la Escuela Carlos Crespi, se pudo obtener cuáles son sus necesidades y sugerencias acerca del asistente robótico, siendo las principales las siguientes:

- Desarrollar más contenidos educativos con las materias que reciben en clases en la escuela.
- Diseñar y construir un robot de mayor tamaño e incorporar movimiento de los brazos.

Debido a estas sugerencias se puede continuar con un trabajo enfocado en seguir realizando Asistentes Robóticos que pueden ser controlados por una Aplicación Móvil Android. De igual forma, consideramos oportuno incluir las siguientes funcionalidades en el robot:

- Módulo de visión artificial para realizar actividades interactivas basadas en el reconocimiento de patrones.
- Módulo inteligente para generar planes de trabajo y actividades en base al perfil de los niños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. J. G. D. G. M. S. C. I. V. G. G. K. M. S. V. Harvey Spencer Sánchez Restrepo Arturo Caballero Altamirano, “Resultados educativos, retos hacia la excelencia,” 2016.
- [2] F. C. T. Milton Luna Tamayo Cecilia Viteri Jarrín, “Indicadores Educativos en la última década 2001-2010,” 2013.
- [3] L. A. Chacua, “Reporte de Indicadores,” 2015.
- [4] L. López, “Robótica educativa como estrategia metodológica para la formación de capacidades emprendedoras en los niveles de educación inicial, básica y bachillerato,” in *XXII Congreso Latinoamericano sobre Espiritu Empresarial*, 2012.
- [5] D. M. O. Ana Lourdes Acuña María Dolores Castro, “Desarrollo de capacidades para el diseño e implementación de proyectos de robótica educativa en América Latina y el Caribe.,” 2011.
- [6] F. O. Dengo and A. L. Acuña, “Robótica: espacios creativos para el desarrollo de habilidades en diseño para niños, niñas y jóvenes en América Latina,” 2006.
- [7] E. Karna-Lin, K. Pihlainen-Bednarik, E. Sutinen, and M. Virnes, “Can Robots Teach? Preliminary Results on Educational Robotics in Special Education,” in *Sixth {IEEE} International Conference on Advanced Learning Technologies ({ICALT}{\textquotesingle}06)*.
- [8] A. El-Barkouky, A. Mahmoud, J. Graham, and A. Farag, “An interactive educational drawing system using a humanoid robot and light polarization,” in

2013 *{IEEE} International Conference on Image Processing*, 2013.

- [9] V. G. Hernandez and G. R. Torres, “Design of Kokone, a small humanoid robot,” in *2009 6th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control ({CCE})*, 2009.
- [10] M. M. da Silva and J. F. de Magalhães Netto, “An Educational Robotic Game for Transit Education Based on the Lego {MindStorms} {NXT} Platform,” in *2010 Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*, 2010.
- [11] V. Robles-Bykbaev *et al.*, “A Hybrid Approach Based on Multi-sensory Stimulation Rooms, Robotic Assistants and Ontologies to Provide Support in the Intervention of Children with Autism,” in *Advances in Design for Inclusion*, Springer, 2018.
- [12] J. Galán-Mena, G. Ávila, J. Pauta-Pintado, D. Lima-Juma, V. Robles-Bykbaev, and D. Quisi-Peralta, “An intelligent system based on ontologies and {ICT} tools to support the diagnosis and intervention of children with autism,” in *Proc. IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON)*, 2016, pp. 1–5.
- [13] V. Robles-Bykbaev *et al.*, “Onto-SPELTRA: A Robotic Assistant Based on Ontologies and Agglomerative Clustering to Support Speech-Language Therapy for Children with Disabilities,” in *Advances in Computing*, Springer, 2017.
- [14] M. Ochoa-Guaraca, D. Pulla-Sánchez, V. Robles-Bykbaev, M. López-Nores, M. Carpio-Moreta, and J. Garc’\ia-Duque, “Un sistema h\{i}brido basado en asistentes robóticos y aplicaciones móviles para brindar soporte en la terapia de lenguaje de niños con discapacidad y trastornos de la comunicación,” *Campus Virtuales*, vol. 6, no. 1, pp. 77–87, 2017.
- [15] V. Robles-Bykbaev, M. López-Nores, J. Ochoa-Zambrano, J. Garc’\ia-Duque, and J. J. Pazos-Arias, “SPELTRA: A Robotic Assistant for Speech-and-Language Therapy,” in *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, 2015, pp. 525–534.
- [16] K. Calle-Urgilez and M. Mena-Salcedo, “Implementación de un sistema basado en tecnolog\{i}a OTT para distribución de contenido educativo dentro de la cátedra UNESCO’Tecnolog\{i}as de Apoyo para la Inclusión Educativa’de la Universidad Politécnica Salesiana,” 2017.
- [17] M. Villano *et al.*, “DOMER,” in *Proceedings of the 6th international*

- conference on Human-robot interaction - {HRI} {\textquotesingle}11, 2011.*
- [18] B. Vanderborght *et al.*, “Using the social robot probot as a social story telling agent for children with ASD,” *Interact. Stud.*, vol. 13, no. 3, pp. 348–372, 2012.
- [19] F. Tuluri, “Using robotics educational module as an interactive {STEM} learning platform,” in *2015 {IEEE} Integrated {STEM} Education Conference*, 2015.
- [20] S. O. de Azevedo, J. E. Bezerra, and L. C. de Miranda, “A methodology of contextualized educational robotics,” in *2017 {IEEE} Frontiers in Education Conference ({FIE})*, 2017.
- [21] M. Naya *et al.*, “A versatile robotic platform for educational interaction,” in *2017 9th {IEEE} International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications ({IDAACS})*, 2017.
- [22] A. Eguchi and L. Uribe, “Robotics to promote {STEM} learning: Educational robotics unit for 4th grade science,” in *2017 {IEEE} Integrated {STEM} Education Conference ({ISEC})*, 2017.
- [23] F. Soares *et al.*, “Robótica-Autismo project: Technology for autistic children,” in *2013 {IEEE} 3rd Portuguese Meeting in Bioengineering ({ENBENG})*, 2013.
- [24] B. Scassellati, H. Admoni, and M. Matarić, “Robots for Use in Autism Research,” *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, vol. 14, no. 1, pp. 275–294, 2012.
- [25] B. Esubalew T, U. Lahiri, A. R. Swanson, J. A. Crittendon, Z. E. Warren, and N. Sarkar, “A Step Towards Developing Adaptive Robot-Mediated Intervention Architecture ({ARIA}) for Children With Autism,” *{IEEE} Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, vol. 21, no. 2, pp. 289–299, Mar. 2013.
- [26] R. D. S. Rabello, L. M. Passerino, R. M. Vicari, and R. A. Silveira, “Interação e Autismo: Uso de Agentes Inteligentes para Detectar Déficits de Comunicação em Ambientes Sincronos,” *Rev. Bras. Informática na Educ.*, vol. 19, no. 1, 2011.
- [27] V. Robles-Bykbaev *et al.*, “Robotic assistant for support in speech therapy for children with cerebral palsy,” in *Proc. Electronics and Computing (ROPEC) 2016 IEEE Int. Autumn Meeting Power*, 2016, pp. 1–6.
- [28] V. E. Robles-Bykbaev, M. Lopez-Nores, J. J. Pazos-Arias, and J. Garcia-

Duque, “{RAMSES} : a robotic assistant and a mobile support environment for speech and language therapy,” in *Fifth International Conference on the Innovative Computing Technology ({INTECH} 2015)*, 2015.

- [29] ¿Qué es Logo? ¿Quién lo necesita? [online]. Disponible en: http://www.igluppiweb.com.ar/home/trabart/que_es_logo.pdf
- [30] E.C. Durán, D. J. Granja “Diseño y construcción de un kit didáctico de experimentación científica tecnológica para motivar a niños y niñas entre diez y once años por la ciencia y tecnología”, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2010
- [31] "Softbank Robotics". SoftBank Robotics. N.p., 2016. Web. 30 Nov. 2016. [online]. Disponible en: <http://www.aldebaran-robotics.com/en>
- [32] C. Romero, "Robótica: Entrá al mundo de la inteligencia artificial", *Conectados, la Revista*, pp. 3-13, 2012

ANEXOS

MANUAL DE USUARIO

INTRODUCCIÓN

Este documento está dirigido para cualquier persona, para que pueda utilizar correctamente la Aplicación Móvil Androide y el Asistente Robótico, este documento servirá como una guía para aprender cuales son los botones y la secuencia para manejar la aplicación y el asistente robótico

APLICACIÓN MÓVIL ANDROID

1) Ventanas de Inicios de Sesión

Para iniciar la Aplicación Móvil se debe pulsar el botón siguiente que se encuentra marcado con rojo en la Figura 3

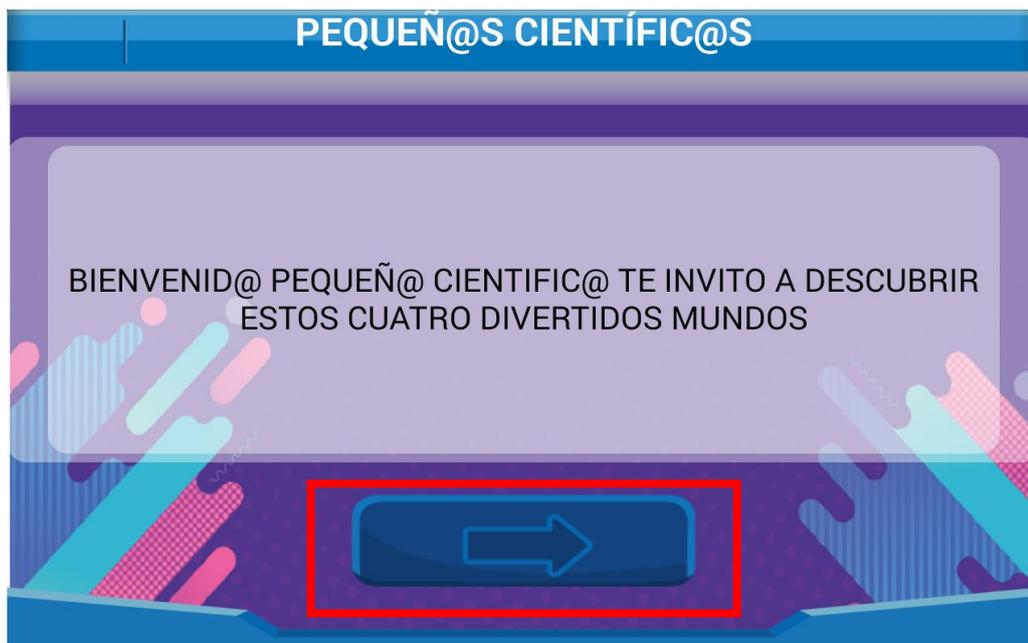


Figura 30. Pantalla de Inicio

Fuente: *Autora*

Al pulsar siguiente en la Ventana de Inicio, se encuentra la Ventana de Inicio de Sesión de Docentes, Figura 31



Figura 31. Ventana Inicio de Sesión Docente

Fuente: *Autora*

En la Figura 31 se debe operar en el siguiente orden:

- 1. Escoger un dispositivo Bluetooth:** En esta ventana se debe escoger el módulo bluetooth correspondiente para vincular a cada uno de los asistentes robóticos con una Tablet, se selecciona el Módulo al pulsar dos veces sobre la dirección MAC del módulo bluetooth.



Figura 32. Ventana Selección del Módulo Bluetooth

Fuente: *Autora*

2. **Ingresar Nuevos Docentes:** En la Figura 4 se indica la ventana del Registro de un **Nuevo Docente** para lo que se debe llenar los campos encerrados de color azul en la Figura 33



Figura 33. Ventana Registro de Docentes

Fuente: *Autora*

Al momento de pulsar el botón **REGISTRARTE** permite registrar en el sistema al nuevo Docente, al pulsar el botón **ATRÁS** se regresa a la ventana de la Figura 31 sin haber realizado el registro de un NUEVO DOCENTE.

3. **Introducir el nombre de Usuario del Docente**
4. **Introducir la Contraseña de Usuario del Docente**



Figura 34. Inicio de Sesión del Docente

Fuente: Autora

5. **Botón Continuar:** Al pulsar este botón nos dirigimos a la ventana Selecciona un Alumno Figura 36.
6. **Botón Salir de la Aplicación:** Al pulsar el botón **SI** se sale de la aplicación y al pulsar el botón **NO** se regresa a la ventana INICIO DE SESIÓN DOCENTE



Figura 35. Ventana Salir de la Aplicación

Fuente: Autora

Al pulsar el botón **Continuar** de la ventana INICIO DE SESIÓN DOCENTE el cuál dirige a la Ventana **SELECCIONA UN ALUMNO**, esta ventana es la que se indica en la Figura 36, en donde:



Figura 36. Ventana Selección de un Alumno

Fuente: *Autora*

1. **Ingresar un NUEVO ALUMNO:** En la Figura 8 se indica la ventana del Registro de un **Nuevo Alumno** para lo que se debe llenar los campos encerrados de color azul cómo se indica en la Figura 37



Figura 37. Ventana Registro de Nuevos Alumnos

Fuente: *Autora*

Al momento de pulsar el botón **REGISTRARTE** permite registrar en el sistema al **NUEVO ALUMNO**, al pulsar el botón **ATRÁS** se regresa a la ventana **SELECCIONA UN ALUMNO** de la Figura 36 sin haber realizado el registro de un **NUEVO ALUMNO**.

Al pulsar el botón **PROFESOR** nos lleva a la ventana donde se encuentra la Lista de los **DOCENTES** que se encuentran registrados en el Sistema



Figura 38. Selección de Docentes

Fuente: *Autora*

2. **Buscar por:** Aquí se debe seleccionar el Campo por el cual se desea buscar al alumno antes ingresado.
3. **Texto:** Aquí se debe ingresar la palabra por el que se desea buscar el alumno luego de haber seleccionado el campo.
4. **Lista de Alumnos Registrados:** Aquí se encuentran las listas de todos los niños anteriormente ingresados, en dónde se puede navegar mediante las flechas que permiten realizar un paginado del listado, para ir a la primera página, última página, página anterior y siguiente página. Se debe seleccionar un niño él mismo que realizará las actividades de la Aplicación.
5. **Reportes:** Al pulsar el botón **REPORTES** nos dirigimos a la Ventana Reportes Figura 39 en donde se generará los reportes de las actividades de cada niño.



Figura 39. Ventana Reportes de Actividades de los Alumnos

Fuente: *Autora*

- a) **Buscar por:** Aquí se debe seleccionar el Campo por el cual se desea buscar al alumno antes ingresado.
- b) **Texto:** Aquí se debe ingresar la palabra por el que se desea buscar el alumno luego de haber seleccionado el campo.
- c) **Lista de Alumnos Registrados:** Aquí se encuentran las listas de todos los niños anteriormente ingresados, en dónde se puede navegar mediante las flechas que permiten realizar un paginado del listado, para ir a la primera página, última página, página anterior y siguiente página. Se debe seleccionar un niño él mismo que realizará las actividades de la Aplicación.

6. Continuar: Cuando ya tengamos seleccionado el niño que va a realizar las actividades de la Aplicación pulsamos el botón Continuar el cual nos dirige a la Ventana **SELECCIONA UN MUNDO**

7. Atrás: Al pulsar el botón Atrás se regresa a la ventana **INICIO DE SESIÓN DOCENTE**

2) Ventanas de Set de Instrucciones

En las siguientes figuras se pueden apreciar las pantallas que indican las instrucciones para cada una de las actividades de los **Mundos: Eléctrico, Magnético, Verde y Digital**, éstas se verán al pulsar el botón y abrir las ventanas de cada uno de éstas, para cerrarlas y abrir la ventana de la actividad se debe pulsar en el botón de la X marcada con el recuadro rojo.



Figura 40. Instrucciones Selecciona un Mundo
Fuente: *Autora*



Figura 41. Instrucciones Actividad Arrastra y Une lo Correcto
 Fuente: *Autora*



Figura 42. Instrucciones Actividad Verdadero o Falso
 Fuente: *Autora*



Figura 43. Instrucciones Actividad Complete y Arrastre
Fuente: *Autora*



Figura 44. Instrucciones Actividad Encuentra Palabras
Fuente: *Autora*

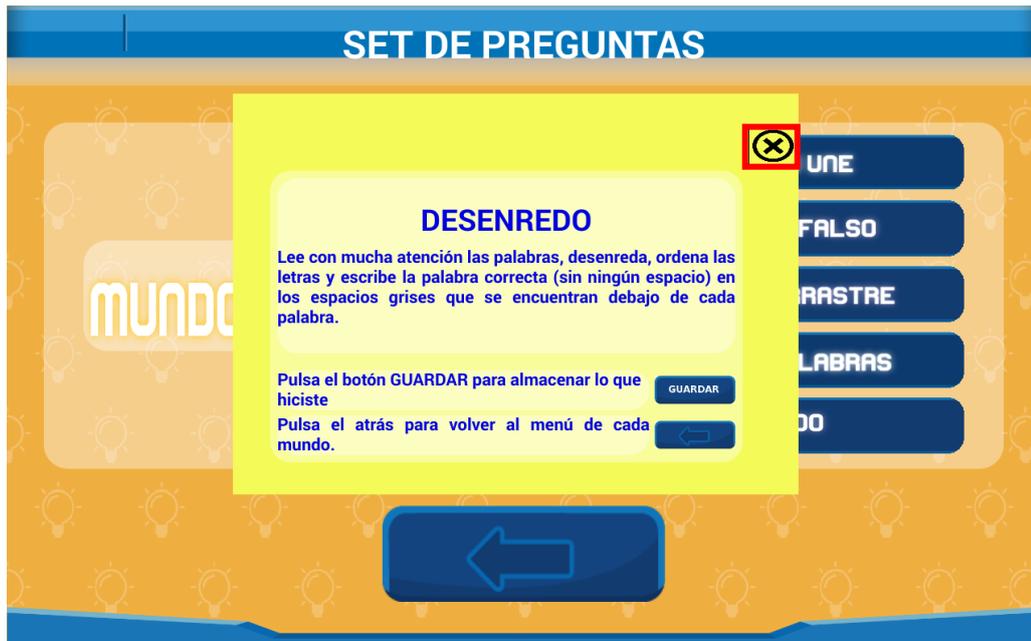


Figura 45. Instrucciones Actividad Desenredo

Fuente: *Autora*

3) Ventanas de Actividades por Mundos



Figura 46. Ventana Selecciona un Mundo

Fuente: *Autora*

Figura 46, los botones de cada uno de los mundos se encuentran encerrados por los recuadros de color rojo, los mismos que al ser pulsados permiten ingresar en cada uno de las **SET DE PREGUNTAS** de cada mundo.

3.1) ACTIVIDADES DEL MUNDO ELÉCTRICO



Figura 47. Set de Preguntas Mundo Eléctrico
Fuente: Autora



Figura 48. Actividad Arrastra y Une Mundo Eléctrico
Fuente: Autora

1. **Botón Limpiar:** Este botón sirve para realizar una limpieza de la ventana ya que al pulsarlo se limpia lo antes contestado.
2. **Botón Guardar:** Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.
3. **Atrás:** Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 47.

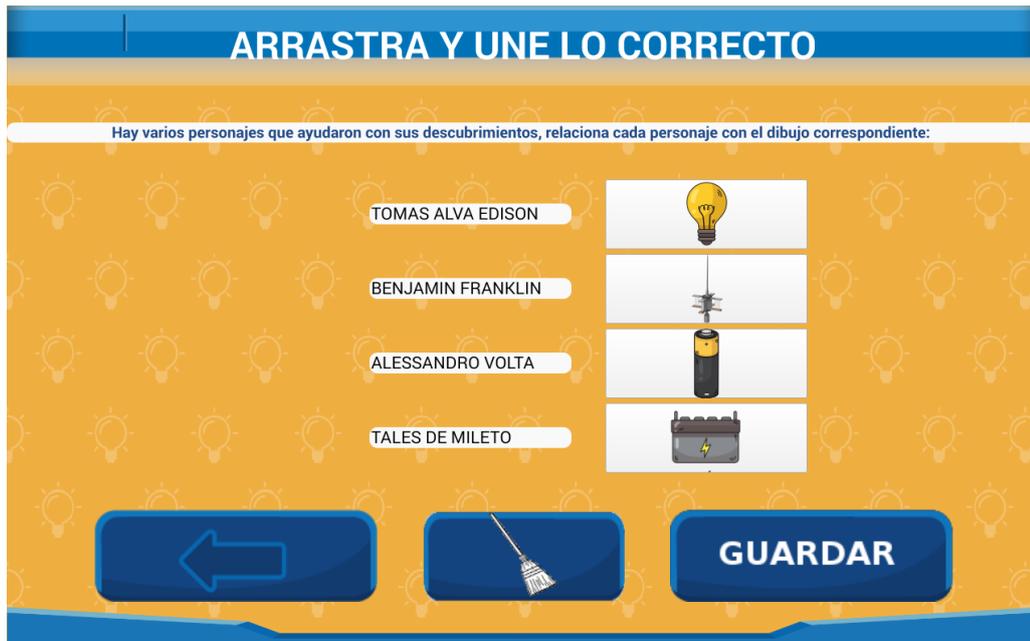


Figura 49. Arrastra y Une Mundo Eléctrico
Fuente: *Autora*



Figura 50. Actividad Verdadero o Falso Mundo Eléctrico
Fuente: *Autora*

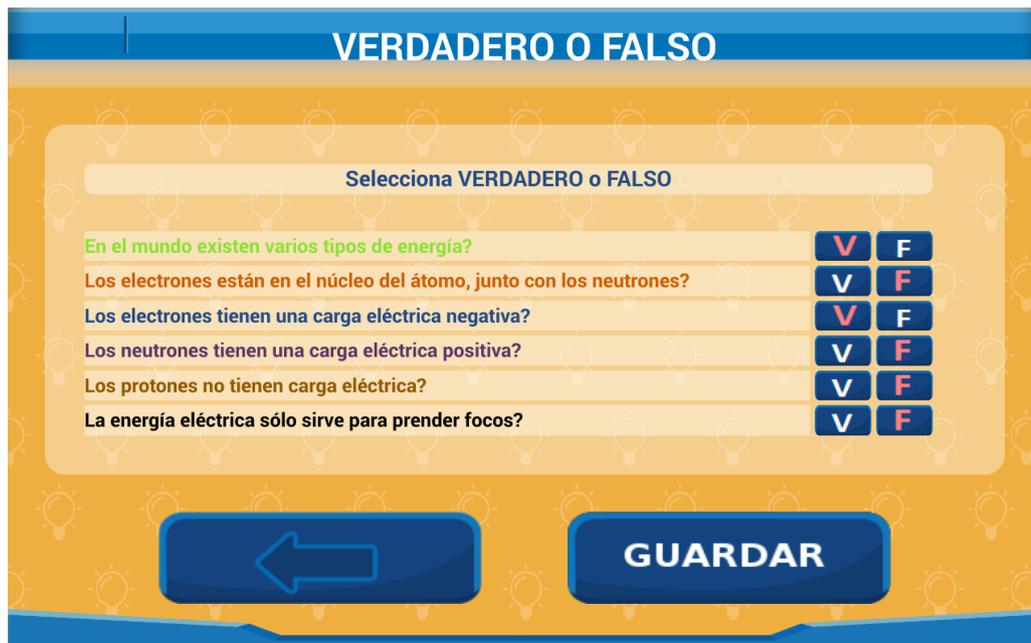


Figura 51. Verdadero o Falso Mundo Eléctrico

Fuente: *Autora*

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 47.

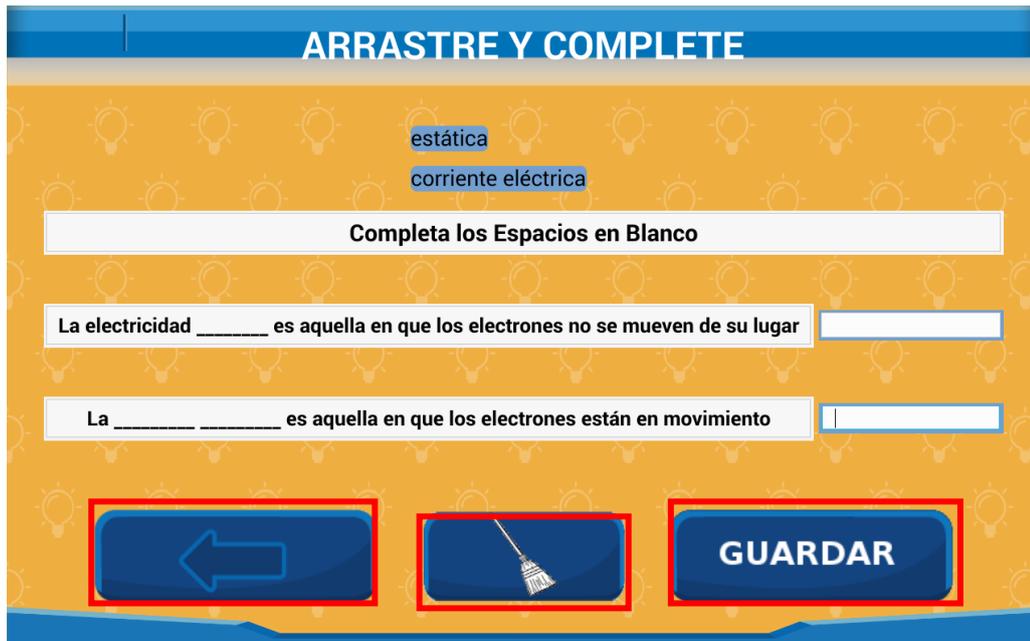


Figura 52. Actividad Arrastre y Complete Mundo Eléctrico
Fuente: *Autora*

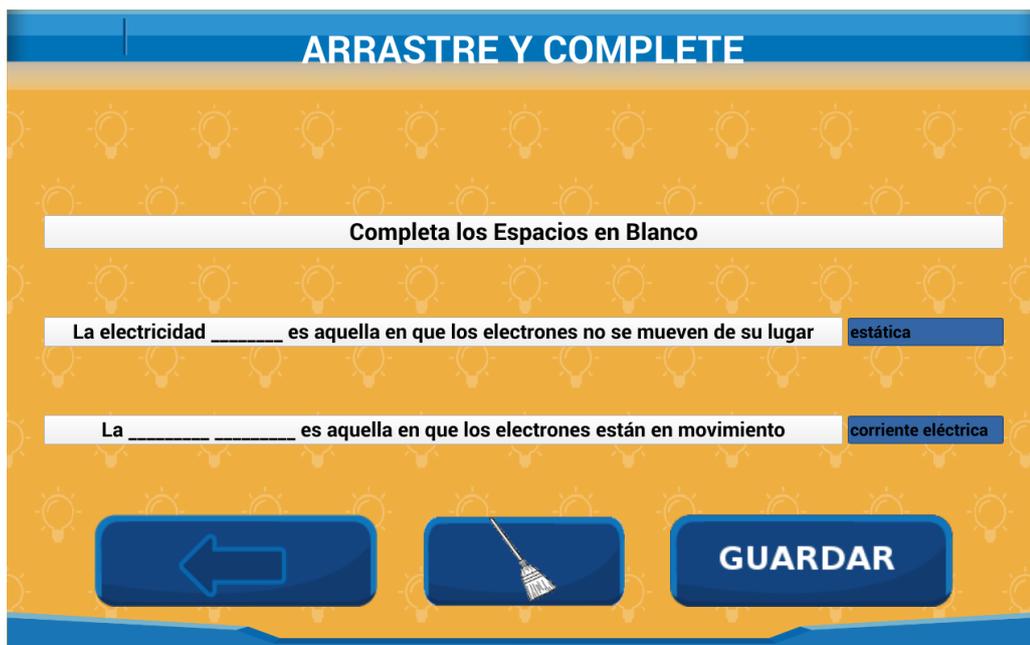


Figura 53. Arrastre y Complete Mundo Eléctrico
Fuente: *Autora*

Botón Limpiar: Este botón sirve para realizar una limpieza de la ventana ya que al pulsarlo se limpia lo antes contestado.

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 47.

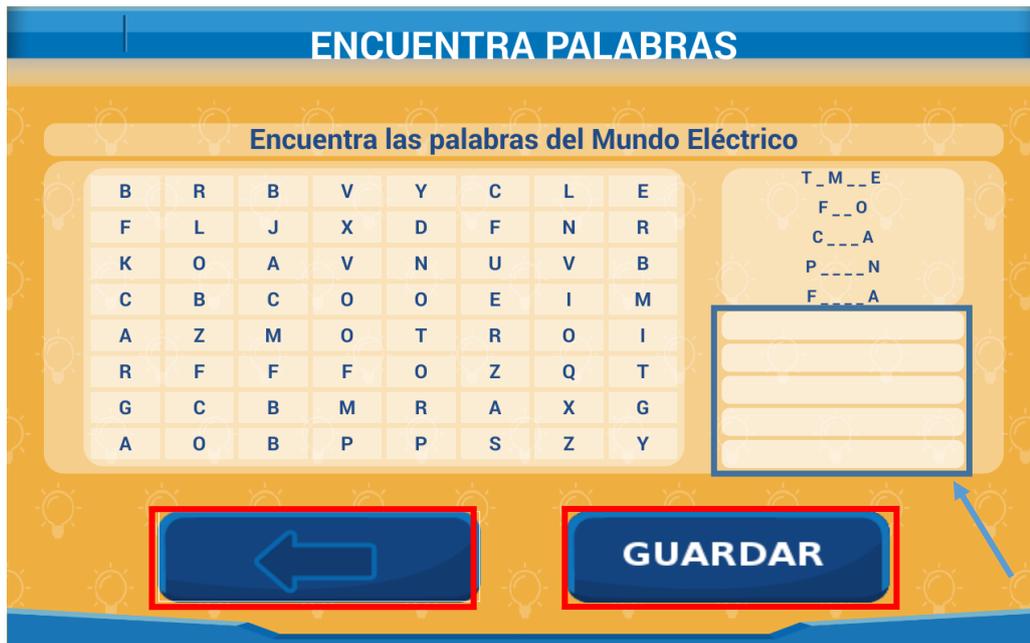


Figura 54. Actividad Encuentra Palabras Mundo Eléctrico
Fuente: *Autora*



Figura 55. Encuentra Palabras Mundo Eléctrico
Fuente: *Autora*

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 47.

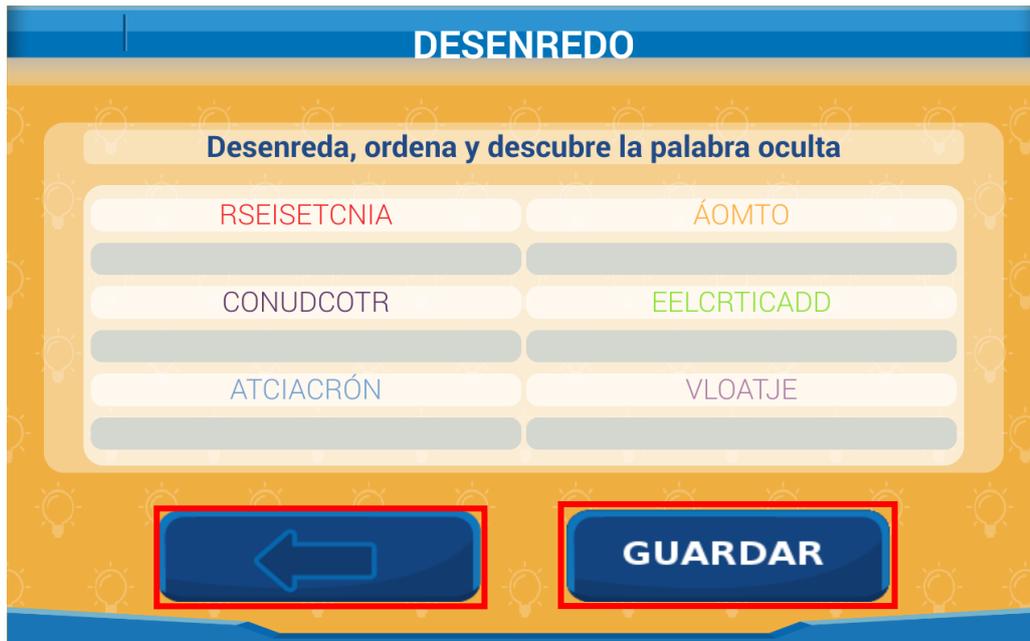


Figura 56. Actividad Desenredo Mundo Eléctrico
Fuente: Autora



Figura 57. Desenredo Mundo Eléctrico
Fuente: Autora

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 47.

3.2) ACTIVIDADES DEL MUNDO MAGNÉTICO



Figura 58. Set de Preguntas Mundo Magnético

Fuente: *Autora*



Figura 59. Actividad Arrastra y Une Mundo Magnético

Fuente: *Autora*



Figura 60. Arrastra y Une Mundo Magnético

Fuente: *Autora*

Botón Limpiar: Este botón sirve para realizar una limpieza de la ventana ya que al pulsarlo se limpia lo antes contestado.

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 58.

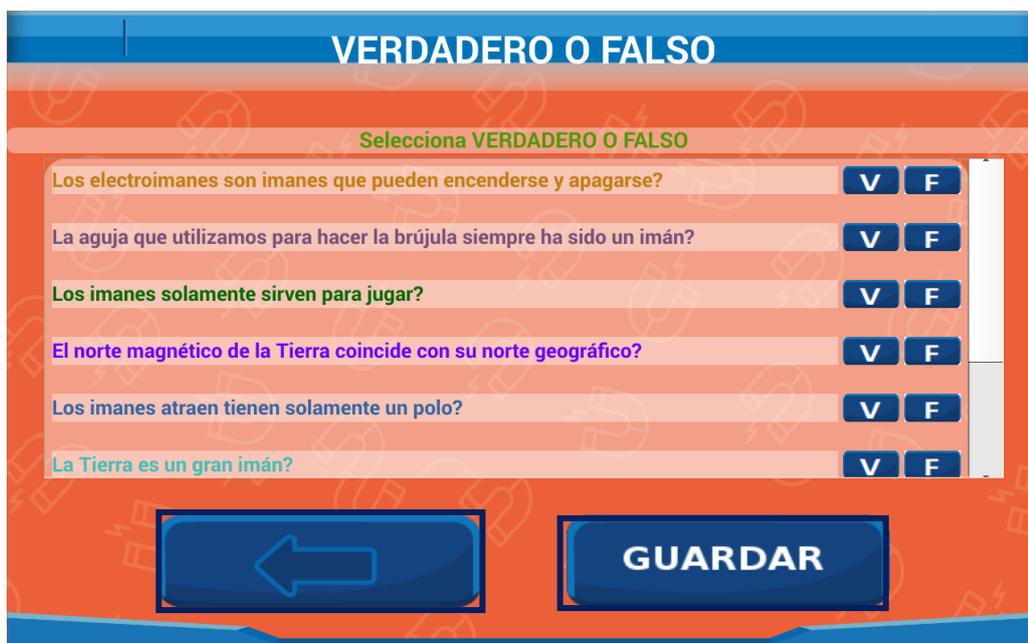


Figura 61. Actividad Verdadero o Falso Mundo Magnético

Fuente: *Autora*

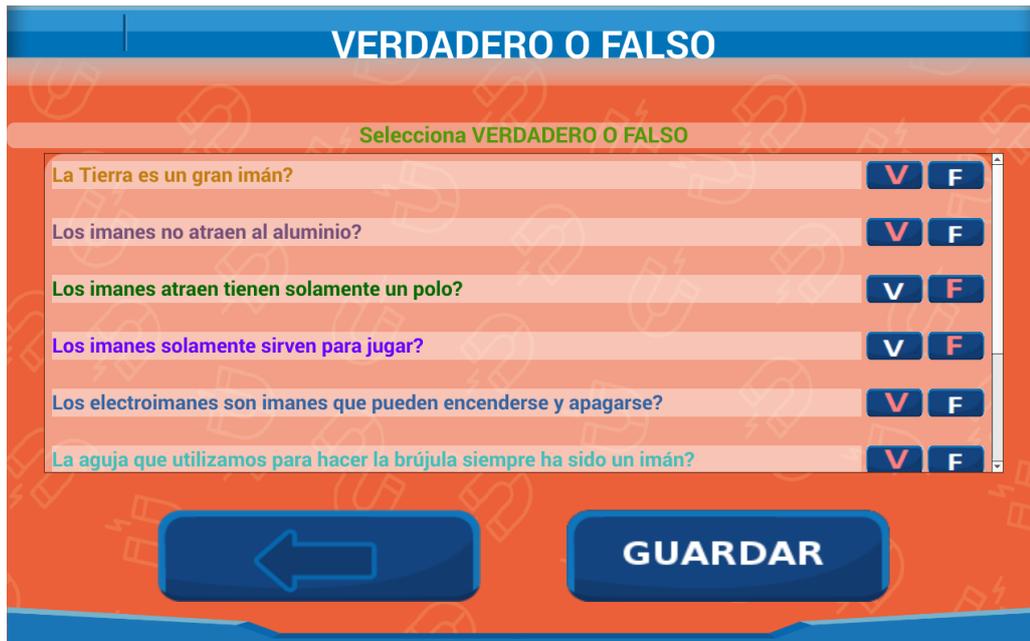


Figura 62. Verdadero o Falso Mundo Magnético

Fuente: *Autora*

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 58.



Figura 63. Actividad Arrastra y Completa Mundo Magnético

Fuente: *Autora*

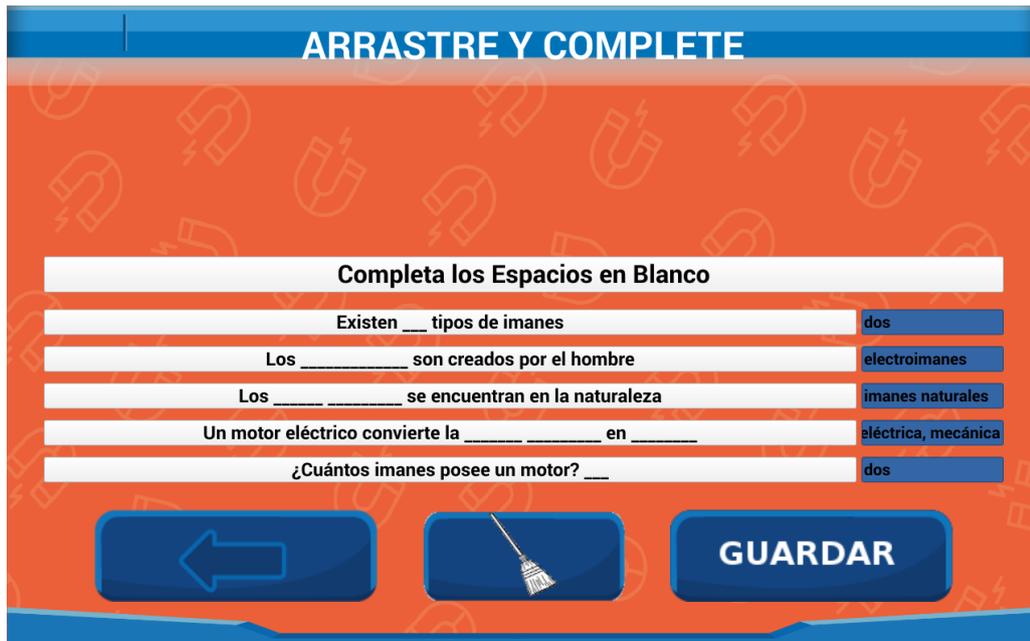


Figura 64. Arrastre y Complete Mundo Magnético

Fuente: *Autora*

Botón Limpiar: Este botón sirve para realizar una limpieza de la ventana ya que al pulsarlo se limpia lo antes contestado.

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas,

Figura 58.



Figura 65. Actividad Encuentra Palabras Mundo Magnético

Fuente: *Autora*

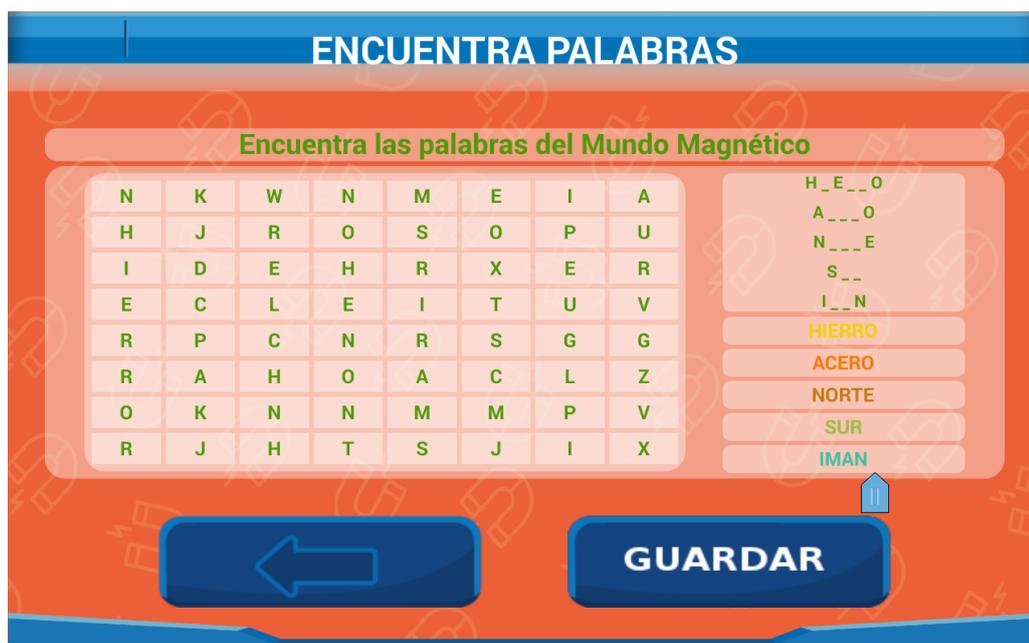


Figura 66. Encuentra Palabras Mundo Magnético
Fuente: Autor

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 58.

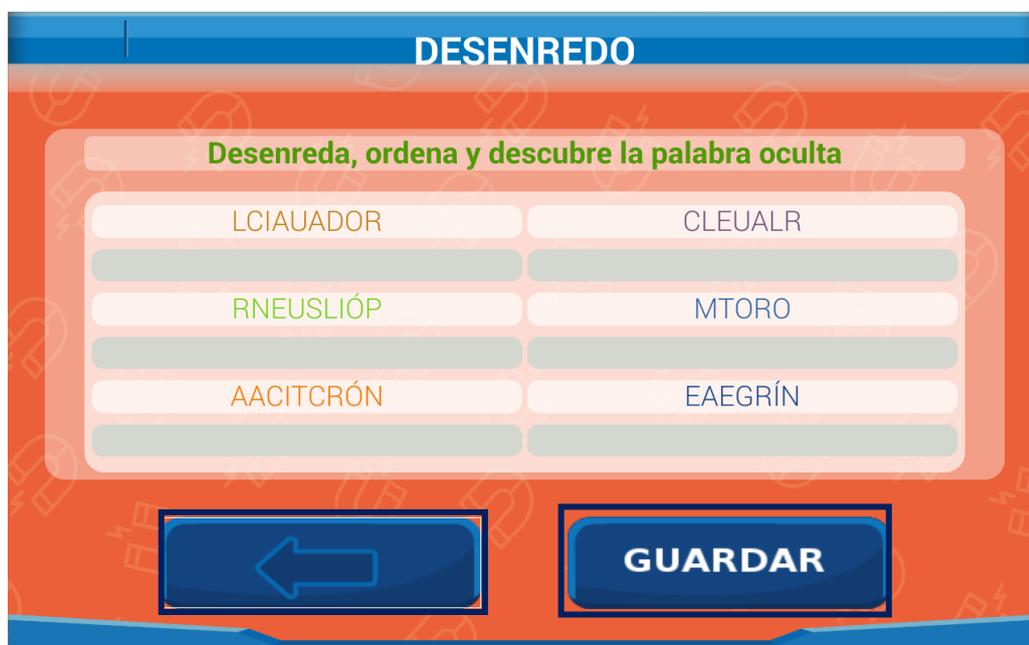


Figura 67. Actividad Desenredo Mundo Magnético
Fuente: Autora



Figura 68. Desenredo Mundo Magnético

Fuente: *Autora*

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 58.

3.3) ACTIVIDADES DEL MUNDO VERDE



Figura 69. Actividad Arrastra y Une Mundo Verde

Fuente: *Autora*



Figura 70. Arrastra y Une Mundo Verde

Fuente: *Autora*

Botón Limpiar: Este botón sirve para realizar una limpieza de la ventana ya que al pulsarlo se limpia lo antes contestado.

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 69.



Figura 71. Actividad Verdadero o Falso Mundo Verde

Fuente: *Autora*

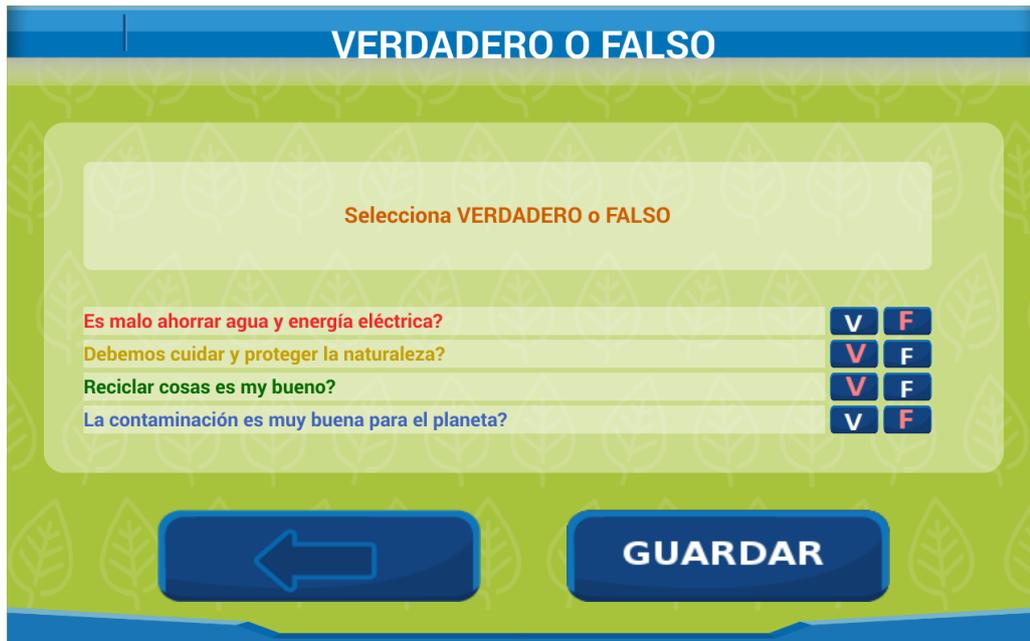


Figura 72. Verdadero o Falso Mundo Verde

Fuente: *Autora*

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 69.

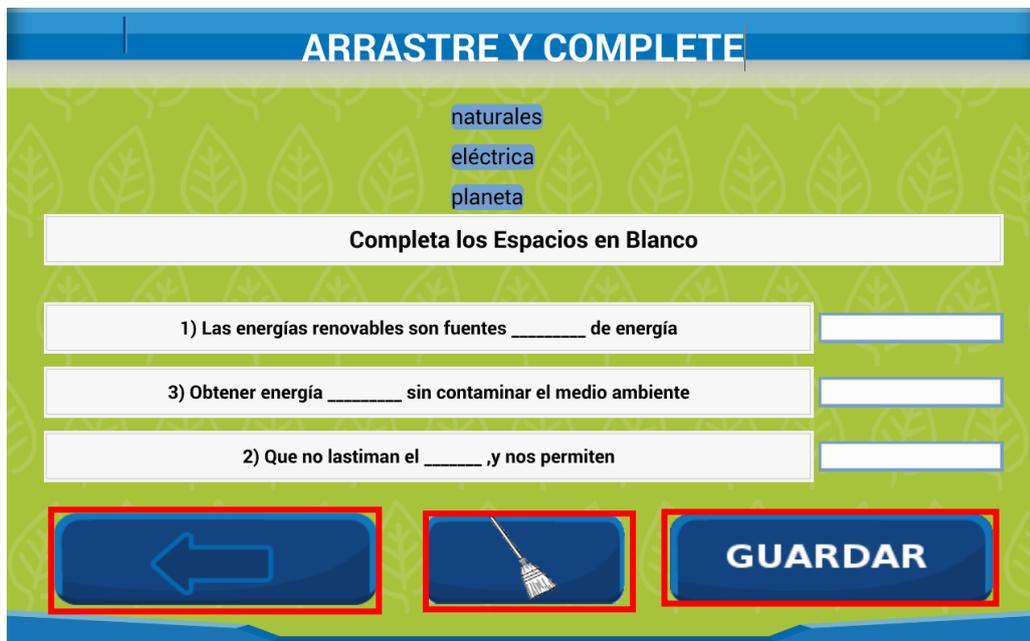


Figura 73. Actividad Arrastre y Complete Mundo Verde

Fuente: *Autora*



Figura 74. Arrastre y Complete Mundo Verde

Fuente: *Autora*

Botón Limpiar: Este botón sirve para realizar una limpieza de la ventana ya que al pulsarlo se limpia lo antes contestado.

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 69.



Figura 75. Actividad Encuentra Palabras Mundo Verde

Fuente: *Autora*



Figura 76. Encuentra Palabras Mundo Verde
Fuente: *Autora*

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 69.



Figura 77. Actividad Desenredo Mundo Verde
Fuente: *Autora*

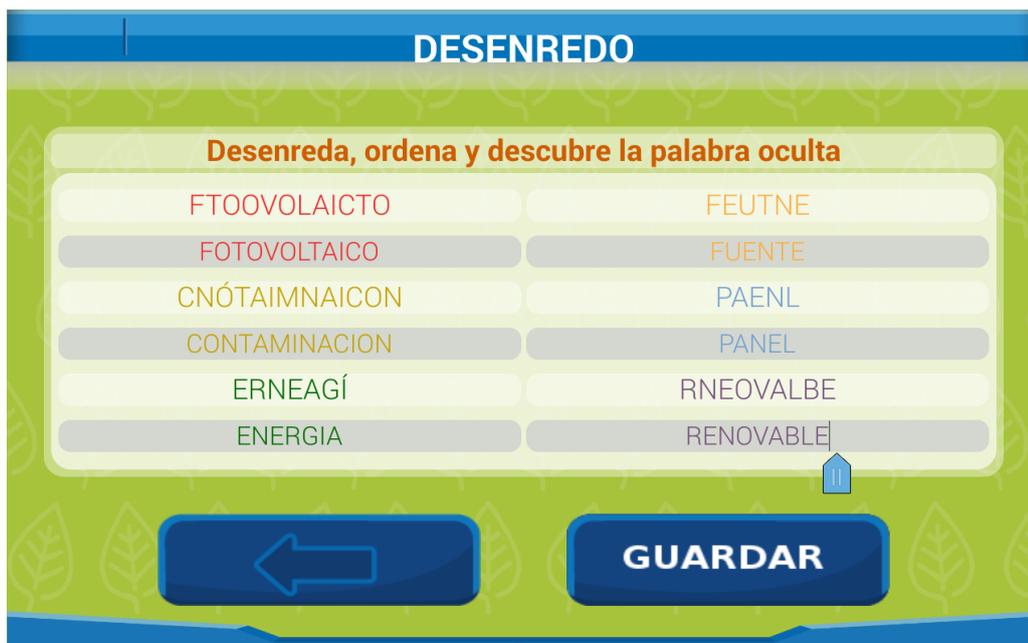


Figura 78. Desenredo Mundo Verde

Fuente: *Autora*

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 69.

3.4) ACTIVIDADES DEL MUNDO DIGITAL



Figura 79. Set de Preguntas del Mundo Digital



Figura 80. Actividad Arrastra y Une Mundo Digital
Fuente: *Autora*



Figura 81. Arrastra y Une Mundo Digital
Fuente: *Autora*

Botón Limpiar: Este botón sirve para realizar una limpieza de la ventana ya que al pulsarlo se limpia lo antes contestado.

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 79.

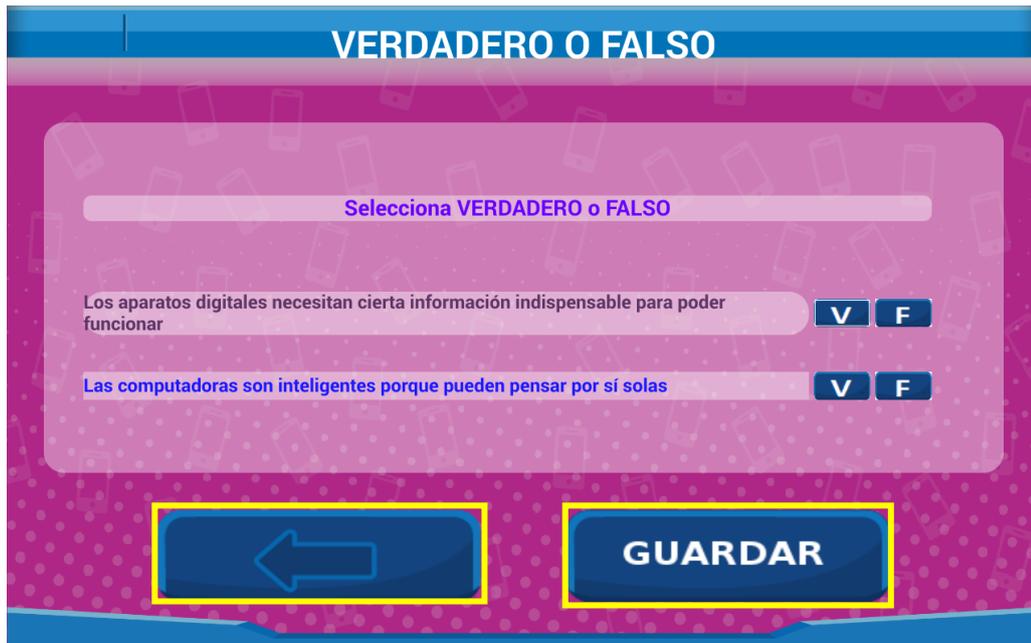


Figura 82. Actividad Verdadero o Falso Mundo Digital
Fuente: *Autora*

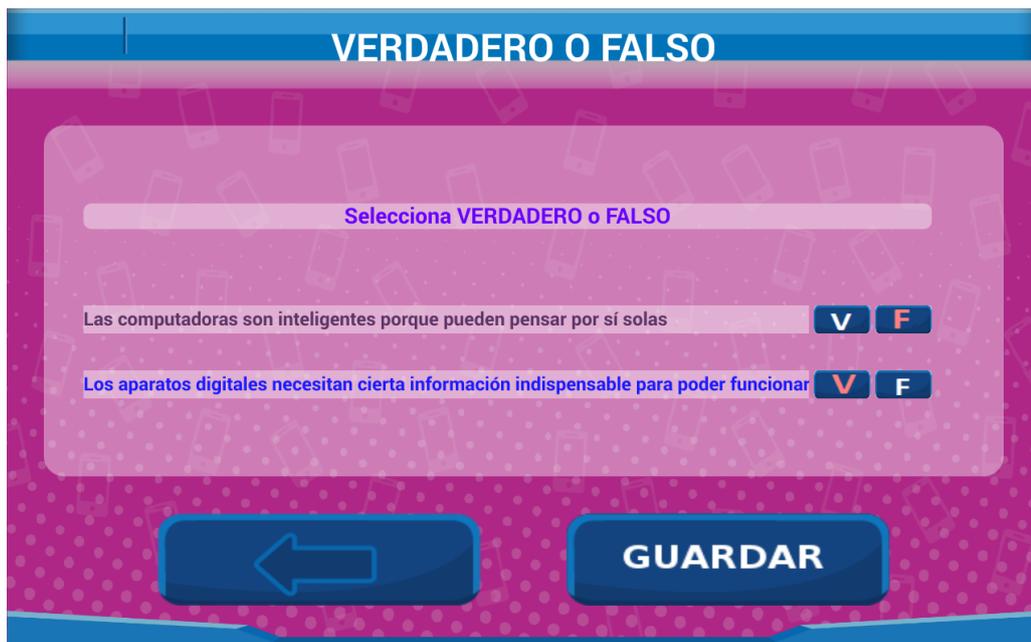


Figura 83. Verdadero o Falso Mundo Digital
Fuente: *Autora*

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 79.

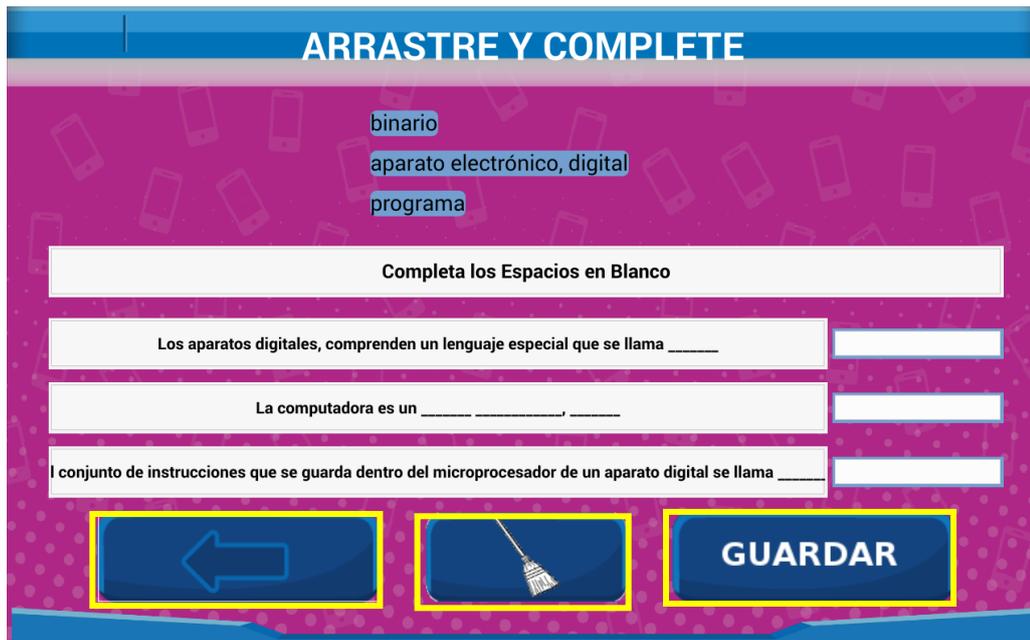


Figura 84. Actividad Arrastre y Complete Mundo Digital
Fuente: *Autora*

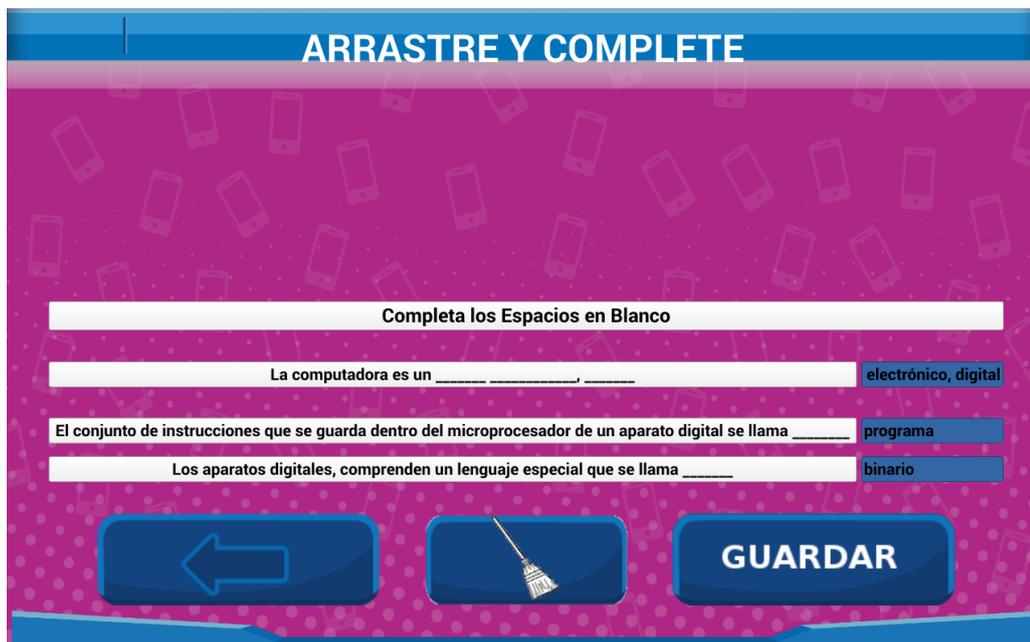


Figura 85. Arrastre y Complete Mundo Digital
Fuente: *Autora*

Botón Limpiar: Este botón sirve para realizar una limpieza de la ventana ya que al pulsarlo se limpia lo antes contestado.

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 79.

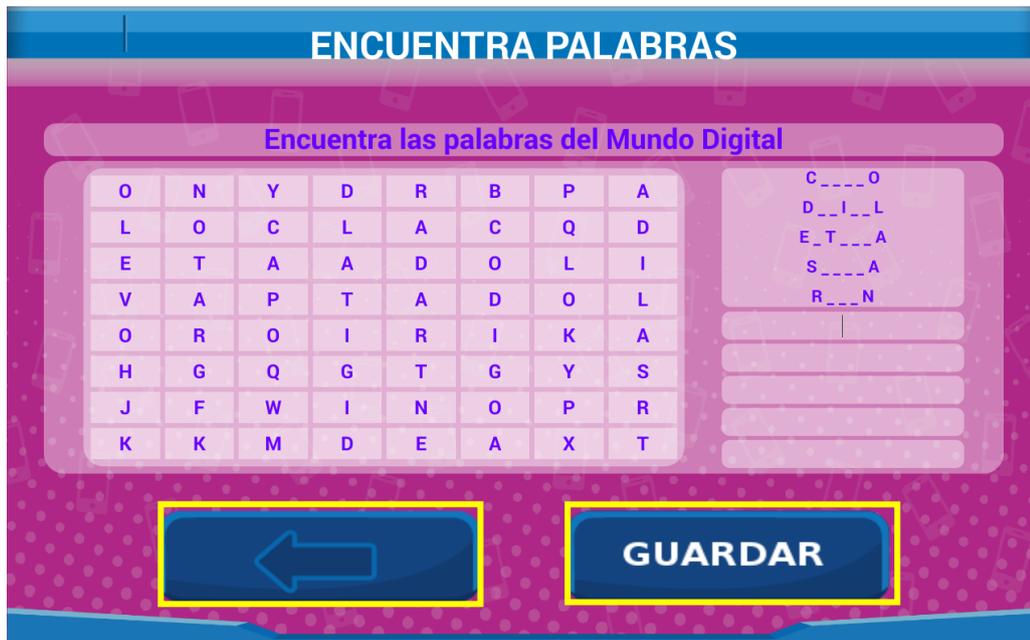


Figura 86. Actividad Encuentra Palabras Mundo Digital
Fuente: Autora



Figura 87. Encuentra Palabras Mundo Digital
Fuente: Autora

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 79.

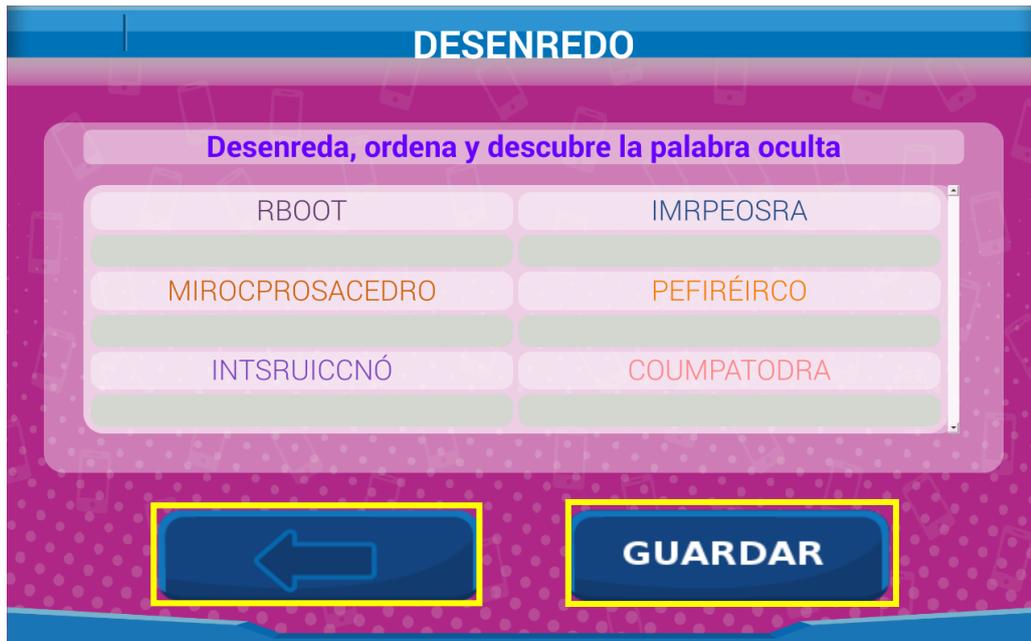


Figura 88. Actividad Desenredo Mundo Digital
Fuente: *Autora*

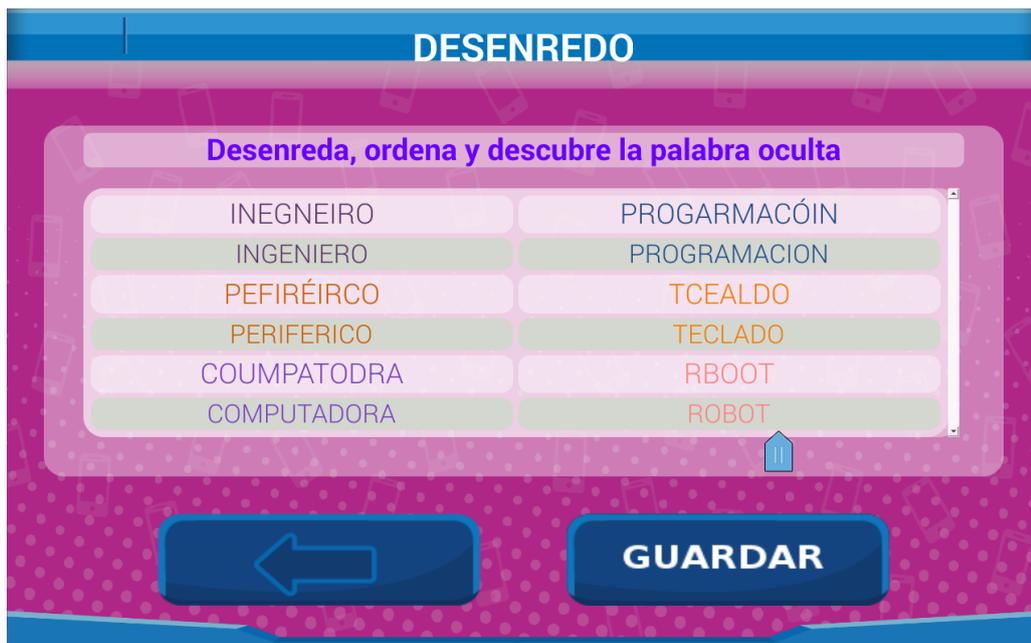


Figura 89. Desenredo Mundo Digital
Fuente: *Autora*

Botón Guardar: Para guardar la información que se haya contestado en esta actividad.

Atrás: Botón que nos permitirá regresar a la ventana de Set de Preguntas, Figura 79.

3.4) ACTIVIDADES DEL MUNDO ROBÓTICO



Figura 90. Ventana Mundo Robótico
Fuente: *Autora*

Al entrar en esta ventana se verá la interacción de la Aplicación Móvil con el Asistente Robótico, es así que al pulsar cada uno de los botones de esta ventana se reproducirá el audio correspondiente a esa historia en el Asistente Robótico.

ASISTENTE ROBÓTICO EDUCATIVO

Para encender el Asistente Robótico Educativo se debe pulsar los dos interruptores que se encuentra en la tapa trasera del asistente, ya que el 1 enciende a todo el sistema y el 2 enciende a los motores

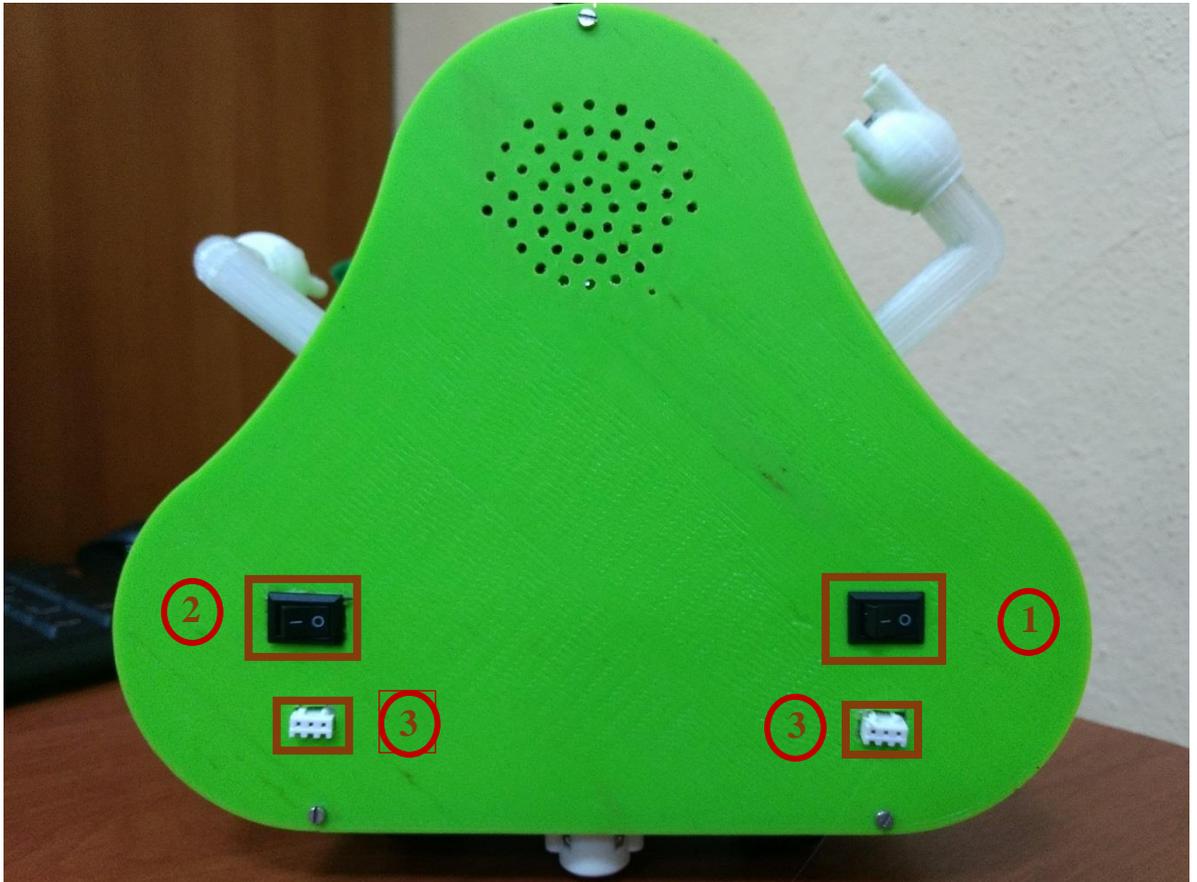


Figura 91. Pulsantes de Encendido del Asistente Robótico
Fuente: *Autora*

En la figura 91 además se indican con el número 3 los Jack en donde se debe cargar las baterías.

Luego de encender al Asistente Robótico se escuchará un mensaje de bienvenida, el cual debemos dejar de reproducir completamente,

Ahí nos encontramos con la primera pantalla del Asistente Robótico en donde se debe seleccionar una de las órdenes que queremos que realice el Robot. Figura 92.

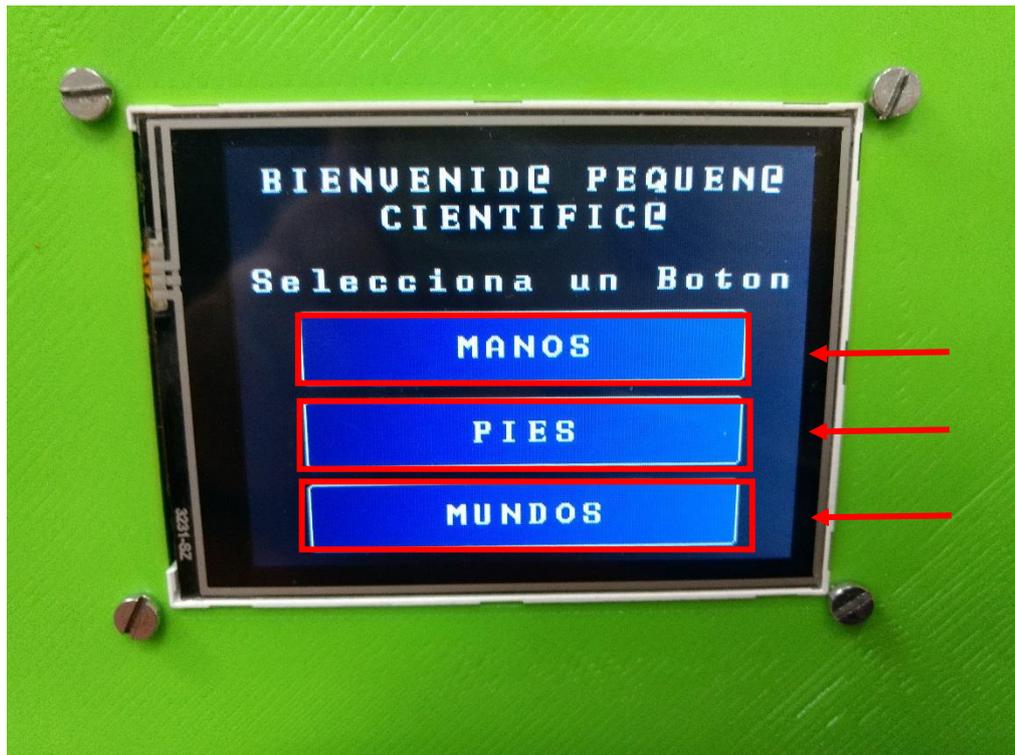


Figura 92. Primera Pantalla Asistente Robótico

Fuente: *Autora*

Al pulsar sobre el recuadro **MANOS** nos dirigimos a la pantalla de la Figura 64, y para que el robot nos diga que mano le tocamos, es necesario pulsar los sensores que se encuentran en las manos del robot, figura 93

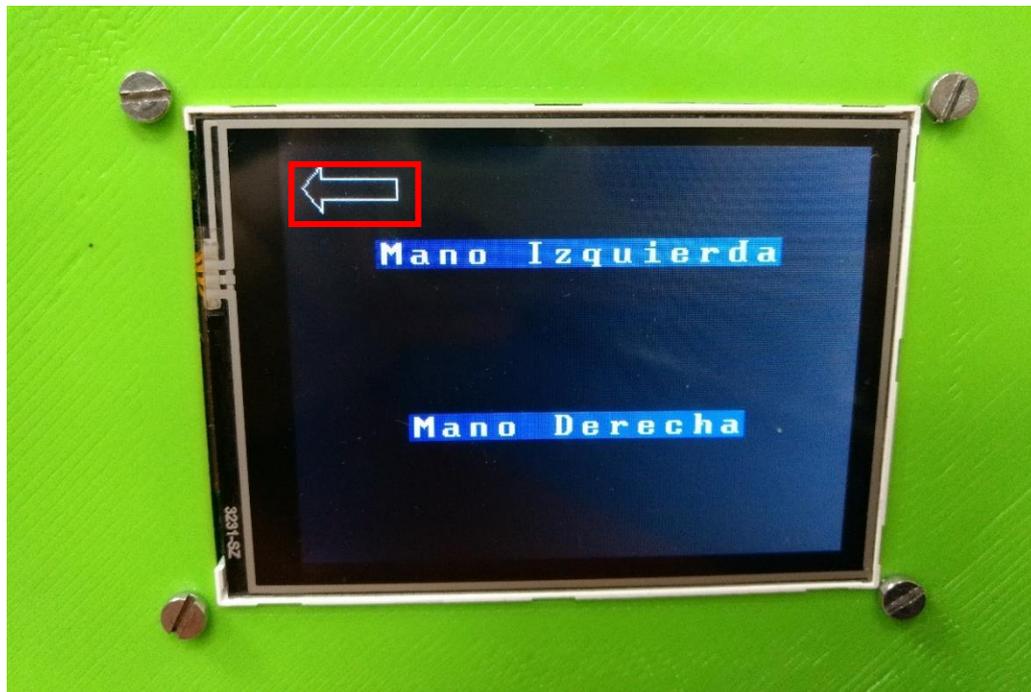


Figura 93. Pantalla Manos del Robot

Fuente: *Autora*

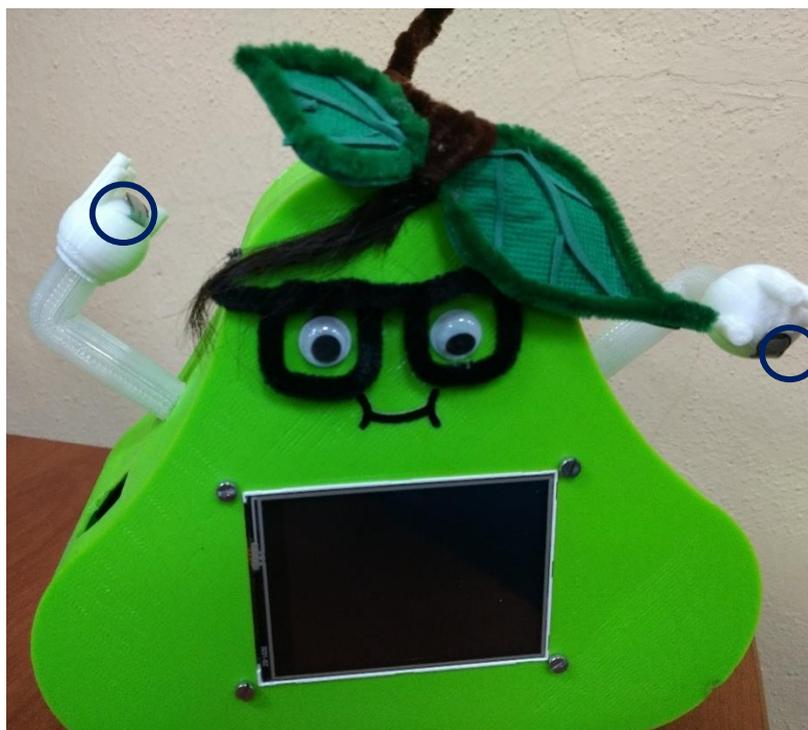


Figura 94. Sensores de las manos del Robot

Fuente: *Autora*

Con la flecha que se encuentra en la parte superior izquierda nos permite regresar a la pantalla principal Figura 92.

Al pulsar sobre el recuadro **PIES** nos dirigimos a la pantalla de la figura 95, y en dónde nosotros le diremos al robot que se mueva para adelante o para atrás.



Figura 95. Pantalla PIES del Robot

Fuente: *Autora*

Al pulsar sobre el recuadro **MUNDOS** nos lleva a la pantalla de la figura 96



Figura 96. Pantalla de Mundos

Fuente: *Autora*

Al pulsar el recuadro del MUNDO ELÉCTRICO nos encontramos con la pantalla de la figura 97, al pulsar MUNDO MAGNETICO la pantalla de la figura 98, al pulsar MUNDO VERDE la pantalla de la figura 99, al pulsar MUNDO DIGITAL la pantalla de la figura 100.

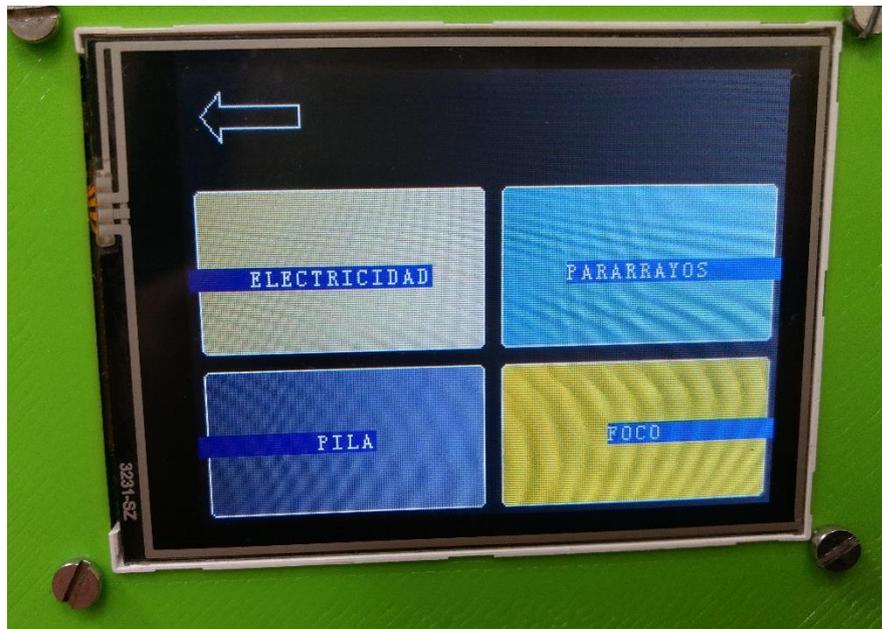


Figura 97. Pantalla Mundo Eléctrico

Fuente: *Autora*

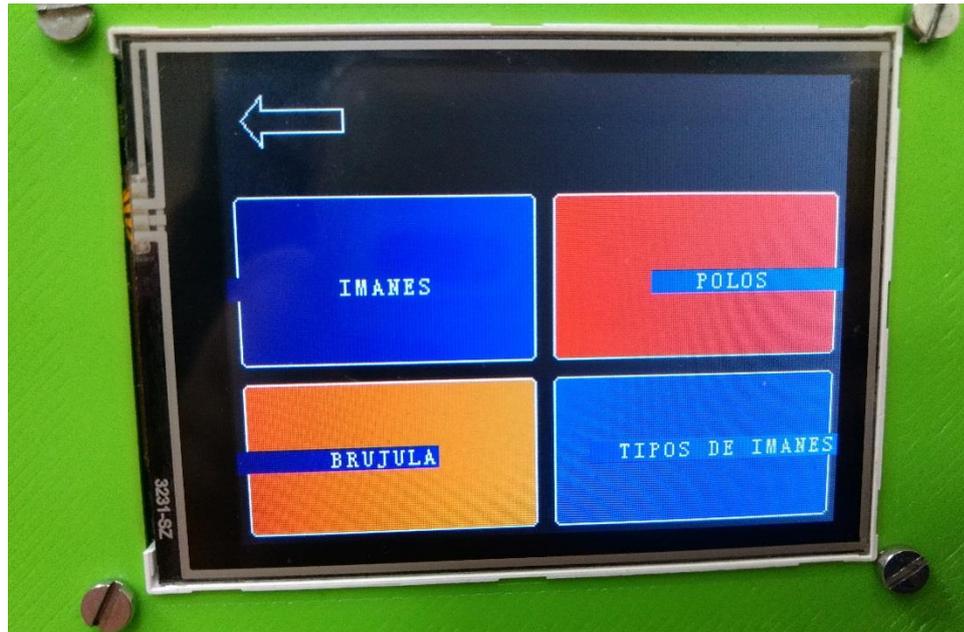


Figura 98. Pantalla Mundo Magnético
Fuente: *Autora*

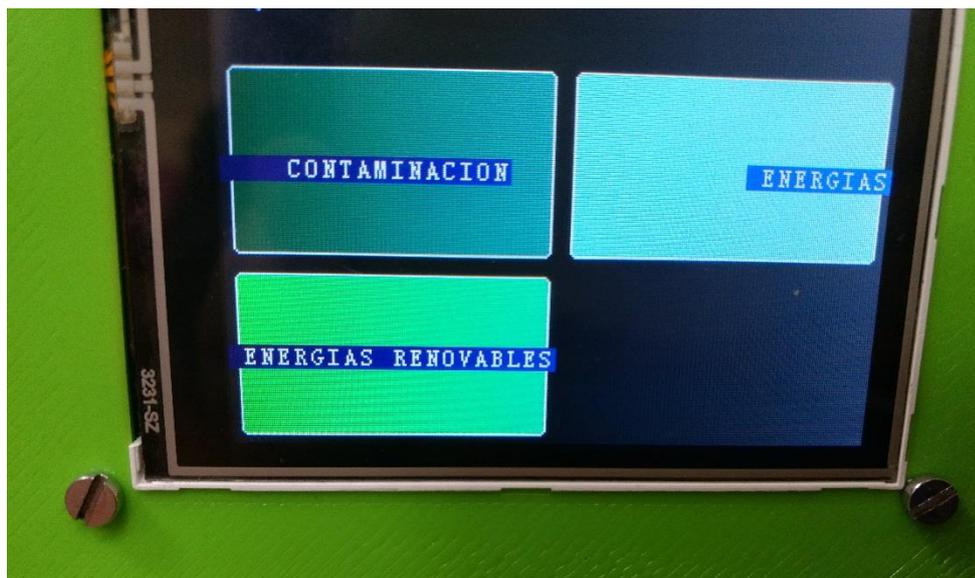


Figura 99. Pantalla Mundo Verde
Fuente: *Autora*

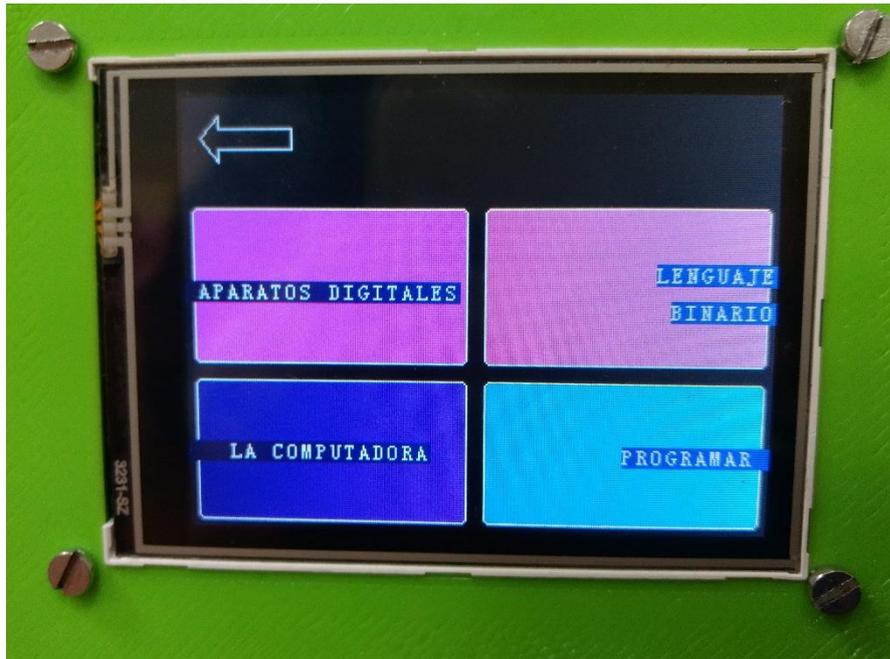


Figura 100. Pantalla Mundo Digital
Fuente: *Autora*

Al pulsar cada uno de los recuadros de las pantallas, se reproducen los audios que se encuentran precargados en una memoria Micro SD Card y son leídos por un Micro SD Card Adapter y reproducidos mediante un parlante

MANUAL TÉCNICO

INTRODUCCIÓN

Este documento está dirigido para cualquier persona que tenga conocimientos en programación y electrónica, para que pueda realizar mantenimiento o mejoras de los dispositivos y herramientas utilizadas tanto para la aplicación móvil androide y los del asistente robótico educativo

Diseño y Construcción del Asistente Robótico

Para realizar la implementación del Asistente robótico se realiza el diseño en el software *Inventor* de modelado en 3D, el cual consta de una pieza delantera, una pieza posterior, dos brazos, dos manos y dos llantas, para poder acceder fácilmente a los dispositivos electrónicos internos.

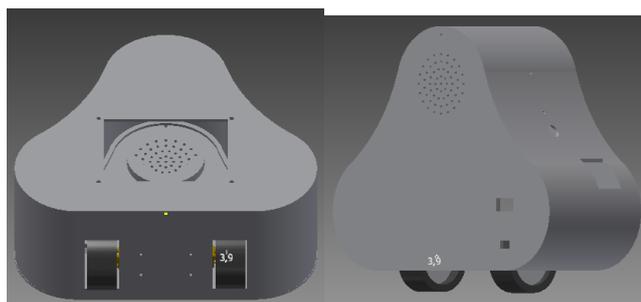


Figura 101. Modelo 3D

Fuente: *Autora*

Documento que se encuentra en el archivo Diseño.zip

Para la construcción e implementación de la parte física del asistente robótico se utilizó la tecnología de impresión en 3D, la misma que se realizó en la impresora en 3D de la Cátedra Unesco de la Universidad.

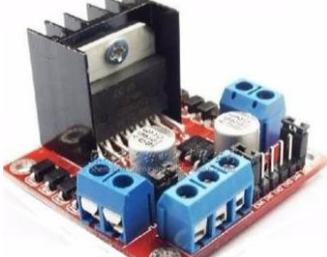
Tabla 4. Elementos utilizados en la Impresión 3D

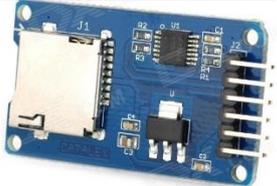
Fuente: *Autora*

Nombre	Descripción
PLA 3mm	Material utilizado para la Impresión 3D
4 Tornillos de 3mm Ø 4 Tuercas para tornillo de 3mm Ø	Para sostener la pantalla TFT a la Impresión 3D
3 Tornillos de 2mm Ø	Para asegurar la Tapa Posterior con el cuerpo delantero del asistente robótico
4 Tornillos de 2mm Ø	Para sujetar los motores DC

Posteriormente se realizó el ensamblaje de los dispositivos electrónicos, obteniendo el prototipo final. Los dispositivos electrónicos que se utilizaron en el ensamblaje son:

Tabla 5. Componentes Electrónicos
Fuente: Autora

Nombre	Descripción
Arduino Mega 2650	
Pantalla Arduino 3.2" Lcd Tft_320qvt_9341 + Shield Mega	
Arduino Nano AT Mega 328	
Memoria Micro Sdhc 4gb Samsung Evo Clase 10	
Modulo Bluetooth Hc-05 Arduino – Pic	
Driver Para Motores L298 Arduino Puente H	

<p>Micro Motor 100 rpm +rueda + Sujetador</p>	
<p>Micro SD Adapter</p>	
<p>Parlante de 1W – 8Ω</p>	
<p>Sensores Fuerza Resistivos 5mm Ø</p>	
<p>Baterías tipo Lipo de 7.4V y 300mAh</p>	
<p>Ruedas Estabilizadoras</p>	

El programa que contiene el Arduino Mega para poder manejar la pantalla TFT LCD se encuentra en el archivo “**pantallaydemas 1.ino**”

El programa que permite la reproducción del audio, además de la conexión del módulo bluetooth y que se cargará en el Arduino Uno se encuentra en el archivo “**audio.ino**”.

En estos archivos además se entenderá y aprenderá la comunicación I2C que se realiza entre los dos Arduino.

Pasos para Ensamblar el Asistente Robótico

1. **Atornillar las dos ruedas estabilizadoras (se necesita poner dos para que el robot tenga estabilidad)**
2. **Poner las llantas al eje del motor**
3. **Atornillar los brackets que sostienen a los Motores DC con tornillos 2mm Ø**

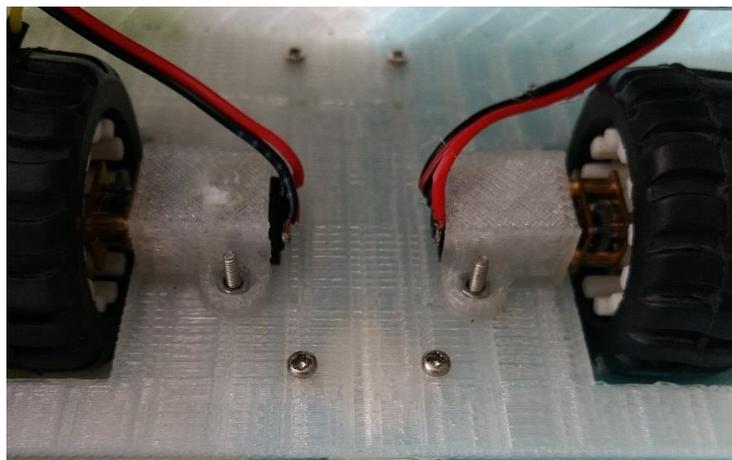


Figura 102. Sujeción de las Ruedas y Llantas
Fuente: *Autora*

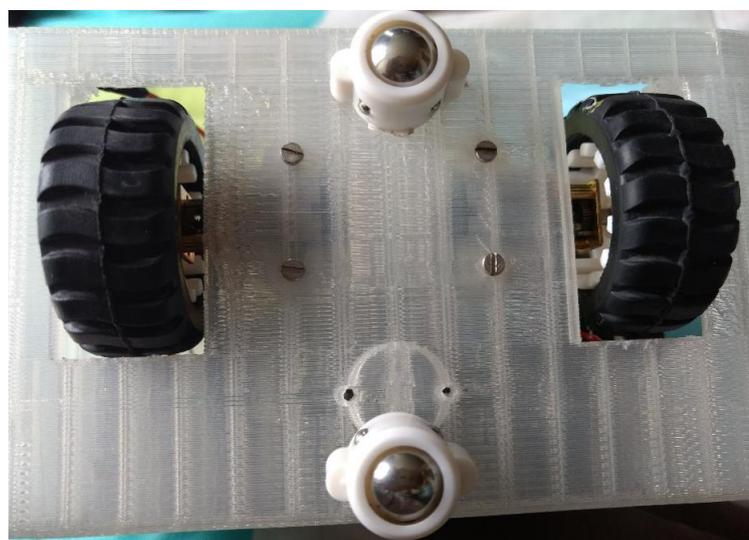


Figura 103. Ensamblaje de Llantas y Ruedas

Fuente: *Autora*

4. Sujetar la pantalla con pernos 3mm Ø

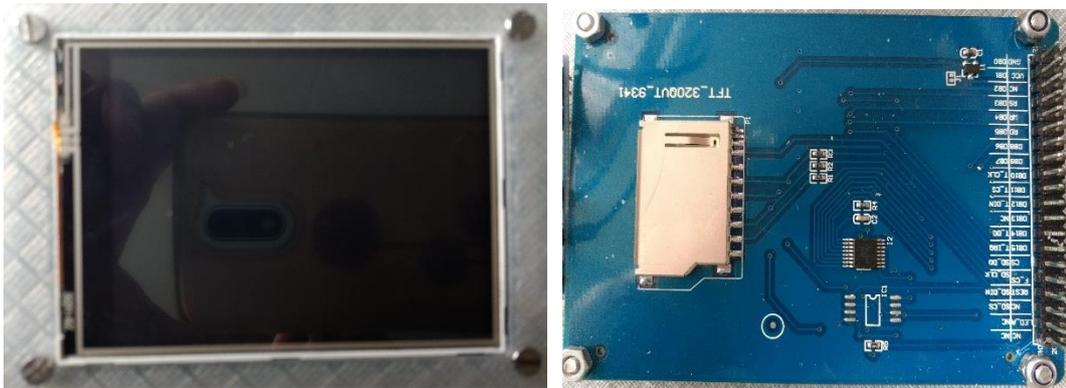


Figura 104. Sujeción de la Pantalla

Fuente: *Autora*

5. Conectar los pines utilizados en el Arduino Mega 2560 con peinetas tipo L

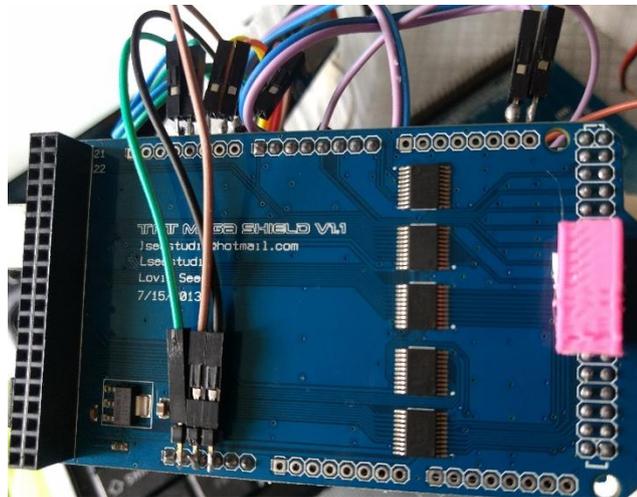


Figura 105. Conexión Pines en Arduino Mega

Fuente: *Autora*

6. Conectar los pines requeridos del Arduino Nano

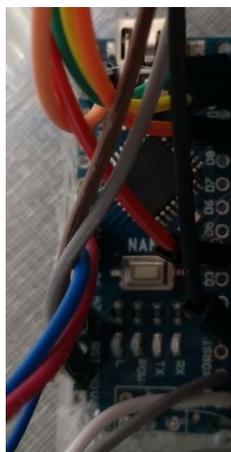


Figura 106. Conexión Pines Arduino Mega

Fuente: *Autora*

7. Conectar el Micro SD Card Adapter al Arduino Nano



Figura 107. Conexión Audio
Fuente: *Autora*

8. Conexión del Controlador LM298 para los motores

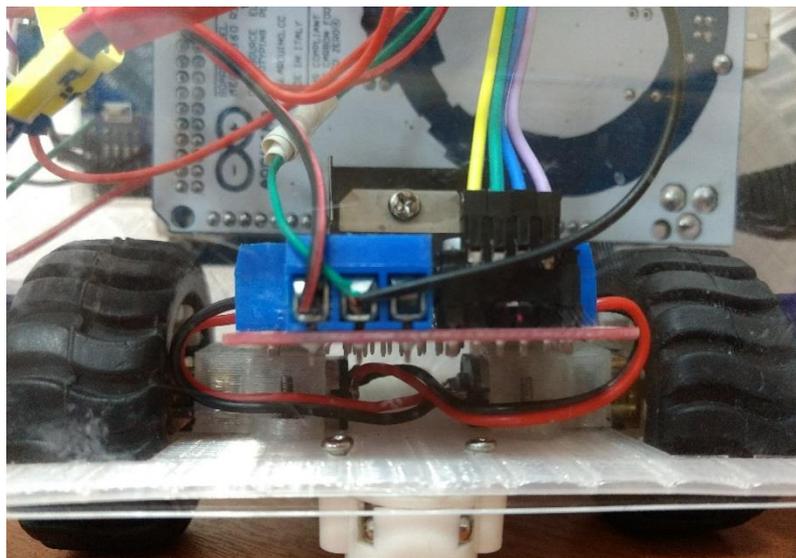


Figura 108. Conexión Controlador Motores
Fuente: *Autora*

9. Conexión del Módulo Bluetooth



Figura 109. Conexión Bluetooth
Fuente: *Autora*

10. Conexión del Parlante a la tapa posterior



Figura 110. Instalación Parlante
Fuente: *Autora*

11. Colocar la tapa posterior asegurando con tornillos 2mm Ø

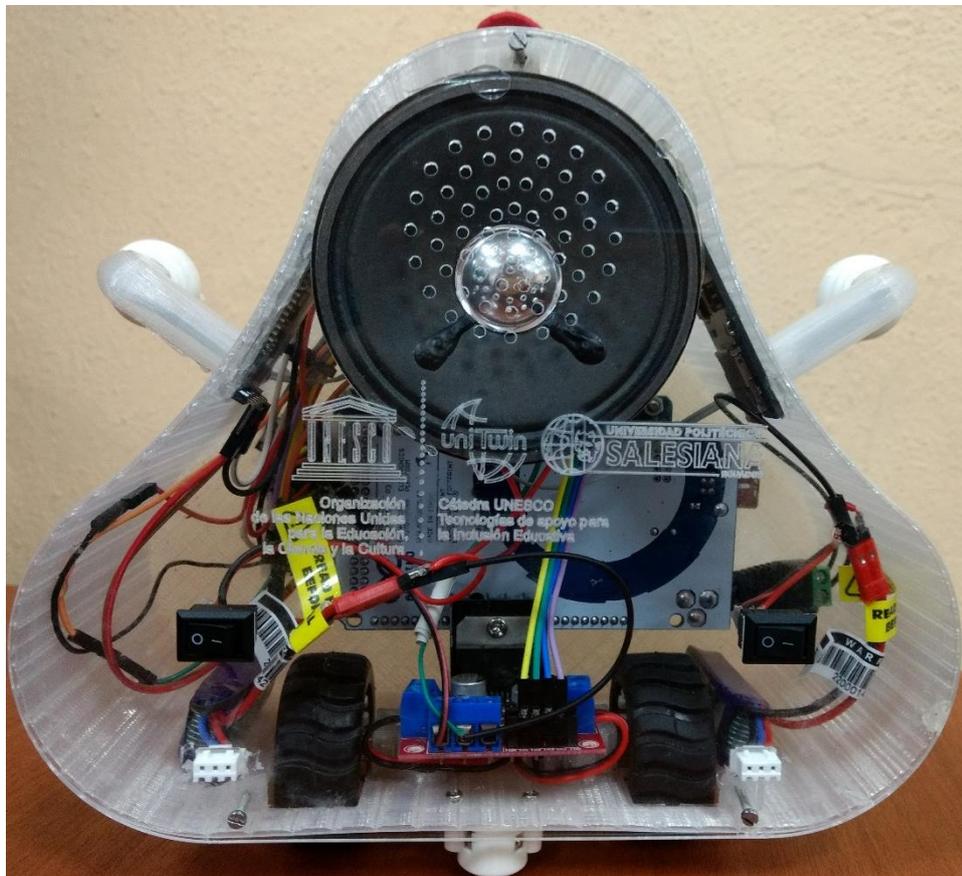


Figura 111. Sujeción Tapa Posterior

Proceso de Ensamblaje

Para realizar el ensamblaje de todos los dispositivos electrónicos dentro de la impresión 3D lo primero que se debe realizar es la simulación del diseño electrónico se efectuó en el software *Fritzing*, lo cual se puede apreciar en la Figura 112

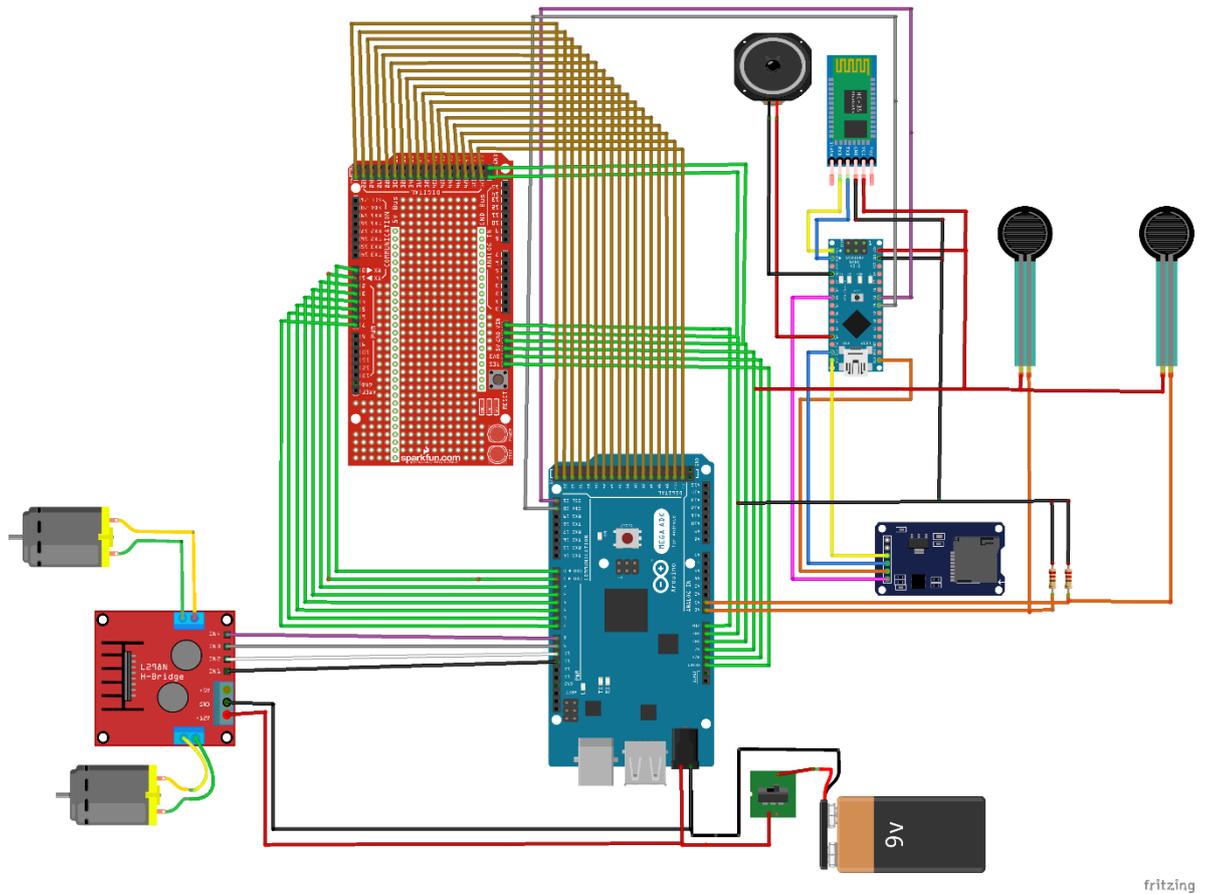


Figura 112. Simulación del Diseño Electrónico

Fuente: Autora

DISEÑO DEL PCB

Para el diseño de *Printed Circuit Board* (PCB, Tarjeta de Circuito Impreso) lo primero que se debe hacer es el esquemático de circuito en donde van a estar presentes cada uno de los módulos que se van a utilizar para saber cuáles son las conexiones apropiadas entre cada módulo para lo que se utilizó el software *Altium Designer* para realizar el trazado de las pistas, en la Figura 113 se indica el diseño

electrónico de todo el circuito, en las siguientes Ilustraciones se indicarán cada una de las secciones de la placa.

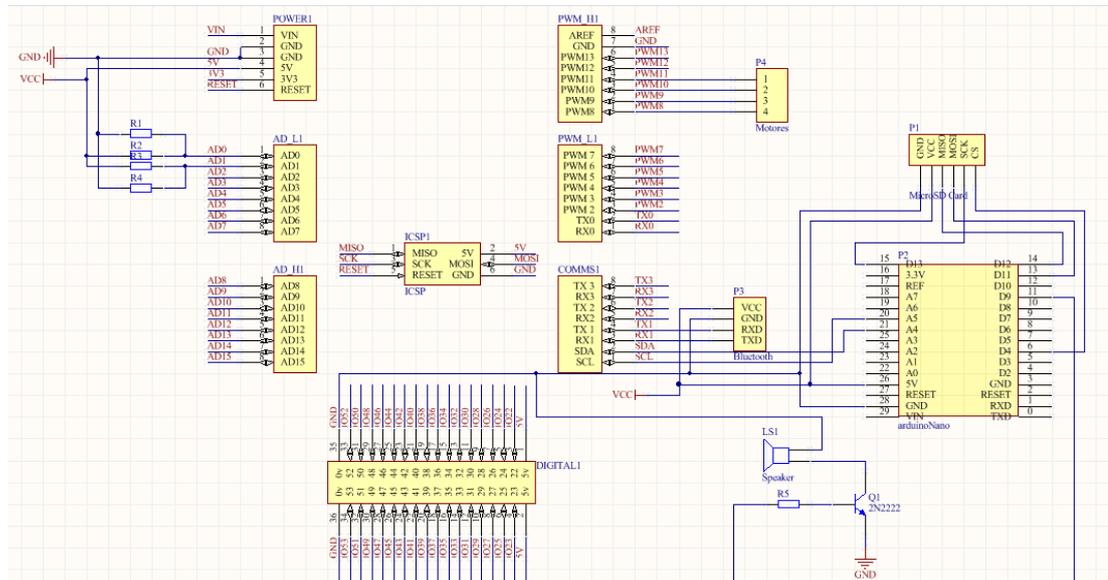


Figura 113. Diseño del PCB

Fuente: *Autora*

Para la conexión de la Pantalla TFT al Arduino Mega se utiliza Mega Shield V1.1, debido a que la Pantalla y Shield vienen con su propia placa electrónica no es necesario diseñar la placa electrónica para estos, lo que permite que su ensamblaje sea sencillo, en la Tabla 3, se indican los pines ocupados por el Mega Shield V1.1

Tabla 6. Pines ocupados por el Mega Shield V1.1

Fuente: *Autora*

Pines de Alimentación	Pines Digitales
	2, 3, 4, 5, 6, 7
VIN	22, 23
GND	24, 25
GND	26, 27
5V	28, 29
3.3V	30, 31
	32, 33
Pines de Comunicación	34, 35
0 RX	36, 37
1 TX	38, 39
50 MISO	40, 41
51 MOSI	42, 43
52 SCK	44, 45
53 CS	46, 47
	48, 49

Debido a que el Shield se conecta en los pines del protocolo *Serial Peripheral Interface* (SPI, Interfaz de periféricos seriales), con lo cual se ocupan los pines *Master Output Slave Input* (MOSI, Salidas de datos del Maestro y entrada de datos del Esclavo), *Master Input Slave Output* (MISO, Salidas de datos del Esclavo y entrada de datos del Maestro), *Serial Clock* (SCK, Reloj de entrada para el canal SPI) *Slave Select* (CS, Esclavo Seleccionado para que SPI funcione), que son los mismos que necesita la MicroSD Card Adapter, para reproducir el audio.wav, por lo que se requiere de otro modulo Arduino en este caso se va a utilizar el Arduino Nano AtMega 328, y para la comunicación entre Arduino se utilizará el protocolo de comunicación *Inter-Integrated Circuit* (I2C, Comunicación Circuito Interintegrado), mediante la conexión de los pines *Serial Data* (SDA, Línea de Datos) y *Serial Clock* (SCL, Línea de Reloj).

Tabla 7. Pines Ocupados en el Arduino Nano

Fuente: *Autora*

Pines Ocupados para AUDIO	Pines de Comunicación
4	TX
9	RX
11	SDA
12	SCL
13	Pines de Alimentación
	VCC, GND

A continuación, se indica la parte del PCB donde se indica la conexión del Audio

Los sensores fuerza resistivo se conectan en los pines analógicos A0 y A1 y se deben conectar con un partidor de tensión para obtener el valor real de la resistencia, en la Figura 5 se indica el esquema de conexión, siendo los sensores fuerza resistivos los representados por las resistencias R2 y R3

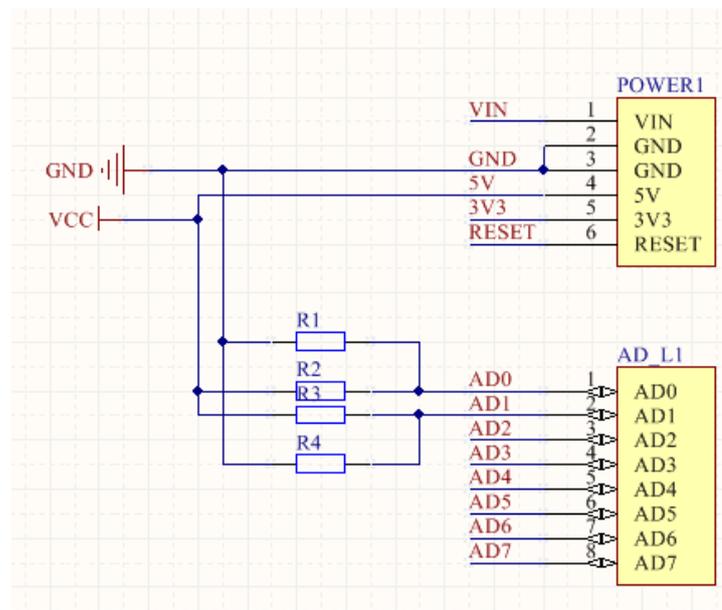


Figura 116. Diseño para los Sensores Fuerza resistivos
Fuente: *Autora*

Desarrollo de la Aplicación Móvil Androide

Para el desarrollo del Software se utilizó el IDE Qt Creator ya que es un software libre e incorpora el SDK de Ubuntu y nos permite crear Aplicaciones Convergentes y Aplicaciones Móviles Androide.

Para su instalación se requiere ir a la página de descargas, y según la versión del Ubuntu y del sistema operativo de la máquina

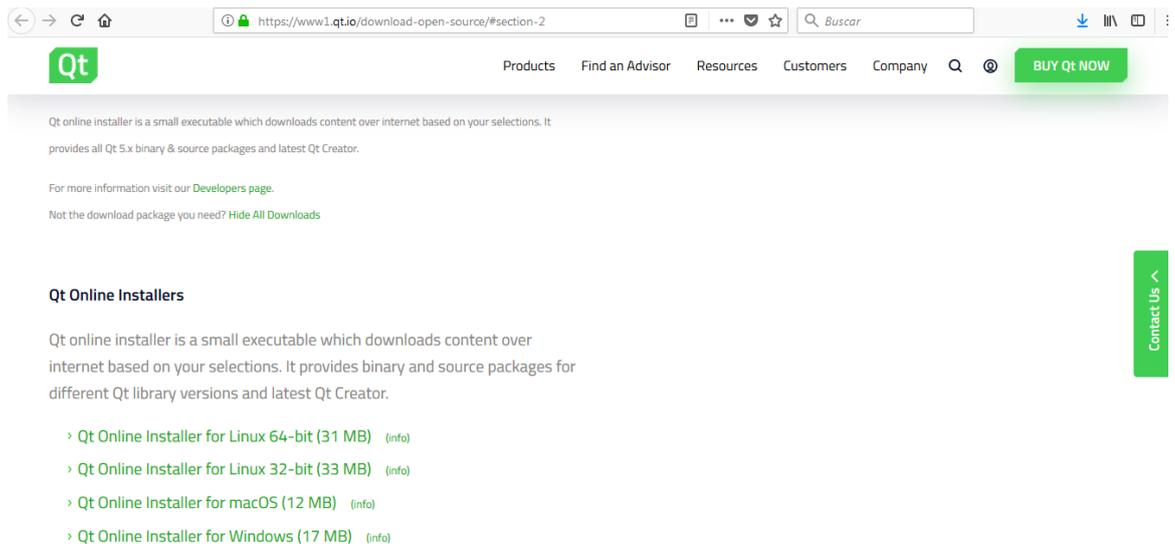


Figura 117. Descarga de Ubuntu

Fuente: *Autora*

Para continuar con la instalación se debe ajustar el permiso, ejecutar el instalador y seguir las instrucciones para completar la instalación se debe ejecutar el siguiente comando:

```
chmod +x qt-opensource-linux-x64-5.7.0.run
```

```
./qt-opensource-linux-x64-5.7.0.run
```

Para la instalación de g++

Se debe ejecutar el siguiente comando:

```
sudo apt-get install build-essential
```

Para instalar los archivos runtime de la librería de fuentes genéricas se debe ejecutar el siguiente comando:

```
sudo apt-get install libfontconfig1
```

Para instalar el KIT de desarrollo de Software SDK, para la descarga del SDK es recomendable que no se encuentre conectado debido a que las clases que lo componen son muy pesadas, cuando ya se ha descargado, se debe escribir los siguientes comandos:

```
sudo apt-get install synaptic
```

Para actualizar los ficheros de las fuentes de Internet escribimos el comando:

```
sudo apt-get update
```

Para añadir bibliotecas a Linux lo que permite que corran los programas de Qt se debe escribir el comando:

```
sudo apt-get install "^libxcb.*" libx11-xcb-dev libglu1-mesa-dev libxrender-dev
```

Para que el SDK sea ejecutable para los usuarios escribir el comando:

```
sudo -s chmod u+x qt-linux-opensource-5.0.2-x86_64-offline.run
```

Para instalar Qt SDK el siguiente comando:

```
sudo -s ./qt-linux-opensource-5.0.2-x86_64-offline.run -style cleanlooks
```

El directorio para instalar es: `/opt/QtSDK`

Para poder ejecutar el SDK: `sudo -s chmod -R 777 /opt/Qt5.0.2`

Para evitar errores al momento de abrir Qt Creator el comando: `sudo -s chmod -R 777 /home/"nombre de usuario"/.config/QtProject`

Se debe proceder a instalar el NDK para lo que se debe descargar, una vez descargado se debe ejecutar el instalador para la instalación de Qt, luego debe seleccionar en la pantalla **Selección de Componentes** y dar clic en **Siguiente**

Luego se podrá abrir Qt Creator y damos clic en **Finalizar**

Finalmente, en Qt Creator debemos dirigirnos a **Herramientas> Opciones> Devices> Androide** agregamos **Android NDK** y las rutas del **SDK** como se aprecia en la Figura 17

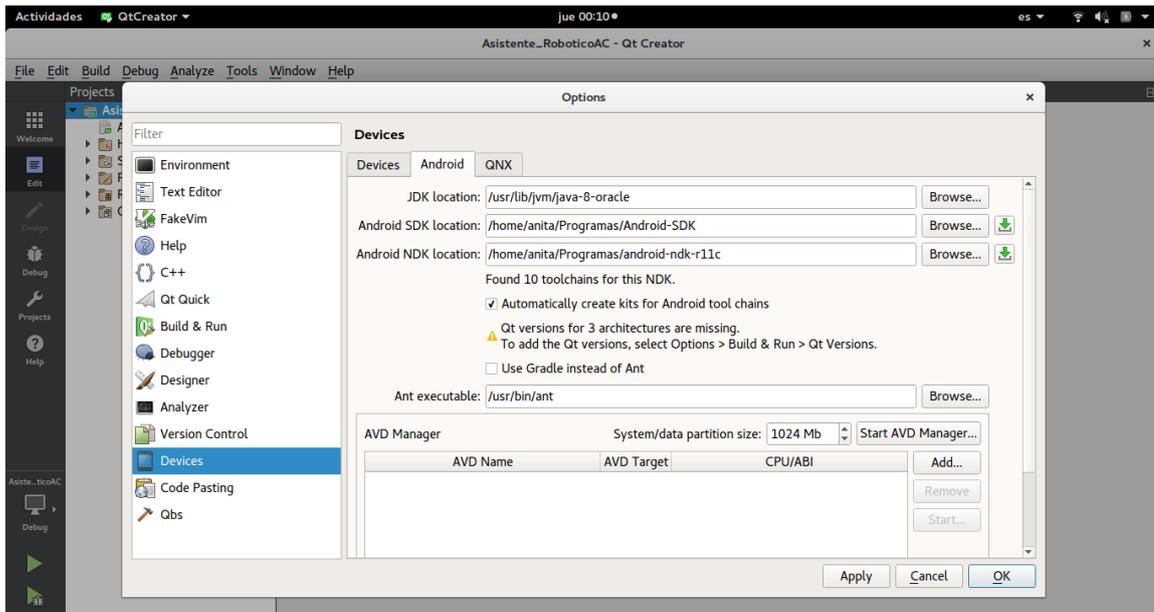


Figura 118. Instalación de los requerimientos necesarios
Fuente: Autora

Una vez instalados todos los requerimientos procedemos a realizar nuestro nuevo proyecto

Figura 119. Creación de un Nuevo Proyecto
Fuente: Autora

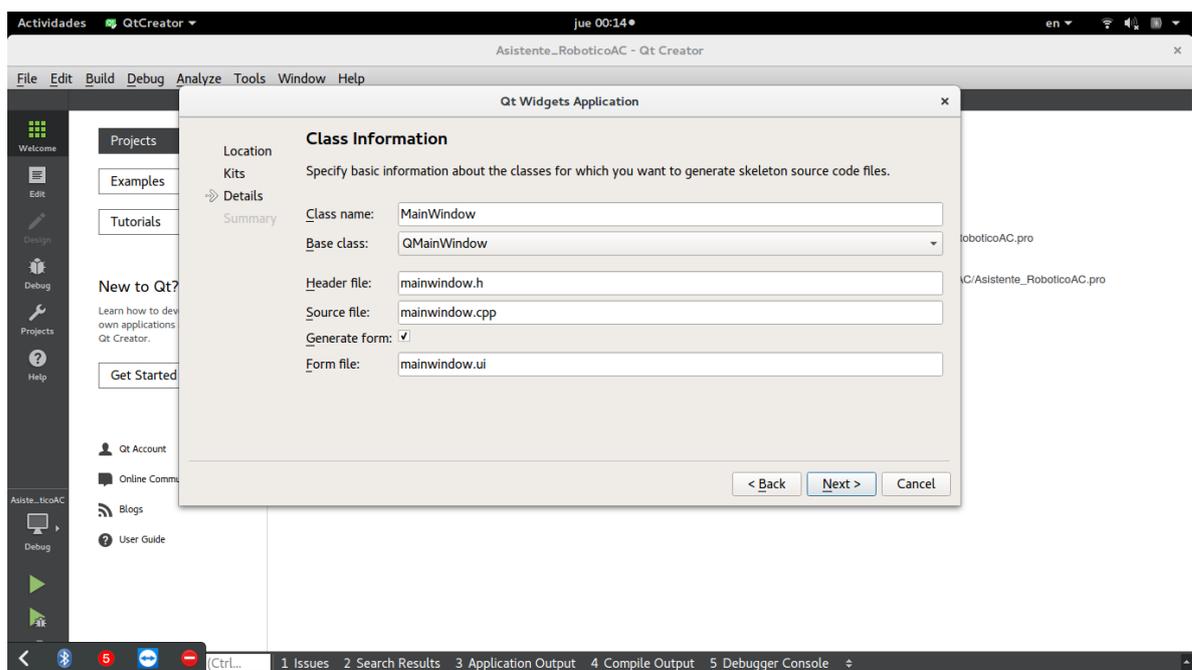
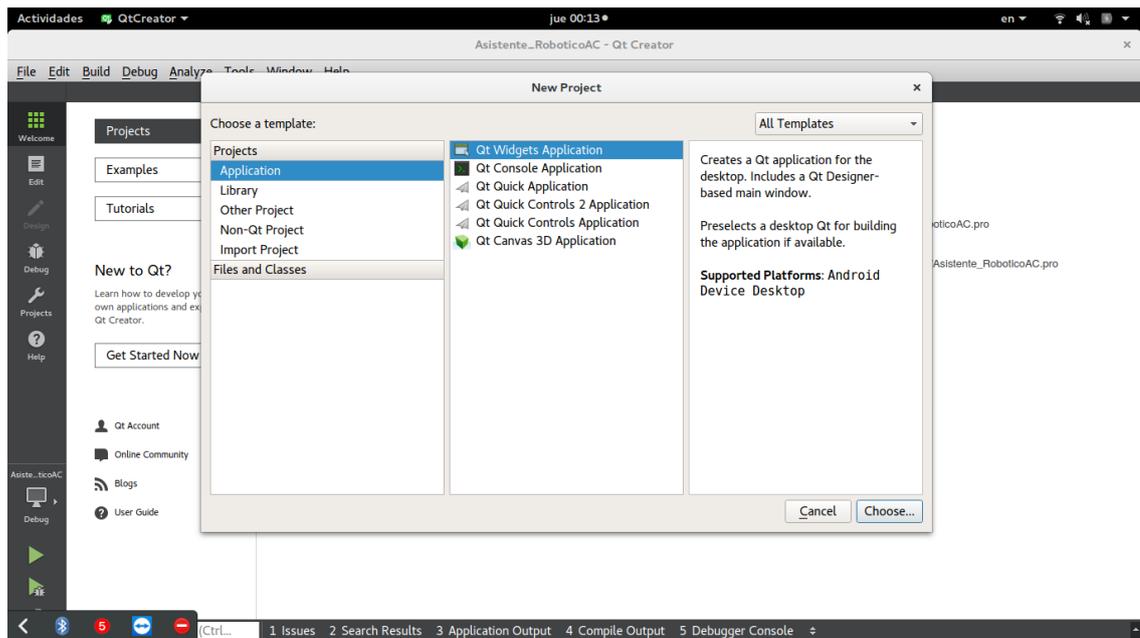
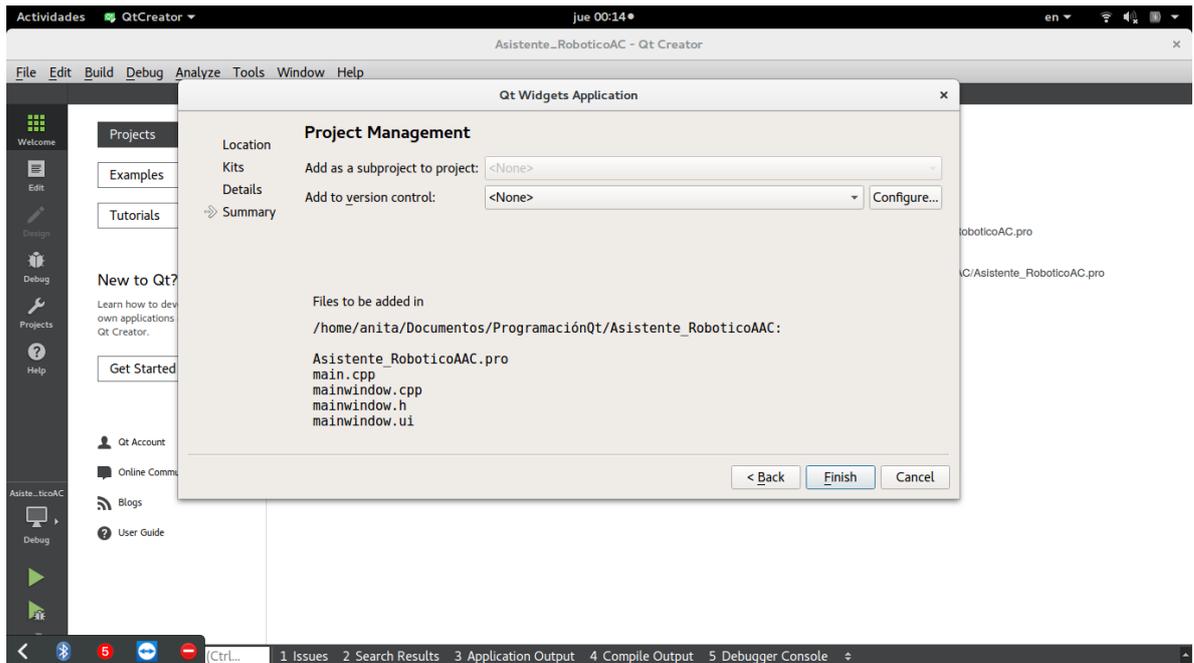


Figura 120. Selección de Dispositivos para el Proyecto

Fuente: *Autora*

Figura 121. Proyecto creado

Fuente: *Autora*



En la parte superior izquierda podemos encontrar las cabeceras, las clases y ambientes gráficos del proyecto que hemos creado y que vamos agregando según lo que nuestro proyecto requiera.

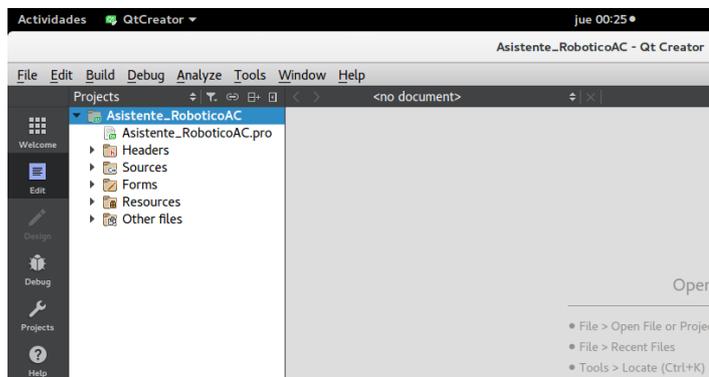


Figura 122. Headers, Sources y Forms del Proyecto

Fuente: *Autora*

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL “AULA DE CIENCIAS PARA NIÑOS”

Para iniciar con la aplicación lo primero que se ha creado es la base de datos, la misma que se guía en la base de datos de la sección 3.

La Base de Datos utilizada es “**QSQLITE**” que permite utilizar acceder a Sqlite desde Qt Creator

```
basededatos.cpp* BaseDatos::desconectar(): bool
7
8 using namespace std;
9
10 BaseDatos::BaseDatos()
11 {
12 }
13 }
14
15 bool BaseDatos::conectar()
16 {
17     bool resul=false;
18     QString nombre="Data.bin";
19     QSqlDatabase::addDatabase("QSQLITE");
20     db.setDatabaseName(nombre);
21     if(db.open())
22     {
23         resul=true;
24     }
25     else{
26         resul=false;
27     }
28     return resul;
29 }
30
31 bool BaseDatos::desconectar()
32 {
33     db.close();
34     return true;
35 }
36
37 void BaseDatos::CrearBase()
38 {
39     conectar();
40
41     //CREACION BASE DE DATOS DOCENTE
```

Figura 123. Creación de la Base de Datos

Fuente: *Autora*

Creación de las Tablas

```
basededatos.cpp* BaseDatos::CrearBase(): void
30
31 bool BaseDatos::desconectar()
32 {
33     db.close();
34     return true;
35 }
36
37 void BaseDatos::CrearBase()
38 {
39     conectar();
40
41     //CREACION BASE DE DATOS DOCENTE
42     QSqlQuery crearTablas;
43     QString tabla_docente="CREATE TABLE IF NOT EXISTS DOCENTE"
44         "("
45         "DOC_CODIGO INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT, "
46         "DOC_NOMBRE VARCHAR NOT NULL, "
47         "DOC_APELLIDO VARCHAR NOT NULL, "
48         "DOC_CORREO VARCHAR NOT NULL, "
49         "DOC_USUARIO VARCHAR NOT NULL, "
50         "DOC_CONTRASENA VARCHAR NOT NULL"
51         ")";
52
53     crearTablas.prepare(tabla_docente);
54     if(crearTablas.exec())
55     {
56         qDebug()<<"Creacion tabla DOCENTE";
57     }
58     else
59     {
60         qDebug()<<"Error al crear tabla DOCENTE:"<<crearTablas.lastError();
61     }
62 }
```

Figura 124. Creación

de la Tabla Docente

Fuente: *Autora*

```
basededatos.cpp* BaseDatos::CrearBase(): void
56     qDebug()<<"Creacion tabla DOCENTE";
57 }
58 else
59 {
60     qDebug()<<"Error al crear tabla DOCENTE:"<<crearTablas.lastError();
61 }
62
63 //CREACION BASE DE DATOS NINO
64 QString tabla_nino="CREATE TABLE IF NOT EXISTS NINO"
65     "("
66     "NIN_CODIGO INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT, "
67     "NIN_ESTADO NUMERICO(1) NOT NULL DEFAULT 0, "
68     "NIN_NOMBRE VARCHAR NOT NULL, "
69     "NIN_APELLIDO VARCHAR NOT NULL, "
70     "NIN_EDAD NUMERICO(2) NOT NULL, "
71     "NIN_ESCUELA VARCHAR NOT NULL, "
72     "NIN_GRUPO VARCHAR NOT NULL "
73     ")";
74
75 crearTablas.prepare(tabla_nino);
76 if(crearTablas.exec())
77 {
78     qDebug() <<"Creacion tabla NINO";
79 }
80 else
81 {
82     qDebug() <<"Error al crear tabla NINO:" <<crearTablas.lastError();
83 }
84 }
```

Figura 125. Creación de la Tabla Niño

Fuente: *Autora*

```
basedatos.cpp* BaseDatos::CrearBase():void
84
85 //CREACION BASE DE DATOS BANCO DE PREGUNTAS
86 QString banco_preguntas="CREATE TABLE IF NOT EXISTS PREGUNTAS"
87     "("
88     "PREG_CODIGO INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT, "
89     "PREG_PREGUNTA VARCHAR NOT NULL, "
90     "PREG_RESPUESTA VARCHAR NOT NULL, "
91     "PREG_TIPO_PREGUNTA VARCHAR NOT NULL, "
92     "PREG_MUNDO VARCHAR NOT NULL, "
93     "PREG_IMAGEN VARCHAR, "
94     "PREG_ESTADO NUMERICO(1) NOT NULL "
95     ")";
96
97 crearTablas.prepare(banco_preguntas);
98 if(crearTablas.exec())
99 {
100     qDebug() <<"Creacion tabla PREG";
101 }
102 else
103 {
104     qDebug() <<"Error al crear tabla PREG:" <<crearTablas.lastError();
105 }
106
107 //CREACION BASE DE DATOS RESPUESTAS
108 QString respuesta="CREATE TABLE IF NOT EXISTS RESPUESTAS"
109     "("
110     "RESP_CODIGO INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT, "
111     "RESP_DETALLE VARCHAR(50), "
112     "RESP_PREG_CODIGO INTEGER NOT NULL, "
113     "FOREIGN KEY (RESP_PREG_CODIGO) REFERENCES PREGUNTAS(PREG_CODIGO) "
114     ")";
115
116 crearTablas.prepare(respuesta);
117 if(crearTablas.exec())
118 {
```

Figura 126. Creación de las Tablas Preguntas y Respuestas

Fuente: *Autora*

```
basedatos.cpp* BaseDatos::CrearBase():void
125
126 //CREACION BASE DE DATOS SESION
127 QString sesion="CREATE TABLE IF NOT EXISTS SESION"
128     "("
129     "SES_CODIGO INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT, "
130     "SES_FECHA VARCHAR NOT NULL, "
131     "SES_DOC_CODIGO INTEGER NOT NULL, "
132     "SES_NIN_CODIGO INTEGER NOT NULL, "
133     "FOREIGN KEY (SES_DOC_CODIGO) REFERENCES DOCENTE(DOC_CODIGO), "
134     "FOREIGN KEY (SES_NIN_CODIGO) REFERENCES NINO(NIN_CODIGO) "
135     ")";
136
137 crearTablas.prepare(sesion);
138 if(crearTablas.exec())
139 {
140     qDebug() <<"Creacion tabla SESION";
141 }
142 else
143 {
144     qDebug() <<"Error al crear tabla SESION:" <<crearTablas.lastError();
145 }
146
147 //CREACION BASE DE DATOS SESION_BANCO (intermedia)
148 QString sesion_banco="CREATE TABLE IF NOT EXISTS SESION_BANCO"
149     "("
150     "SBAN_CODIGO INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT, "
151     "SBAN_SES_CODIGO INTEGER NOT NULL, "
152     "SBAN_RESP_CODIGO INTEGER NOT NULL, "
153     "FOREIGN KEY (SBAN_SES_CODIGO) REFERENCES SESION(SES_CODIGO), "
154     "FOREIGN KEY (SBAN_RESP_CODIGO) REFERENCES RESPUESTAS(RESP_CODIGO) "
155     ")";
156
157 crearTablas.prepare(sesion_banco);
158 if(crearTablas.exec())
159 {
```

Figura 127. Creación de las Tablas Sesión y Sesión Banco

Fuente: *Autora*

```
basedatos.cpp* BaseDatos::CrearBase(): void
292 }
293 }
294 bool BaseDatos::selectPreguntaI(QString pregunta, QString imagen)
295 {
296     QSqlQuery sql;
297     QString data = "SELECT PREG_CODIGO FROM PREGUNTAS "
298                 "WHERE PREG_PREGUNTA LIKE '"+pregunta+"' "
299                 "AND PREG_IMAGEN LIKE '"+imagen+"'";
300     sql.prepare(data);
301     if(sql.exec()){
302         while(sql.next()){
303             qDebug() << "ok" << sql.value(0).toString();
304         }
305         return true;
306     }else{
307         qDebug() << "Error en la Sentencia" << endl;
308     }
309     return false;
310 }
311
312 QStringList BaseDatos::nombre_nino(QString idDocente)
313 {
314     qDebug() << "I: " << idDocente;
315     conectar();
316     QStringList res;
317     QSqlQuery sql;
318     QString data = "SELECT NIN_NOMBRE, NIN_APELLIDO "
319                 "FROM NINO, DOCENTE, SESION "
320                 "WHERE NIN_CODIGO = SES_NIN_CODIGO "
321                 "AND DOC_CODIGO = SES_DOC_CODIGO "
322                 "AND DOC_CODIGO = '"+idDocente+"' "
323                 "GROUP BY NIN_NOMBRE, NIN_APELLIDO ";
324     sql.prepare(data);
325     if(sql.exec()){
```

Figura 128. Método para llamar las preguntas ingresadas en la base

Fuente: *Autora*

```
basedatos.cpp* BaseDatos::CrearBase(): void Line: 114, Col: 27
372 }
373 }
374 bool BaseDatos::ingBANCO_PREGUNTAS_Auto()
375 {
376     conectar();
377     bool resul=false;
378     QSqlQuery insertPregunta;
379     qDebug() << "Ingreso a las preguntas" << endl;
380     //PREGUNTAS DE UNIR CON LINEAS (1)
381     QString insert="INSERT INTO PREGUNTAS ( PREG_PREGUNTA, PREG_RESPUESTA, PREG_TIPO_PREGUNTA, PREG_MUNDO, PREG_IN
382     QString selectInsert = "SELECT * "
383                 "FROM PREGUNTAS "
384                 "WHERE PREG_PREGUNTA like 'TOMAS ALVA EDISON' ";
385     insertPregunta.prepare(selectInsert);
386     insertPregunta.exec();
387     int i = 0;
388     while (insertPregunta.next()) {
389         i++;
390     }
391     if (i == 0) {
392         insertPregunta.prepare(insert);
393         if(insertPregunta.exec()){
394             qDebug() << "Ingreso exitoso" << endl;
395         }else{
396             qDebug() << "Error" << insertPregunta.lastError();
397         }
398     }
399     else {
400         qDebug() << "La pregunta ya esta ingresada" << endl;
401     }
}
```

Figura 129. Creación de una nueva pregunta

Fuente: *Autora*

Programación Pantallas de Inicio de Sesión, Registro de Estudiantes, Docentes y Reportes

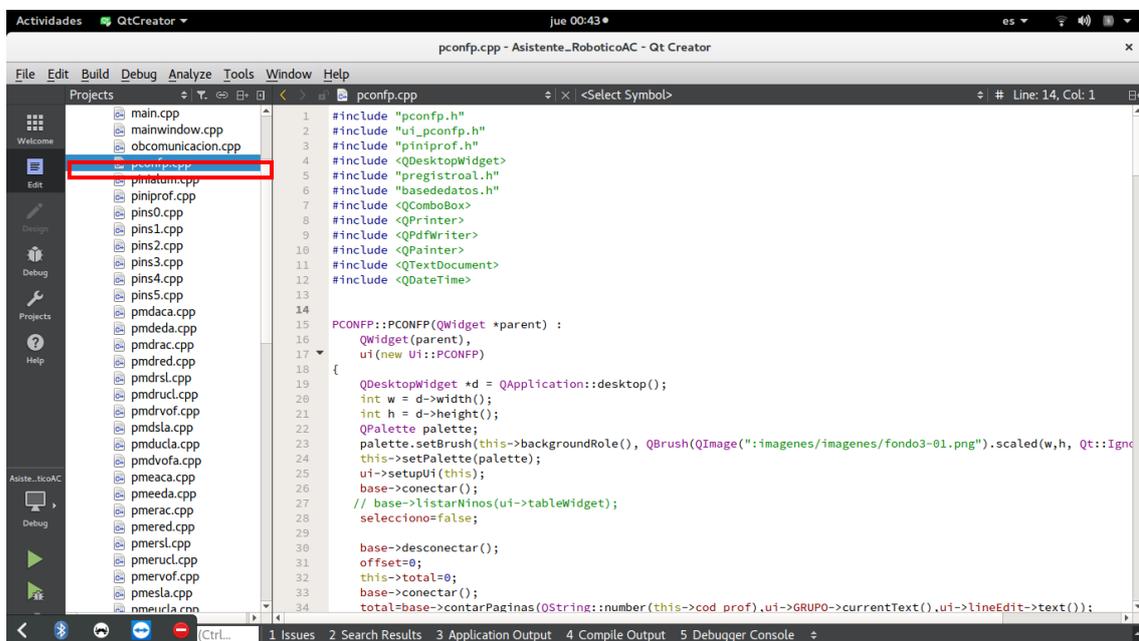


Figura 130. Pantalla Reportes de Estudiantes

Fuente: *Autora*

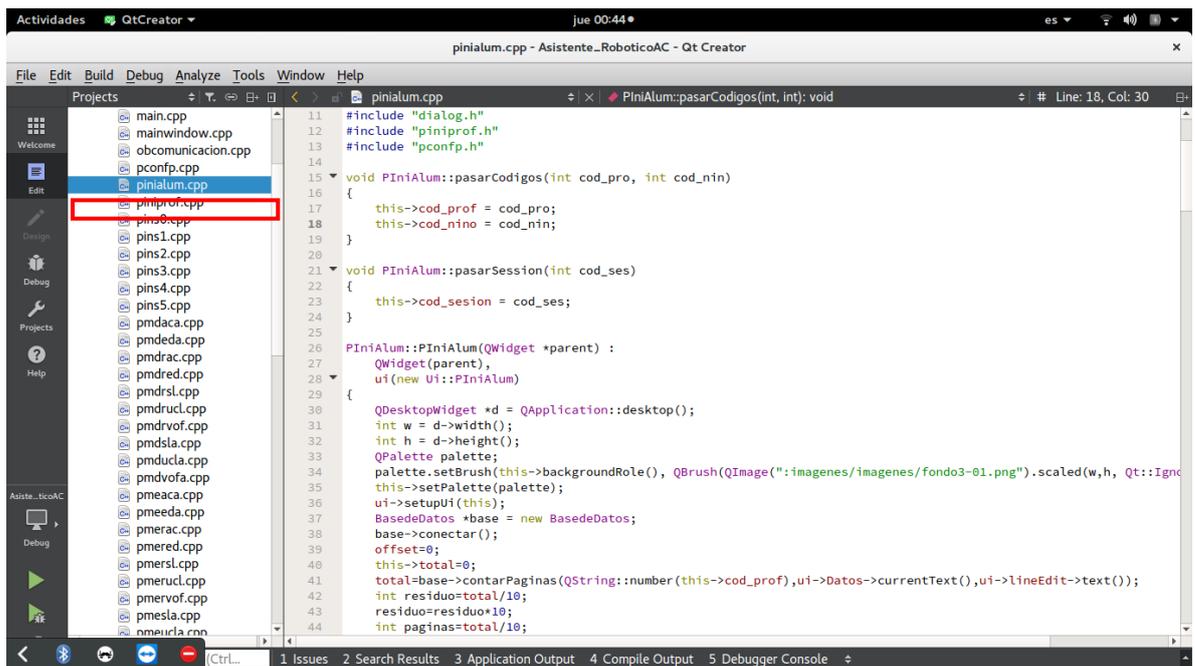
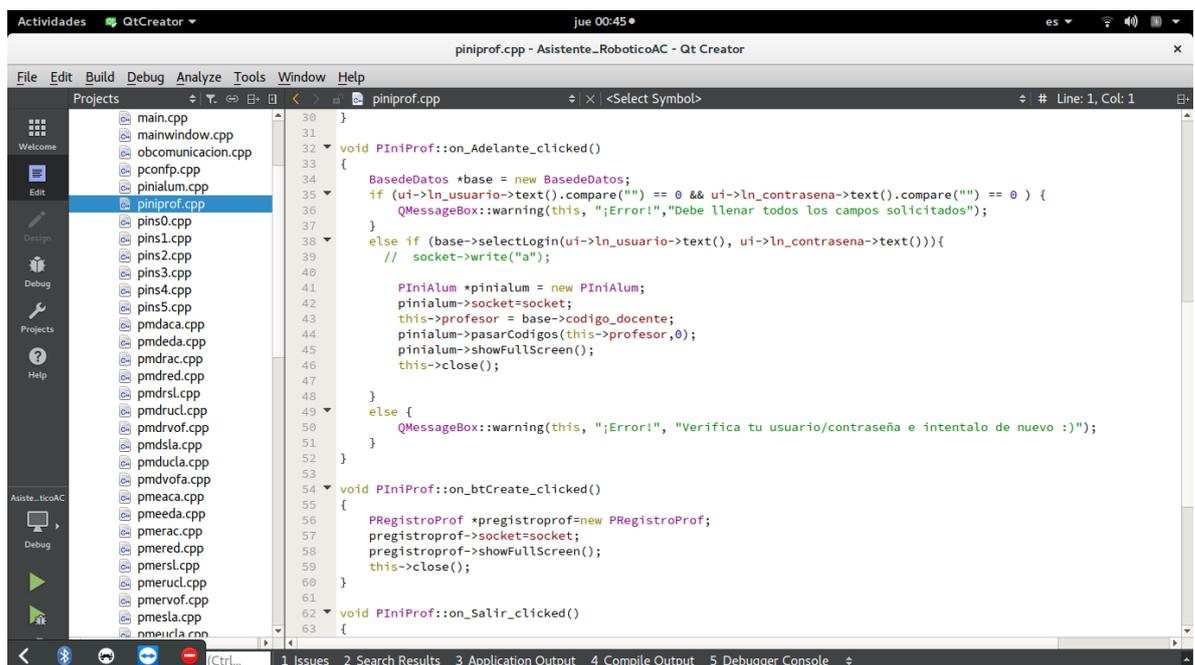


Figura 131. Pantalla Inicio de Sesión Docente

Fuente: *Autora*



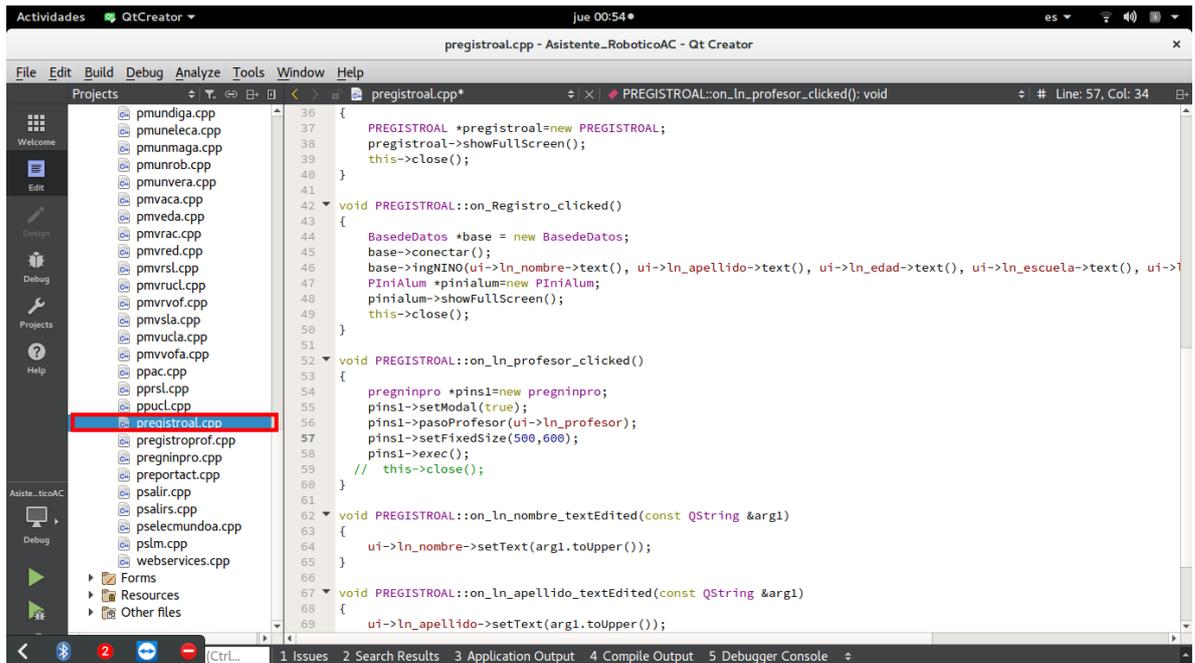


Figura 132. Pantalla de Registro de Alumnos

Fuente: *Autora*

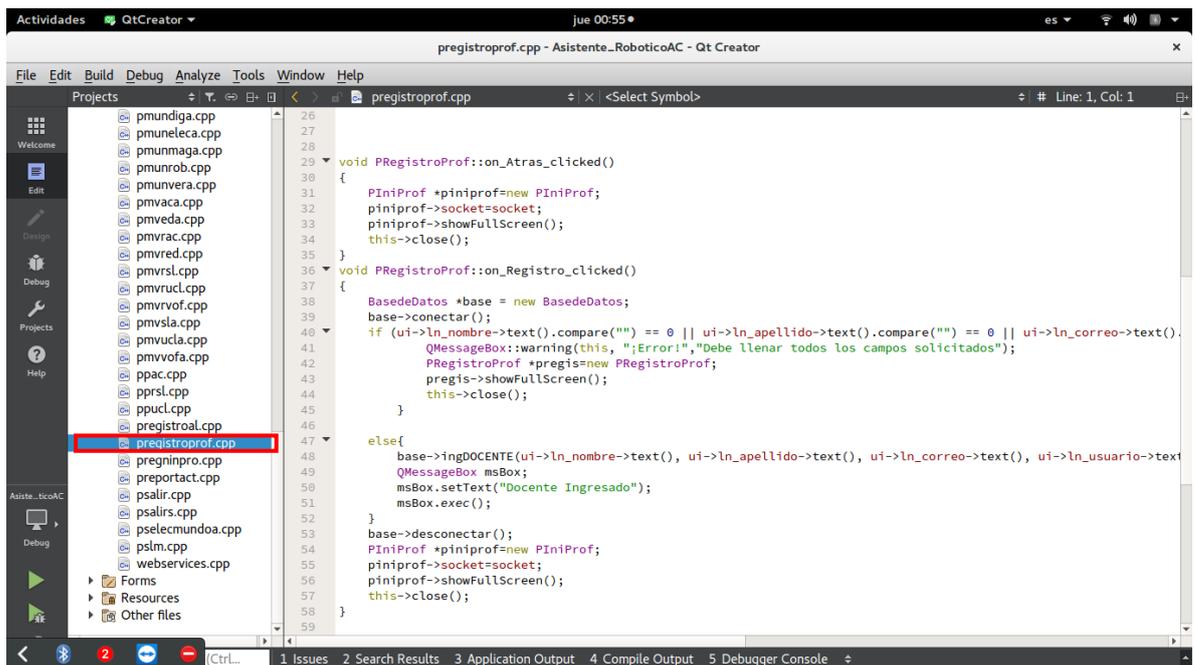


Figura 133. Pantalla de Registro de Docentes

Fuente: *Autora*

Pantallas de Programación de las Actividades por Mundos

Para nombrar a cada una de estas pantallas se nombra de la siguiente manera:

P: Pantalla

M: Mundo

D, E, M, V: Digital, Eléctrico, Magnético, Verde

ACA: Arrastre y Complete

EDA: Enreda Desenreda

SLA: Sopa de Letras o Encuentra palabras

UCLA: Unir con Lineas o Arrastre y Una

VOFA: Verdadero o Falso

Como se indica en la Figura 37 en la parte izquierda, las clases que se encuentran con el recuadro rojo

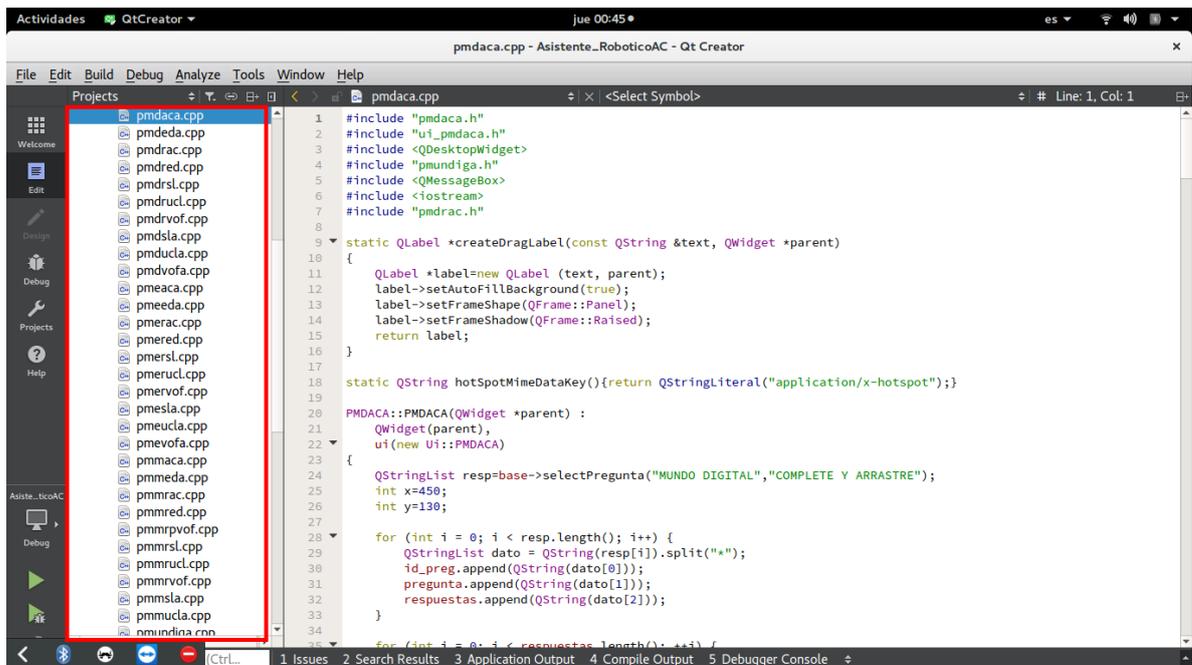


Figura 134. Pantallas de las Actividades por Mundos

Fuente: *Autora*

Para crear los métodos y variables globales que se utilizarán en cada una de las clases, trabajamos en las cabeceras o **Headers** (archivos.h), como se indica en las Figuras 135 y 136

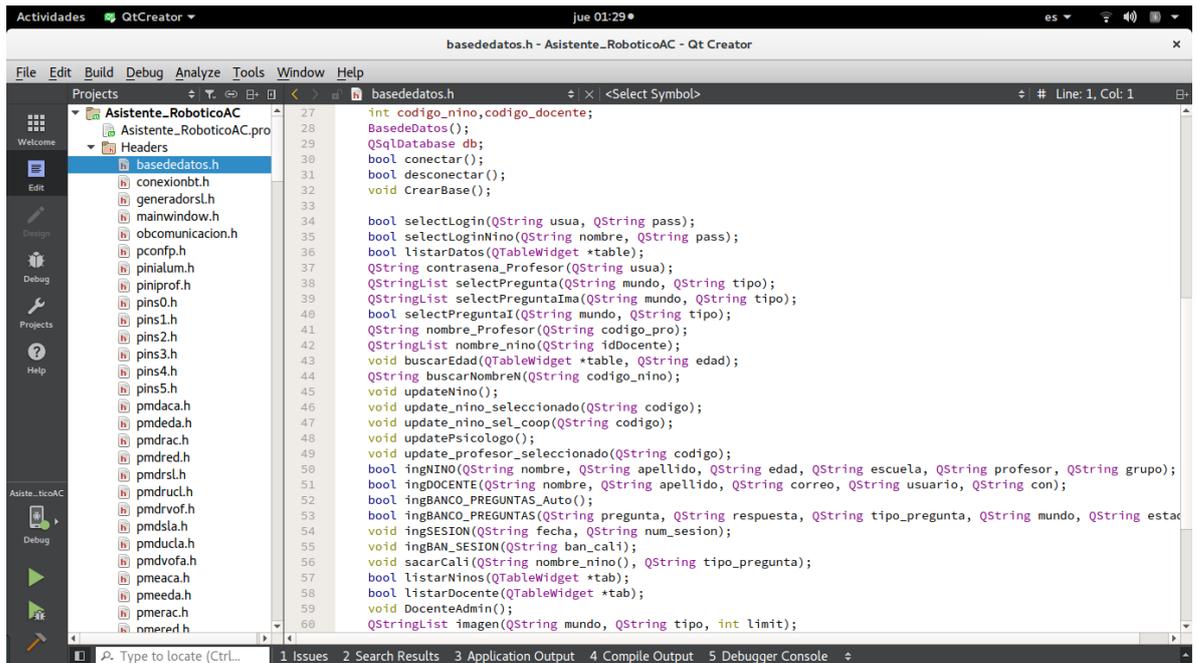


Figura 135. Creación de Métodos

Fuente: *Autora*

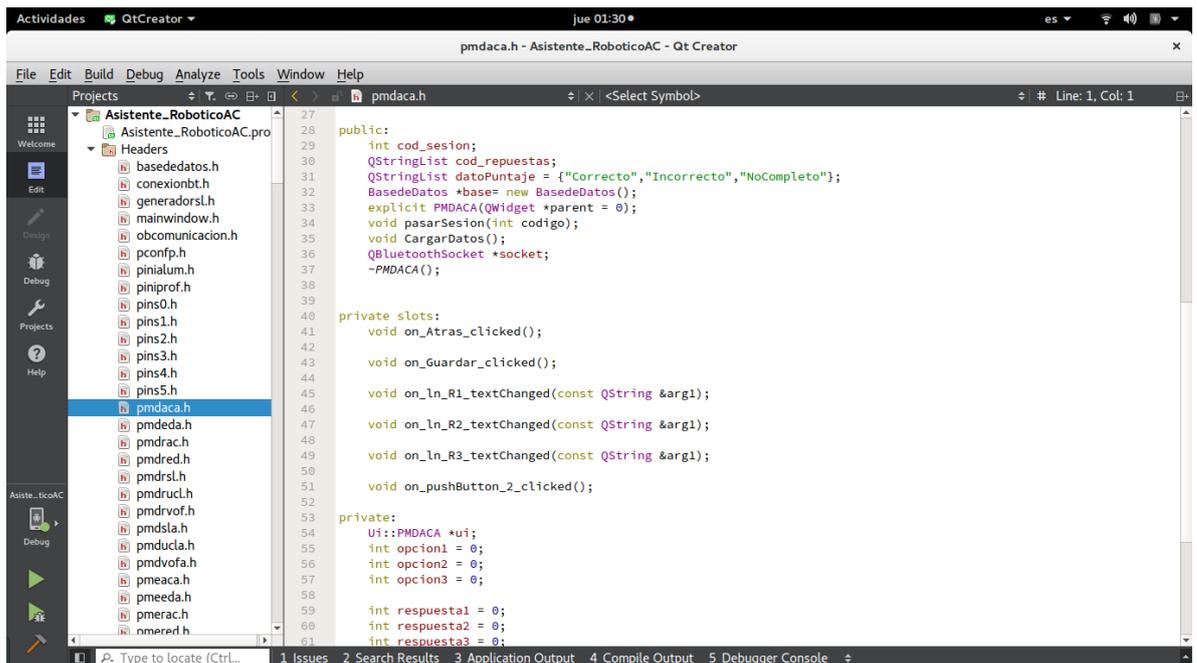


Figura 136. Creación de Métodos y Variables Globales

Fuente: *Autora*



Figura 137. Pantalla Ambiente Gráfico
Fuente: *Autora*

En lo que se refiere al ambiente gráfico lo encontramos en los Forms (archivos.ui) un ejemplo de esto se encuentra en la figura 137 ya que como se puede ver en la parte izquierda tiene los menús de elementos disponibles para realizar el diseño de nuestras ventanas con el recuadro rojo, en la parte derecha se encuentran los elementos que estamos utilizando en el orden que hayamos seleccionado con el recuadro amarillo.

Para compilar el proyecto nos dirigimos a la parte inferior izquierda en el icono de la computadora señalado con el recuadro de color verde como se indica en la figura 40 si queremos compilar en Desktop y le damos clic en Compilar en el ícono del recuadro azul

Ahora para compilar en Androide debemos escoger la opción **Android for Armebi-v7A (GCC 4.9, Qt 5.8.0)** y nos aparecerá el ícono de un móvil encerrado en el recuadro de color verde posteriormente le damos clic en Compilar en el ícono del recuadro azul como se indica en la figura 138



Figura 138. Selección de Dispositivo para Compilar
Fuente: *Autora*

Debido a que se tienen 20 pantallas de la programación de las actividades se ha representado con algunas figuras 134, 135 y 137 en la parte izquierda podemos encontrar todos los **headers**, **clases** y **forms** de estas pantallas, para entender mejor esta programación la podemos encontrar en el archivo *Asistente_RoboticoAC.zip*