

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 INVESTIGATIVO:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASISTENTE ROBÓTICO
HUMANOIDE PARA EL SOPORTE DE TERAPIA DE
LENGUAJE EN NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS CON DISLALIA”**

AUTORA:

VERÓNICA CRISTINA VELÁSQUEZ ANGAMARCA

TUTOR:

ING. VLADIMIR ROBLES BYKBAEV, PhD.

CUENCA - ECUADOR

2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Verónica Cristina Velásquez Angamarca con documento de identificación N° 0302249792, 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 Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASISTENTE ROBÓTICO HUMANOIDE PARA EL SOPORTE DE TERAPIA DE LENGUAJE EN NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS CON DISLALIA”**, 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, julio del 2019



Verónica Cristina Velásquez Angamarca

C.I. 0302249792

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASISTENTE ROBÓTICO HUMANOIDE PARA EL SOPORTE DE TERAPIA DE LENGUAJE EN NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS CON DISLALIA”**, realizado por Verónica Cristina Velásquez Angamarca, obteniendo el *Proyecto Técnico con enfoque investigativo* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, julio del 2019



Ing. Vladimir Robles Bykbaev, PhD

C.I. 0300991817

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Verónica Cristina Velásquez Angamarca con documento de identificación N° 0302249792, autora del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASISTENTE ROBÓTICO HUMANOIDE PARA EL SOPORTE DE TERAPIA DE LENGUAJE EN NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS”**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico con enfoque investigativo*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, julio del 2019



Verónica Cristina Velásquez Angamarca

C.I.0302249792

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por darme salud y fortaleza para culminar mis estudios, ya que sin él no hubiese podido alcanzar mi meta, a mis padres, hermanos, sobrinos.

De manera infinita a mi tutor Ingeniero Vladimir Robles por guiar mi trabajo de titulación y confiar en mí, por todo su apoyo incondicional y capacidad para guiar mis ideas, no solamente en trayecto de este trabajo, sino también en mi formación como profesional, además por la paciencia que me ha tenido al momento de cualquier equivocación, gracias ingeniero por su aprecio, por ser una buena persona y un buen amigo.

Quiero agradecer a Kevin por estar presente en cada paso dado, durante el desarrollo de esta tesis y estar siempre ahí para apoyarme, gracias por tenerme paciencia en todo momento, por su tiempo dedicado y aportar con su granito de arena. A la licenciada Adriana León, Vivi, Pao por su apoyo, confianza, por aportar con ideas en la ejecución de mi trabajo. De igual manera agradezco al Doctor David Krupke por sus observaciones y recomendaciones que me supo dar.

Carlitos gracias por extenderme su mano, brindarme su apoyo cuando lo necesite. A todos los que conforman el grupo GIIATa, Eco. Naty, Ing. Efrén, Dra. Yaros, Anita y a los que forman parte de los centros CDI Municipal y CEIAP por abrirme las puertas para poder validar mi trabajo.

Verónica Cristina Velásquez Angamarca

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Juan e Hilda quienes son un pilar fundamental en mi vida, ya que sin su ayuda y esfuerzo no hubiese logrado alcanzar esta meta, gracias padres por corregir mis errores, por estar presentes en cada paso durante todo el trayecto de mi vida, gracias por levantarme de todas mis caídas, por guiarme por un buen camino, por educarme para ser cada vez mejor y darme ejemplos dignos de superación, humildad y sacrificio. Todo lo que hoy soy es gracias a ustedes, por eso doy gracias Dios por darme a los mejores padres del mundo.

A mis hermanos, sobrinos, cuñados, abuelos y familia por sacarme sonrisas en momentos duros y apoyarme cuando más lo necesite.

De igual manera dedico mi tesis al Ing. Vladimir Robles por lo mucho que esperaba ver este proyecto funcionando y por hacerme participe de muchos eventos para poder exponer y dar a conocer el proyecto FONA.

Verónica Cristina Velásquez Angamarca

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS	VII
GLOSARIO	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN	XI
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO	XIII
JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES)	XIV
OBJETIVOS	XVI
OBJETIVO GENERAL	XVI
OBJETIVOS ESPECÍFICO	XVI
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O ESTADO DEL ARTE.....	1
1.1 Fundamentos de la dislalia	1
1.1.1 Causas de la dislalia	2
1.1.2 Clasificación de la dislalia.....	2
1.2 Aspectos básicos de la terapia de lenguaje	5
1.3 Revisión de los principales trastornos de la comunicación.....	8
1.3.1 Trastornos del habla	9
1.3.2 Trastornos de la voz	9
1.3.3 Trastornos del desarrollo del lenguaje	9
1.3.4 Trastornos adquiridos del lenguaje	10
1.3.5 Trastornos en la adquisición y desarrollo del lenguaje	10
1.3.6 Alteraciones del lenguaje y la comunicación asociada a síndromes complejos.	10
1.4 Estado del arte sobre asistentes robóticos para el soporte en la terapia de lenguaje	11
CAPÍTULO 2: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ASISTENTE ROBÓTICO	15
2.1 Diseño 3D de la estructura del robot.....	15
2.2 Diseño del circuito electrónico.....	20

2.3 Sistema de comunicación de periféricos y sensores	27
2.4 Programación del reconocimiento de voz mediante la API	28
2.5 Ensamblaje del asistente robótico	30
CAPÍTULO 3: EXPERIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	33
3.1 Diseño del plan de experimentación	33
3.2 Ejecución del plan de experimentación.....	34
3.3 Análisis de los resultados	35
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	42
4.1 Conclusiones	42
4.2 Trabajo Futuro.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
APÉNDICES.....	48
Apéndice A: Encuestas	48
APÉNDICE A.1: DISEÑO DE LA ENCUESTA APLICADO A ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY	48
APÉNDICE A.2: DISEÑO DE LA ENCUESTA APLICADO A NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS	57
Apéndice B: EVALUACIONES	63
APÉNDICE B.1: FICHA DE EVALUACIÓN PARA NIÑOS CON TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN DEL CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL	63
APÉNDICE B.2: FICHA DE EVALUACIÓN PARA NIÑOS CON TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN DEL CEIAP	67
APÉNDICE B.3: FICHA DE EVALUACIÓN ELCE	69
APÉNDICE C: EVALUACIÓN DEL RECONOCIMIENTO DE VOZ	71
APÉNDICE D: FOTOGRAFÍAS DE LA VALIDACIÓN DEL ASISTENTE ROBÓTICO	72
APÉNDICE E: EXPOSICIÓN DEL PROYECTO.....	73
APÉNDICE F: MANUAL DE USUARIO	74
APÉNDICE G: ANÁLISIS ECONÓMICO.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ejercicio soplo de bolitas de papel</i>	6
Figura 2 <i>Ejercicio soplo de vela</i>	6
Figura 3 <i>Movimiento circular de la lengua</i>	7
Figura 4 <i>Estimulación de mejillas</i>	7
Figura 5 <i>Ejercicio de labios</i>	8
Figura 6 <i>Speltra</i>	11
Figura 7 <i>Asistente Robótico RAMSES</i>	12
Figura 8 <i>COCO robot humanoide</i>	13
Figura 9 <i>Robot Bioloid</i>	13
Figura 10 <i>Aspecto del asistente robótico</i>	15
Figura 11 <i>Niveles de percepción de los voluntarios con respecto al asistente robótico</i>	16
Figura 12 <i>Niveles de percepción de los voluntarios con respecto de las secuencias de actividades y la utilidad del asistente robótico</i>	17
Figura 13 <i>Niveles de percepción del aspecto del asistente robótico</i>	18
Figura 14 <i>Preferencia de colores</i>	18
Figura 15 <i>Diferentes expresiones del asistente robótico</i>	19
Figura 16 <i>Apariencia del segundo prototipo</i>	20
Figura 17 <i>Arquitectura del Asistente Robótico</i>	21
Figura 18 <i>Diagrama electrónico FONA</i>	22
Figura 19 <i>Esquema electrónico del Asistente Robótico</i>	23
Figura 20 <i>Esquema de conexión de la comunicación serial Raspberry y Arduino</i> ...	24
Figura 21 <i>Esquema de conexión amplificador de audio PAM8403</i>	24
Figura 22 <i>Esquema de conexión Raspberry Pi y Pantalla Touch</i>	25
Figura 23 <i>Diseño del Esquemático del circuito electrónico</i>	26
Figura 24 <i>Pistas de la placa electrónica</i>	27
Figura 25 <i>Figura 25. Comunicación I2C (arduino-driver) y Serial (arduino-raspberry)</i>	28
Figura 26 <i>Comunicación I2C arduino y driver</i>	28
Figura 27 <i>Diagrama de bloques para el reconocimiento de voz mediante API</i>	29
Figura 28 <i>Entorno gráfico en Cura para modelado 3D</i>	30
Figura 29 <i>Partes del asistente robótico impresas</i>	31

Figura 30 Asistentes robóticos	32
Figura 31 Gráficas del avance de los niños del CDI en los fonemas	36
Figura 32 Tiempo de atención en las sesiones de terapia.....	37
Figura 33 Gráficas del avance de los niños del CEIAP en los fonemas	39
Figura 34 Gráficas de barras sobre la efectividad del reconocimiento de voz	41
Figura 35 Validación e interacción del/con asistente robótico	72
Figura 36 Exposición del asistente robótico a docentes y estudiantes de maestría de Saint Ambrose University de Estados Unidos.....	73
Figura 37 Encendido del asistente robótico para su correcto funcionamiento	75
Figura 38 Botón de activación de la caminata del robot	75
Figura 39 Botón de activación para el led	76
Figura 40 Ubicación del botón de la activación de baile	76
Figura 41 Ubicación de los sensores de presión.....	77
Figura 42 Ubicación de los parlantes para la salida de audio.....	77
Figura 43 Selección de botones para la realización de ejercicios.....	78
Figura 44 Instrucción para la actividad de reproducción de fonema aislado	79
Figura 45 Selección de correcto e incorrecto	79
Figura 46 Menú de ejercicios.....	80
Figura 47 Reproducción de sílabas.....	80
Figura 48 Selección de correcto e incorrecto	81
Figura 49 Actividad que se encuentra dentro del ejercicio palabras	81
Figura 50 Instrucción para actividad de arrastre.....	82
Figura 51 Selección para ingresar a cuento pictográfico	82
Figura 52 Instrucción para escuchar cuento y selección de imagen	83
Figura 53 Instrucción para escuchar la orden que emite el robot	84
Figura 54 Instrucción para escuchar de forma aleatoria las frases	84
Figura 55 Opción para ingresar al reconocimiento de voz	85
Figura 56 Opción para regular el volumen del asistente robótico	86
Figura 57 Apagado de la aplicación	86
Figura 58 Apagado general de todo el sistema	87
Figura 59 Flujo de caja escenario pesimista	92
Figura 60 flujo de caja escenario neutrala	93
Figura 61 Flujo de caja escenario óptimo	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Adquisición Fonética	2
Tabla 2 Intervención Fonética en los niños del CDI Municipal “27 de Febrero”	37
Tabla 3 Intervención Fonética en los niños del CEIAP de la Universidad del Azuay	40
Tabla 4 Costos directos para la construcción del robot.....	88
Tabla 5 Costos indirectos para la construcción del robot.....	89
Tabla 6 Estado de cuenta.....	89

GLOSARIO

TEL: Trastorno Específico del Lenguaje

SLT: Terapeuta del Habla y el Lenguaje

UNICEF: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

GIATa: Grupo de Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia

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

API: Interfaz de Programación de Aplicaciones

CCD: Dispositivo de carga acoplada

PAM: Modulación por amplitud de pulsos

TFT: Transistor de película delgada

PCB: Print Circuit Board

PWM: Modulación por ancho de pulsos

I2C: Inter-Circuitos Integrados

CDI: Centro de Desarrollo Infantil

CEIAP: Centro de Estimulación Integral y Apoyo Psicoterapéutico

OMS: Organización Mundial de la Salud

dB: Decibelios

RESUMEN

“Hoy en día los trastornos de la comunicación afectan a millones de personas en todo el mundo. Esta situación es una realidad aún desarrollada países como los Estados Unidos de América (40 millones personas en general), en Reino Unido (1 millón de niños), en Australia (1.1 millones), entre muchos otros. Sin embargo, en varios países sudamericanos, como en el Ecuador, ni siquiera hay estadísticas comparativas sobre el número de niños que presentan diferentes trastornos de la comunicación. Pero cada año cientos de niños se incorporan a las escuelas con diferentes dificultades, de las cuales las más común es la dislalia. Por estas razones, en este trabajo, presentar un nuevo enfoque para involucrar a los niños a participar en terapias con el apoyo de un asistente robótico” [1].

En virtud de lo expuesto, este proyecto está enfocado en Diseñar y Construir un Asistente Robótico Humanoide para el soporte de terapia de lenguaje en niños de 3 a 6 años con dislalia. El robot muestra diferentes ejercicios de terapia tales como pronunciación del fonema aislado, sílabas, palabras, discriminación fonética de palabras, cuentos pictográficos, entre otros. Para la validación de este trabajo se realizó sesiones de terapia en centros preescolares en los cuales se ejecutó un análisis comparativo de terapia con el robot y sin el robot lo que permite evaluar el tiempo de atención, de motivación y avance en los diferentes fonemas.

En el capítulo 3 se puede observar los resultados obtenidos al aplicar el asistente robótico, los cuales muestran que la implementación del mismo en las sesiones de terapia se constituye en una herramienta que permite mejorar de forma efectiva procesos de intervención terapéutica no solo en niños con dislalia, sino en aquellos que a más de este trastorno tienen discapacidad.

ABSTRACT

“Nowadays the communication disorders affect millions of people all around the world. This situation is a reality that develops in many countries like United State (40 million persons in general), in United Kingdom (one million of children), in Australia (1.1 millions), among many others. However, in several South Americans countries such as Ecuador, there are not even comparative statistics about the number of children that have communications disorders. But every year, hundreds of children are incorporated in schools with different difficulties, which the most common is the dyslalia. For this reason, this project presents a new focus to involucre children into therapies with the support of robotic assistant”[1].

In view of the foregoing, this project is focusing to Design and Build a Humanoid Robotic Assistant for the support of language therapies for 3 to 6 years old children with dyslalia. The robot show different therapy exercises such like pronunciation of isolated phoneme, syllables, words, phonetic discrimination of words, pictographic stories, among others. For the validation of this work, therapy sessions were made in preschool centers which a comparative analysis of therapy was done with and without a robot. This allows evaluate the time of attention, motivation and the advances of different phoneme.

In the chapter 3, shows the results obtained to applicated the robotic assistant, which expo that the implementation of them in the therapy sessions is constituted into a tool allows improve, in an effective way, processes of therapeutic intervention and not just in children with dyslalia, but in those who also have incapacity.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las personas que acceden a educación han aumentado en comparación con años anteriores, sin embargo, no deja de ser dramática la situación del analfabetismo en Ecuador que según datos del censo del año 2010 es de 6.8% [2], siendo una de las principales causas el bajo nivel de escolaridad y en muchos casos la deserción de los estudios [3]. La educación es una herramienta crucial para poder romper los índices de pobreza que abarcan a las familias [4].

Dentro de la educación y del aprendizaje como tal una, de las áreas más importantes es la del habla o lenguaje, ya que es un medio para que los niños puedan expresar diferentes sentimientos y más aún, una manera de manejar y utilizar información que permitirá adquirir el conocimiento. *“Durante los primeros años, un niño adquiere y desarrolla complejos componentes del lenguaje en áreas como la fonética, fonológica, semántica, morfosintáctica y pragmática”* [5].

Dentro del área de lenguaje existen varios tipos de trastornos denominados TEL (Trastorno Específico del Lenguaje) que dificulta el aprendizaje y adquisición de la articulación del habla, siendo este uno de los trastornos más comunes durante la niñez, con una cifra aproximada de 8% de niños que asisten a la escuela [6]. En la niñez es normal la adquisición de diferentes fonemas, al no presentar una correcta articulación de los mismos *“un terapeuta del habla y lenguaje (SLT) diagnostica dicho problema como el trastorno de la comunicación llamado Dislalia”* [5]. Se puede decir que la Dislalia es uno de los trastornos que se presentan con mayor frecuencia y del cual los padres solicitan ayuda para poder mejorar el aprendizaje del correcto habla de sus hijos. Esto se debe a que dicho trastorno puede causar dificultad con el aprendizaje de la lectura [5].

Como respuesta a las diferentes problemáticas que se han presentado en el ámbito educativo, la tecnología ha brindado nuevas formas de ayudar a las personas para el desarrollo del aprendizaje mediante la denominada “Robótica Educativa”, la cual con el paso de los años ha aumentado considerablemente ya no solo de manera industrial, sino al contrario, hoy en día se puede encontrar de forma más frecuente estos robots en los hogares.

La finalidad del uso de la robótica educativa va más allá de conocer acerca de la robótica, ya que brinda la oportunidad de poder trabajar con los estudiantes competencias como el trabajo en equipo, la toma de decisiones, el desarrollo de liderazgo, entre otras. Además, la interacción entre el humano y el robot permite el mejorar diferentes destrezas de creatividad, comunicación, productividad y apoya a diferentes maneras de actuar y pensar a los alumnos, y de la misma forma, a los educadores que cuentan con esta tecnología a su alcance [7].

En [8] se señala que la utilización de la robótica ha aumentado el interés de los estudiantes, lo cual permite una autoexpresión de diferentes ideas que se implementaron a los robots con los que trabajaban en el aula. De la misma manera, se resalta que el uso de la tecnología puede ser guiada hacia estudiantes con diferentes trastornos, ya que brinda nuevas posibilidades de aprender de diferentes formas mediante la utilización de los sentidos del cuerpo, aspecto que es muy importante en estudiantes con necesidades individuales.

Asimismo, en [9] se manifiesta que *“la robótica educativa se define como la concepción, creación y puesta en funcionamiento con fines pedagógicos de objetos técnicos físicos y electrónicos”*. Por lo antes expuesto se debe considerar que las nuevas tecnologías constituyen nuevas oportunidades para brindar ayuda a las personas con diferentes tipos de trastornos. Justamente una de esas opciones es la implementación de componentes robóticos que faciliten las actividades diarias que realizan y brinden nuevas formas de mantenerse en un aprendizaje continuo.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

Estudios de UNICEF, indican que el número de niños con discapacidades entre 0 y 18 años varía entre 93 y 150 millones de acuerdo a diversas fuentes [10]. De este grupo, un número importante de niños con trastornos de la comunicación no tienen acceso a servicios adecuados de educación especial o atención médica. Del mismo modo, en la actualidad existe la deficiencia de servicios importantes como el uso de la tecnología para los niños con discapacidades en campos como la terapia del habla y del lenguaje, la fisioterapia y la enseñanza del lenguaje de señas [10], [11]. Dada las circunstancias es muy complicado que hoy en día la mayoría de países latinoamericanos puedan contar con este tipo de ayuda ya que sus recursos no se los permiten o las áreas de enfoque se centran en otras problemáticas.

En cuanto a la educación, el 10% de los niños con discapacidad tiene acceso a ella y solo la mitad de ellos completa la educación primaria [12]. Además, muchos niños abandonan la escuela debido a la falta de conocimiento de los docentes sobre cómo incluirlos en los planes educativos [13].

Cabe recalcar que la terapia por medio de los robots en la investigación cobra mayor auge en los últimos tiempos, además de ser favorable para la mejora de los resultados dentro de una terapia [14]. Estos asistentes robóticos pueden brindar asistencia social con el propósito de aumentar la atención y motivación de los pacientes [15].

En el Ecuador existen pocas herramientas tecnológicas que se han desarrollado de forma específica para el soporte en la intervención de niños con o sin discapacidades y trastornos de la comunicación. Asimismo, la mayor parte de los terapeutas de lenguaje se ven sometidos a sobrecarga de trabajo, ya que deben realizar diversas actividades como planificación, evaluación, intervención, seguimiento, entre otras más. Esto afecta a la calidad de atención que pueden brindar a los niños, ya que deben atender a docenas de ellos a la semana [16].

JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES)

Internacionalmente se han hecho estudios acerca de la dislalia en diferentes países, obteniendo un valor total del 42% en niños de 4 a 6 años como se reporta en la ciudad de México, en Cuba la cifra se aproximada es de 24%. En Buenos Aires-Argentina la cifra es de 5.8%, y en Chile es el 13.9%. Mientras que en la ciudad de Quito- Ecuador se encontró 12.3% de niños que presentan este trastorno y en la ciudad de Cuenca un 8.4 % de niños que presentan este trastorno de la comunicación [17].

En base a esta realidad, es muy importante considerar una intervención para tratar de disminuir las cifras presentadas y que los niños que presentan dislalia puedan mejorar su fonoarticulación. Para ello la tecnología actual puede brindar soporte en el desarrollo de herramientas para realizar diagnóstico o intervención de diversos tipos de trastornos relacionados con el habla y el lenguaje. Estas herramientas pueden sustentarse en un sistema ya sea simplemente basado en software o en una solución híbrida entre software y hardware. No obstante, dentro de Ecuador encontrar los complementos antes mencionados se vuelve algo difícil, debido a que muchos desarrollos tecnológicos no se enfocan en el área de terapia de lenguaje.

Por lo expuesto, en este proyecto se plantea el diseño y construcción de un asistente robótico humanoide que pueda brindar soporte en la parte de terapia de lenguaje. Para la realización del mismo se cuenta con el apoyo del Grupo de Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GIATa) y la Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa que buscan la manera de integrar nuevas posibilidades de favorecer y brindar soporte a este tipo de dificultades mediante la integración de innovaciones tecnológicas.

El asistente robótico tiene como finalidad el brindar un soporte a los niños que presentan el trastorno denominado dislalia y de la misma manera, servir como un aporte para los especialistas en el campo de la terapia de lenguaje, además de que su utilización puede ser bien aplicada como una terapia alternativa o complementaria a los métodos tradicionales que se usan hoy en día. Al tratarse de un robot humanoide presenta varias características como el movimiento de sus extremidades tanto superiores e inferiores, de la misma manera el asistente mediante el movimiento de las

mismas y la visualización de diferentes emociones de su rostro puede llegar a brindar estímulos kinestésicos a los niños que se encuentren en terapias lo que permitirá una interacción mucho más amena entre paciente y el terapeuta/robot.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y construir un asistente robótico humanoide para el soporte de terapia de lenguaje en niños de 3 a 6 años con dislalia.

OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Estudiar y conocer los principales aspectos de la intervención de terapia de lenguaje en niños de 3 a 6 años que presentan dislalia.
- Diseñar y construir una estructura 3D del asistente robótico que posea rasgos humanoides y sensores que permitan brindar estímulos kinestésicos a los niños.
- Diseñar e implementar el sistema de sensores y actuadores del asistente robótico, los circuitos de control, el protocolo de comunicación entre los periféricos y el reconocimiento de voz mediante el API de Google.
- Diseñar y ejecutar un plan de experimentación que permita validar el asistente robótico con apoyo de personal especializado de la Cátedra UNESCO.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O ESTADO DEL ARTE

Según English y English la comunicación es la, “*transmisión o recepción de información, señales y mensajes por medio de gestos, palabras u otros símbolos de un organismo a otro*” [18], por lo tanto, el lenguaje y la comunicación juegan un papel muy importante en la vida de las personas, ya que es el medio por el cual expresamos nuestras ideas, pensamientos y sentimientos, entre otros.

“*Algunos expertos consideran que el lenguaje y el pensamiento se desarrollan paralelamente y que sin uno de ellos el otro no puede existir*” [19]. Por esta razón es de gran relevancia que desde la niñez se tenga una correcta articulación, ya que si un niño pronuncia mal las palabras y no logra la conformación correcta de sílabas presentará un trastorno de la comunicación siendo el más común la Dislalia.

1.1 FUNDAMENTOS DE LA DISLALIA

La Dislalia es un, “*trastorno en la articulación de los fonemas por ausencia o alteración de sonidos o sustitución de fonemas*” [20]. Este trastorno no es causado por una lesión en el cerebro, y se presenta a edades tempranas, cerca de los tres años y medio de edad [21].

La Dislalia tiene un predominio del 5 al 10% en los niños, colocándolo así entre los tres trastornos del lenguaje con mayor predominio, entonces es elemental que el niño requiera de una intervención temprana. De esta forma, se busca tratar el trastorno antes mencionado con la finalidad de brindar un soporte a los pacientes y mejorar la

formación de palabras que llevarán a un correcto desempeño del lenguaje [5]. De igual forma es importante que el niño con este trastorno expresa inseguridad e intranquilidad y hasta pueden llegar a perder el control por miedo al rechazo o a burlas.

En la tabla 1 se detallan los fonemas en los cuales el niño presenta mayor dificultad conforme a la edad de desarrollo.

Tabla 1. Adquisición Fonética [19]

3 años	4 años	5 años	6 años
<i>m, ch, n, k, t, y, p, l, f, d, j</i>	<i>b, g, r, bl, pl, s</i>	<i>kl, br, fl, kr, gr</i>	<i>rr, pr, gl, fr, tr</i>

1.1.1 CAUSAS DE LA DISLALIA

El trastorno del habla y la comunicación llamado Dislalia es causado por varios elementos, por ejemplo:

las malformaciones de los órganos que intervienen en el habla, frenillo lingual, malformaciones en el labio (labio leporino, hendido), falta de comprensión o la mala discriminación auditiva. Por ello, el paciente no imita de forma correcta el sonido que escucha, entonces sustituye la producción de un fonema con otro grupo de fonemas, escasa habilidad motora, factores psicológicos, factores ambientales, discapacidad intelectual [19], [22].

1.1.2 CLASIFICACIÓN DE LA DISLALIA

La dislalia se clasifica en 4 tipos:

Dislalia Funcional

Se caracteriza por el mal funcionamiento de los órganos articulatorios, donde el niño no utiliza de manera correcta el órgano del habla al momento de articular el fonema. En la Dislalia funcional existen casos de sustitución, omisión o la deformación de los fonemas r, l, z, k, s, ch, y [19].

El niño que no articula correctamente los fonemas intenta imitar los sonidos que escucha, pero sus órganos articulatorios como labios, lengua, paladar no permiten realizar el movimiento con facilidad dándose así la sustitución, omisión de fonemas [19].

En la Dislalia Funcional se presentan los siguientes errores en la pronunciación:

- **Sustitución:** Cuando el individuo cambia el sonido de un fonema por el sonido de otro que le resulta más fácil y rápido al momento de pronunciar, **por ejemplo** “rama” por “lama”, esta sustitución puede estar involucrada al inicio, medio o final de la palabra; para la corrección de este error se debe emitir las palabras con claridad al momento de la enseñanza-aprendizaje [17], [20].
- **Omisión:** Consiste en eliminar una consonante y en otros casos una sílaba de la palabra, es decir, el niño no sustituye ningún fonema, **por ejemplo** “blusa” por “busa”, “zapato” por “pato” [17], [20].
- **Inserción:** Se da cuando se suma un sonido más a la palabra resultando así su facilidad de pronunciación, **por ejemplo** “plato” por “palato”, “premio” por “peremio” [17], [20].
- **Distorsión:** El sonido distorsionado consiste en la similitud a la palabra correcta, esta distorsión se da debido a que no se emite suficiente aire para pronunciar la palabra correcta y también al mal uso de los órganos articulatorios, **por ejemplo** “diseño” por “disenio” [17], [20].

De igual manera, a más de estos errores, dentro de la dislalia funcional existen problemas según la pronunciación como [23]:

- Sigmatismo: mala articulación de *s*.
- Rotacismo: mala articulación *r*, *rr*.
- Betacismo: mala articulación de *p*, *b*.
- Lambdacismo: mala articulación de *l*.
- Gammacismo: mala articulación de *g*, *k*, *q*.
- Joticismo: mala articulación de *j*.
- Deltacismo: mala articulación de *d*, *t*.

Dislalia Evolutiva

Consiste en la incapacidad que tiene el niño en imitar las palabras que escucha; en [24] se dice que este tipo de dislalia aparece cuando los órganos articulatorios no tienen la madurez para la correcta pronunciación. Cabe indicar que este tipo de

problema no necesita de tratamiento o terapia pues está presente hasta cerca de los 4 años de edad y pronto desaparecen por si solos según el desarrollo del niño [19].

Dislalia Audiógena

Como su nombre lo indica aparece cuando existen problemas auditivos; en este caso al niño se le hace difícil pronunciar los sonidos porque no escucha bien, en [19] se señala que se debe realizar un estudio audiométrico a pacientes que padecen este tipo de dislalia, a fin de detectar su grado de complejidad. Dependiendo de los resultados se verá la necesidad de que en algunos casos se emplee un implante coclear para así mejorar su audición y recibir una terapia adecuada.

Dislalia Orgánica

Es causada por lesiones en el Sistema Nervioso Central, llamándose en este caso Disartrias. Estas pueden ser creadas desde el nacimiento o por el producto de una enfermedad, afectando al movimiento de los músculos fonatorios; su tratamiento dependerá de la gravedad de las lesiones producidas [19], [25].

Otra rama de la Dislalia Orgánica es la Disglosia, está a diferencia de la Disartria es ocasionada por las malformaciones de los órganos que intervienen en el habla como labio leporino, paladar hendido [19].

La Dislalia trae consigo un grupo de consecuencias que afectará al niño, al entorno familiar y escolar y en general, a la sociedad. El niño que presenta este trastorno a tempranas edades piensa que está articulando correctamente, y en varios casos sus padres se familiarizan con la manera incorrecta de pronunciación del niño tomando esto como algo pasajero, sin darse cuenta que le están haciendo un daño.

Este trastorno al inicio les parecerá algo sin importancia, pero al transcurrir el tiempo al darse cuenta del problema, los padres se sentirán preocupados, con ansiedad, sintiendo la necesidad de buscar ayuda terapéutica.

El niño al ingresar a la escuela se dará cuenta de que no articula las palabras como los demás niños, lo que ocasionará aislamiento, rechazo y burlas por parte de los compañeros. Con este rechazo se entorpecerá el aprendizaje, volviéndole agresivo y ocasionando que pueda perder el control de sus actos. Por tanto, no va a querer

comunicarse por las burlas realizadas y las cosas que desea lo tomará por sus propios medios.

Entonces, toda clase de dislalia debe ser tratada a tiempo con especialistas para evitar trastornos socio-emocionales al niño y conseguir una mejor calidad de vida.

1.2 ASPECTOS BÁSICOS DE LA TERAPIA DE LENGUAJE

“La Terapia de Lenguaje es el área de rehabilitación que trabaja con niños, que presentan dificultades del habla, lenguaje y/o comunicación, problemas con la producción de sonidos, o dificultades con el aprendizaje del lenguaje” [26].

Para poder conocer cuál es el tipo de dificultad que posee el niño dentro de las diferentes articulaciones mostradas anteriormente el terapeuta del habla realiza un test de evaluación, en el cual se considera la permeabilidad nasal y la fonoarticulación (test de Glatzel) [27], [28]. Dicho test consiste en colocar una lámina metálica de forma perpendicular a la nariz bajo las fosas nasales, donde el paciente tendrá que realizar una espiración normal y forzada, el terapeuta podrá obtener resultados según el empañamiento de dicha lámina, lo cual le servirá como orientación para un diagnóstico preliminar. Mientras que el test de Rosenthal consiste en el mismo procedimiento, con la diferencia que se tapa solamente una de las fosas nasales [29]. Otro test muy importante es el de Goodenough, el cual trabaja las áreas intelectuales del paciente y consiste en dibujar a un hombre de la mejor manera posible [30].

Una vez realizadas las diferentes evaluaciones se procede a especificar qué tipo de problema fonoarticulatorio presenta el paciente. El siguiente paso será el proceder a los diferentes ejercicios que ayuden a mejorar el área del habla. A continuación, se presentan algunos de los ejercicios que se realizan para la rehabilitación de niños con dislalia.

Soplo de bolas de papel

Sobre una mesa se coloca figuras como por ejemplo un caracol o un gusano donde el niño deberá soplar suavemente la bolita de papel por los bordes de la figura hasta terminar. De la misma manera el niño repite el proceso, pero con el soplo más fuerte como se muestra en la figura 1.



Figura 1. *Ejercicio soplo de bolitas de papel*
Fuente: Autora

Soplo de vela

La terapeuta del habla le pedirá al niño que tome aire, luego que expulse el aire de manera fuerte, y muy suave pero que no apague la vela, ver figura 2.



Figura 2. *Ejercicio soplo de vela*
Fuente: Autora

Ejercicios con la lengua

Se deberá realizar movimientos con la lengua en todas las direcciones de forma circular como se indica en la figura 3, se puede utilizar mermelada o chocolate, la cual será colocado alrededor de la boca del niño y se le solicitará que se quite lamiéndola. También se suele usar goma de mascar para movilizar los músculos.



Figura 3. *Movimiento circular de la lengua*
Fuente: Autora

Ejercicios de estimulación de mejillas

El niño llena de aire sus mejillas hasta que se inflen y luego intercambia este aire de cachete en cachete, además se puede mover la mandíbula de un lado hacia otro, ver figura 4 [31].



Figura 4. *Estimulación de mejillas*
Fuente: Autora

Ejercicios de labios

Se pide al niño que lleve sus labios de adentro hacia afuera simulando que fuera a dar un beso, sostener un palillo con los labios o con la boca, estirar la boca como para sonreír, ver figura 5 [31] .



Figura 5. *Ejercicio de labios*
Fuente: Autora

Producción de sonidos onomatopéyicos

El terapeuta muestra imágenes de diferentes animales y entornos que rodea al niño, lo que se busca es una recepción de la imagen visualizada y que se pueda emitir los sonidos de cada pictograma. Otra opción es que el terapeuta pueda imitar los sonidos de las láminas y el niño debe tratar de pronunciar dichos sonidos [31].

Producción de fonemas

Aquí el niño trabaja con los diferentes fonemas en los que tiene dificultad, como punto de partida deberá pronunciar el fonema aislado, una vez logrado su correcta pronunciación se asociará al fonema con vocales formando sílabas, luego deberá repetir palabras con el fonema en posición inicial, media y final. Además, se trata la parte de memoria y discriminación fonética mediante el reconocimiento de imágenes asociadas al fonema en estudio.

1.3 REVISIÓN DE LOS PRINCIPALES TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN

El trastorno de la comunicación es la “*Dificultad para recibir, enviar, procesar y comprender los conceptos o los sistemas simbólicos verbal, no verbal y gráfico*” [32].

1.3.1 TRASTORNOS DEL HABLA

- Trastornos de la articulación del habla

Dentro de los trastornos de la articulación del habla están la Dislalia, Disglosia y Disartrias, que ya se mencionó con anterioridad.

- Rinolalias: ausencia de los fonemas por la falta de funcionabilidad del velo del paladar [33].
- Trastorno en la fluidez del habla
 - Disfemias (tartamudez): cuando existen prolongaciones de las palabras, repeticiones por una mala coordinación de las funciones ideo-motrices cerebrales, cabe señalar que en este trastorno no existe irregularidades en los órganos de la fonación [33].
 - Taquifemia: forma rápida y apresurada con la que el individuo habla [34].
 - Mutismo: desaparición del lenguaje en algunas o muchas situaciones sociales, la persona con este trastorno suele comunicarse mediante señas, gestos o en ocasiones utiliza expresiones cortas [33].

1.3.2 TRASTORNOS DE LA VOZ

- Disfonía: trastorno del tono, timbre de la voz, el habla es forzado con una tensión en los músculos de la cara, es de corta duración y se asocia a enfermedades como laringitis (catarro, gripe, resfriado) [33], [34].
- Afonía: incapacidad para producir los sonidos del habla que requiere el uso de la laringe, como consecuencia de alguna lesión cerebral [33], [34].

1.3.3 TRASTORNOS DEL DESARROLLO DEL LENGUAJE

- Retraso del habla: se caracteriza por no ser un trastorno de articulación fonética, sino por ser un trastorno de estructura fonológica, es decir, no puede ordenar ni diferenciar las palabras [33].
- Disfasia: cuando existe problemas en el lenguaje oral, escrito y de lectura asociadas con el desarrollo [35].

1.3.4 TRASTORNOS ADQUIRIDOS DEL LENGUAJE

- Afasias: Se presenta cuando haya existido una lesión cerebral en una persona que podía hablar con normalidad [35].

Las afasias se clasifican según sus disfunciones lingüísticas que provocan:

- Afasia de Broca: incapacidad motora para producir palabras recordadas [35].
- Afasia de Wernicke o sensitiva: pérdida de la comprensión del lenguaje hablado, de la capacidad para leer y escribir, cuando existe dificultad en la enunciación y evocación verbal como sordera verbal es decir no entiende las palabras ni escribe al dictado [35].
- Afasia nominal: el individuo recuerda las palabras que necesita, pero no las puede expresar de forma verbal [33].
- Afasia mixta: mezcla de los trastornos mencionados anteriormente [33].

1.3.5 TRASTORNOS EN LA ADQUISICIÓN Y DESARROLLO DEL LENGUAJE

- Disortografía: Problemas en la representación gramatical del lenguaje [35].
- Digráfía: Imposibilidad en la comprensión de textos escritos por los individuos, se caracteriza por la mala sujeción del esfero, la letra muy pequeña o grande sin espacios entre palabras [33].
- Discalculia: Alteraciones en el aprendizaje de cálculo y en el procedimiento numérico [33].

1.3.6 ALTERACIONES DEL LENGUAJE Y LA COMUNICACIÓN ASOCIADA A SINDROMES COMPLEJOS

- Síndrome de Rett: trastorno neurológico, que lleva a una regresión en la formación en áreas del lenguaje expresivo [33].

- Síndrome de Desintegración Infantil: niños de 3 a 4 años presentan irritabilidad, ansiedad, inquietud y la regresión profunda del habla y de lenguaje, interacciones sociales [33].
- Síndrome de Asperger: trastorno del desarrollo afecta las habilidades sociales, comunicación verbal y no verbal [33].
- Autismo: trastorno del desarrollo que se presenta durante los primeros tres años de la niñez, que afecta áreas de interacción social, socioemocional, comunicación verbal y no verbal, retraso en los aspectos lingüísticos [36].

1.4 ESTADO DEL ARTE SOBRE ASISTENTES ROBÓTICOS PARA EL SOPORTE EN LA TERAPIA DE LENGUAJE

En la actualidad, los asistentes robóticos han sido diseñados y construidos para ayudar a personas con discapacidades físicas y/o mentales, dentro de los robots destacados en el área del lenguaje podemos citar a los que se detallan a continuación.

En [37] los autores describen el robot autónomo SPELTRA, encargado de brindar soporte de terapia a niños con desórdenes de comunicación, el asistente cuenta con una cámara para el reconocimiento fácil del paciente, además de registrar datos de los mismos, una pantalla táctil donde el niño interactuará con diferentes ejercicios, juegos y actividades que se dan dentro de una terapia. También cuenta con reconocimiento de voz, haciéndolo un robot inteligente y autónomo, ver figura 6.



Figura 6. *Speltra* [37]

De igual manera en [38] se presenta un sistema híbrido basado en un asistente robótico junto con una aplicación móvil que apoye la terapia de lenguaje para niños con discapacidades, el sistema gestiona reportes del progreso de paciente y con la posibilidad de manejar remotamente al robot con la finalidad de motivar al paciente.

En [39] describen el asistente robótico llamado RAMSES, que cuenta con conjunto de aplicaciones móviles, un procesador central (Tablet o un teléfono inteligente) y un dispositivo electrónico de desplazamiento. La aplicación móvil contiene ejercicios utilizados en una sesión de terapia como articulación fonética, construcción de oraciones, del mismo modo el asistente puede reconocer diferentes gestos de las manos, reproducir canciones, reconocer rostros. En la figura 7 se muestra el asistente robótico.

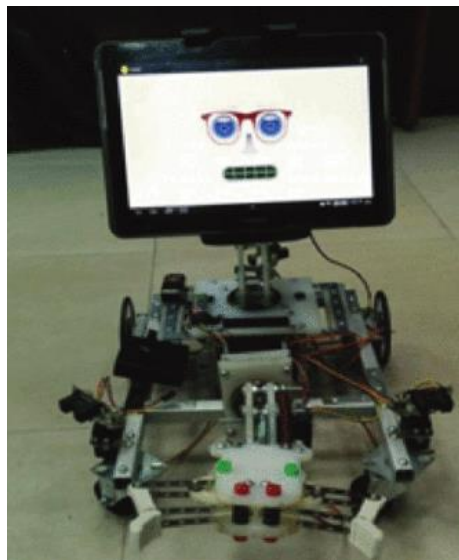


Figura 7. Asistente Robótico RAMSES [37]

Tico es un androide social para pacientes que presentan trastornos del lenguaje, posee un sistema de inteligencia artificial que crea vínculos afectivos para aumentar las habilidades motoras, sensoriales mediante pruebas y diagnósticos [40].

En la figura 8, se muestra a Coco, un robot humanoide creado por la Unidad de Robótica de la Universidad Jaume I, que busca *“favorecer el desarrollo de aspectos que tienen que ver con el lenguaje en los niños con trastornos en el espectro autista”*. El robot trabaja con niños de 3 y 5 años de edad y les ayuda a realizar ejercicios de repetición para fijar conocimientos [41].

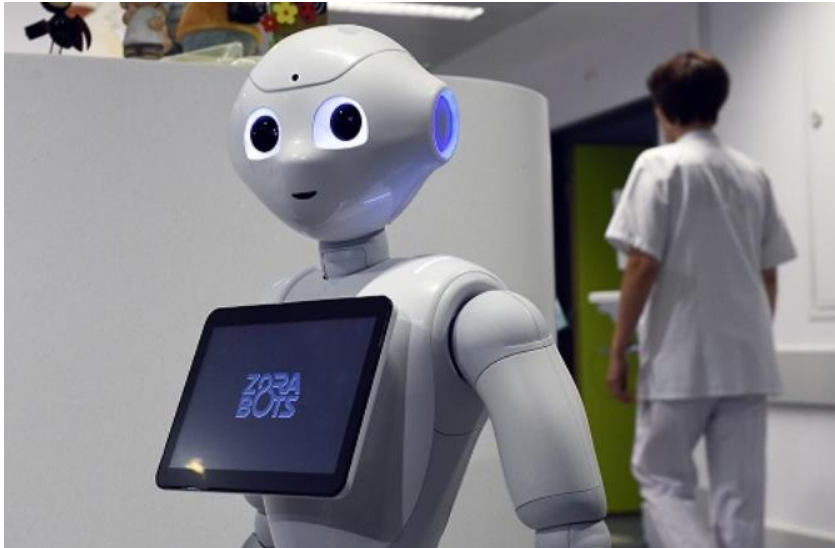


Figura 8. *COCO robot humanoide* [39]

En [42], se realiza la implementación de un robot mini-humanoide teleoperado, (figura 9) como una herramienta de apoyo para brindar soporte de terapia en el área del lenguaje. Para ello, el terapeuta realiza movimientos de sus extremidades y el robot imita estos movimientos con la finalidad de aumentar el grado de motivación en los niños al momento de pronunciar las palabras; los resultados establecen que el 91.3% de los niños han mejorado su atención.



Figura 9. *Robot Bioloid* [40]

Los autores en [43], presentan el robot terapéutico llamado Keepon, creado para niños autistas y no autistas en edades correspondidas entre 2 y 4 años, estos niños presentan dificultades en la comunicación interpersonal, el robot que tiene forma de

un hombre de nieve que tiene en sus ojos una cámara CCD, en su nariz un micrófono, su cuerpo consta de alambres para que se pueda manipular como una marioneta, Keepon expresa emociones con su cuerpo como por ejemplo se mueve de izquierda a derecha para expresar placer, de arriba hacia abajo para excitación y vibración de su cuerpo para expresar miedo.

Presenta un modo automático donde el robot detecta el rostro humano y observa la atención del niño entonces comienza a mover su cuerpo dependiendo de dicha atención del niño, y un modo manual donde la persona puede manipular al robot mediante una PC controlando la vocalización, orientación y expresiones [43].

FELPUDO es un asistente robótico en forma de peluche cuyo objetivo es servir como herramienta de apoyo pedagógico en la educación inicial, el asistente cuenta con una aplicación móvil, en el cuál los profesores pueden seleccionar el área de conocimiento y los niños puedan interactuar con el robot en actividades de aprendizaje y juegos correspondientes a cada área; felpudo fue aplicado a 47 niños entre 4 y 5 años donde tuvo una excelente aceptación [44].

En [45], científicos crean un asistente robótico social compatible con sistemas Android, es utilizado en áreas de educación, salud y como apoyo para los terapeutas, practica vocabulario con los niños y *“hacer ejercicios de rehabilitación con pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular”*.

CAPÍTULO 2: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ASISTENTE ROBÓTICO

2.1 DISEÑO 3D DE LA ESTRUCTURA DEL ROBOT

Para el diseño del asistente robótico se utilizó el software Autodesk Inventor para modelado en 3D, el robot tiene la forma de un humanoide, es decir que consta de cabeza, tronco, piernas y brazos que permiten realizar el movimiento del prototipo, en la figura 10, se puede apreciar el robot.

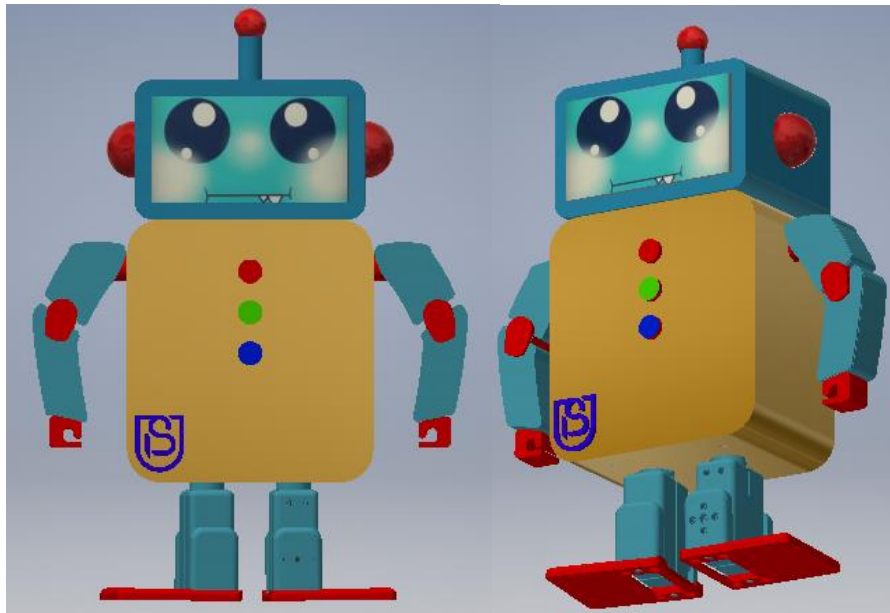


Figura 10. *Aspecto del asistente robótico*
Fuente: Autora

Una vez que se contó con el diseño del prototipo y con la finalidad de conocer la factibilidad del asistente robótico como una herramienta de apoyo en las sesiones de terapia para niños con Dislalia se desarrollaron 2 encuestas, la primera fue realizada a 33 estudiantes con edades entre 21 y 26 años del último ciclo de la carrera de Educación Inicial, Estimulación Temprana e Intervención Precoz de la Universidad de Azuay, la encuesta contiene 10 preguntas cada una de ellas se encuentra diseñada en escala de Likert.

Se pretende determinar la forma, apariencia, colores, expresiones del asistente robótico, la secuencia de ejercicios a realizarse dentro de la terapia, entre otros; el diseño de la encuesta se puede apreciar en el Apéndice A.1.

Una vez que se aplicó la encuesta se procedió a validarla, la confiabilidad de la misma se determinó mediante el test de Alfa de Cronbach, cuyo índice fue de 0.83. El valor obtenido, nos permite indicar que existe coherencia interna entre los ítems, es decir, la encuesta es confiable, ahora se procede al análisis descriptivo ver figura 11 y 12, para ellos se utilizó el software libre “RStudio” [5].

La figura 11, muestra que todos los encuestados tienen una percepción positiva y altamente positiva sobre las expresiones, estímulos kinestésicos que brinde el asistente robótico para niños con dislalia. Ello es indicativo de que este robot tiene una posible buena aceptación.

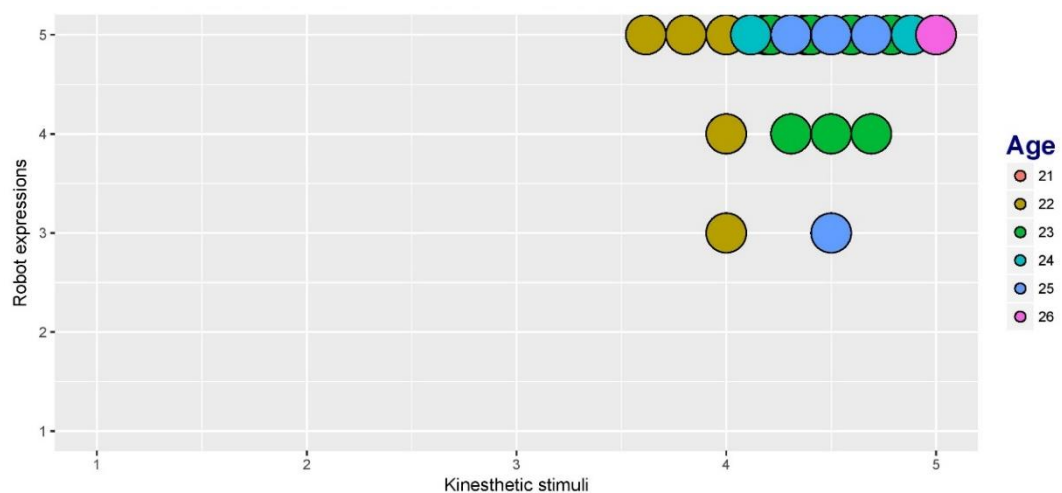


Figura 11. Niveles de percepción de los voluntarios con respecto al asistente robótico [5]

De igual manera en la figura 12, se aprecia cómo los encuestados tienen una percepción alta dentro de la escala de “Likert” cerca de la secuencia de ejercicios que el robot para niños con dislalia es capaz de realizar dentro de sus terapias.

Este mismo grupo tienen también una percepción altamente positiva para la apariencia del robot. Sin embargo, hemos de indicar que los estudiantes de 22 años tienen respuestas que varían entre “muy poco de acuerdo” a “muy de acuerdo” respecto a la apariencia del robot. Por su parte, los encuestados, pero de 21 años opinan estar “totalmente de acuerdo” y “muy de acuerdo” con la secuencia de ejercicios y con la apariencia del robot.

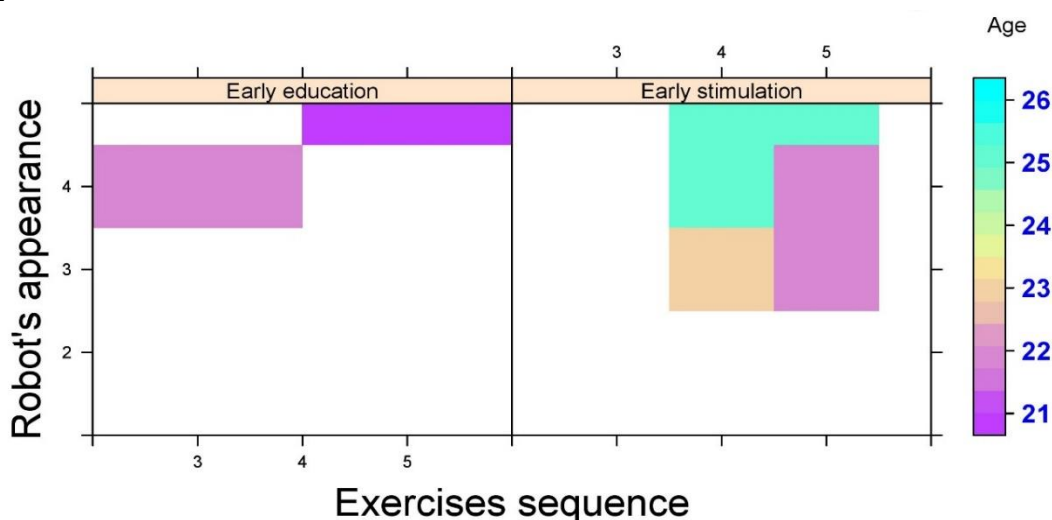


Figura 12. Niveles de percepción de los voluntarios con respecto de las secuencias de actividades y la utilidad del asistente robótico[5]

La segunda encuesta, se realizó a 30 niños y niñas, con un rango de edad entre 3 y 6 años, donde todos ellos asisten al Centro Bilingüe de Educativo Inicial “Estrellitas Creativas”, la encuesta contiene 6 preguntas en escala de Likert en las que se pretende conocer la percepción del niño acerca del asistente robótico como color, forma, tamaño, expresiones del rostro, el diseño de la encuesta se puede apreciar en el Apéndice A.2.

Del mismo modo, se procede al análisis descriptivo ver figura 13, 14.

La figura 13, muestra que todos los niños y niñas encuestados tienen una percepción altamente positiva respecto a las expresiones del robot, de la misma manera este mismo grupo de niños tienen una percepción muy buena acerca de la forma y

colores del robot, ya que para el tamaño del robot un grupo de niños indica que tiene tamaño suficiente y otro grupo indica que está demasiado grande.

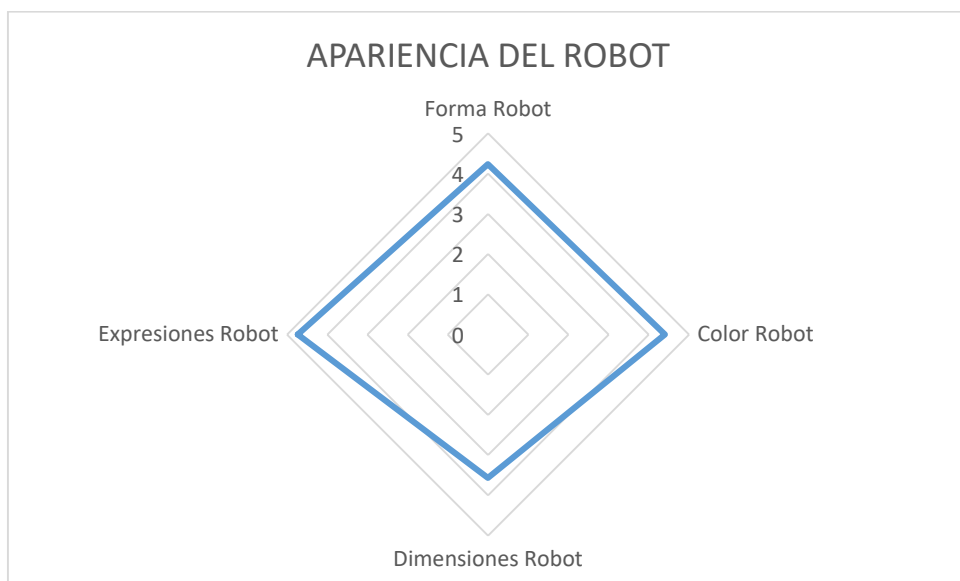


Figura 13. Niveles de percepción del aspecto del asistente robótico

Fuente: Autora

La figura 14, se aprecia que los niños prefieren el color naranja y rojo para la cabeza y solamente el naranja para el tronco del robot, así mismo se aprecia que ellos eligen el color celeste para las extremidades superiores e inferiores del robot.

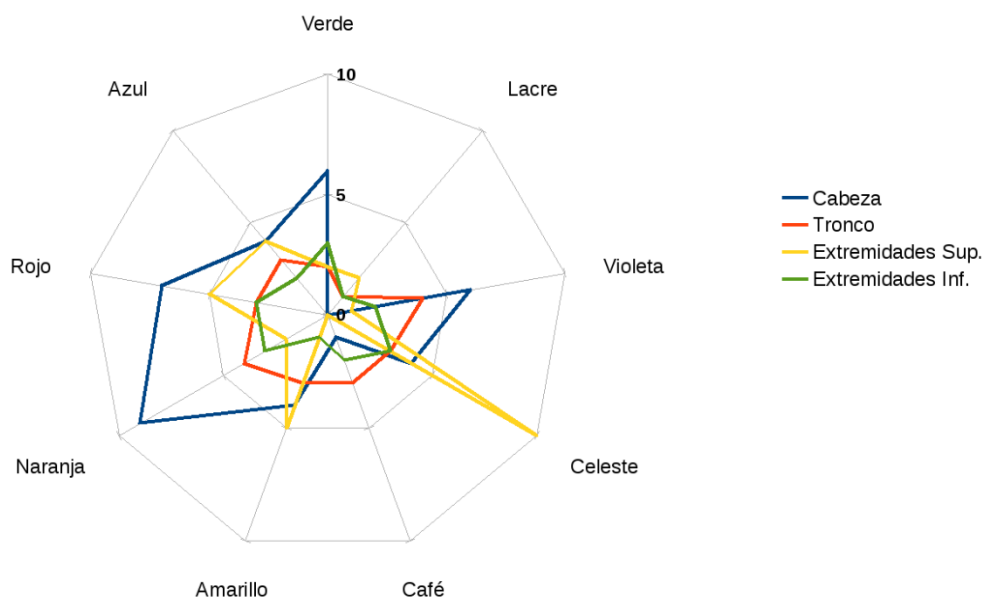


Figura 14. Preferencia de colores

Fuente: Autora

En conclusión, el asistente robótico para apoyo en sesiones de terapia para niños con dislalia es bastante bien aceptado por la comunidad de estimulación temprana y educación inicial, y por los niños. En función de esto se puede inferir que es posible que este robot una vez aplicado puede llegar a tener un impacto muy positivo para los niños con dislalia.

Ahora bien, se procede a realizar el diseño del rostro del asistente robótico, para ello se contó con material disponible en la Cátedra UNESCO, en la figura 15 se indica las expresiones que muestra el robot como tristeza, felicidad, charla, con ello se busca la motivación del niño en las diferentes sesiones de terapia.



Figura 15. *Diferentes expresiones del asistente robótico*

Fuente: *Cátedra UNESCO*

En la construcción del prototipo de la figura 10, se pudieron encontrar errores en el diseño, por ello se realizó una segunda versión del asistente robótico, además de implementar una estructura en forma de carro para cubrir la alimentación del robot, ver figura 16.

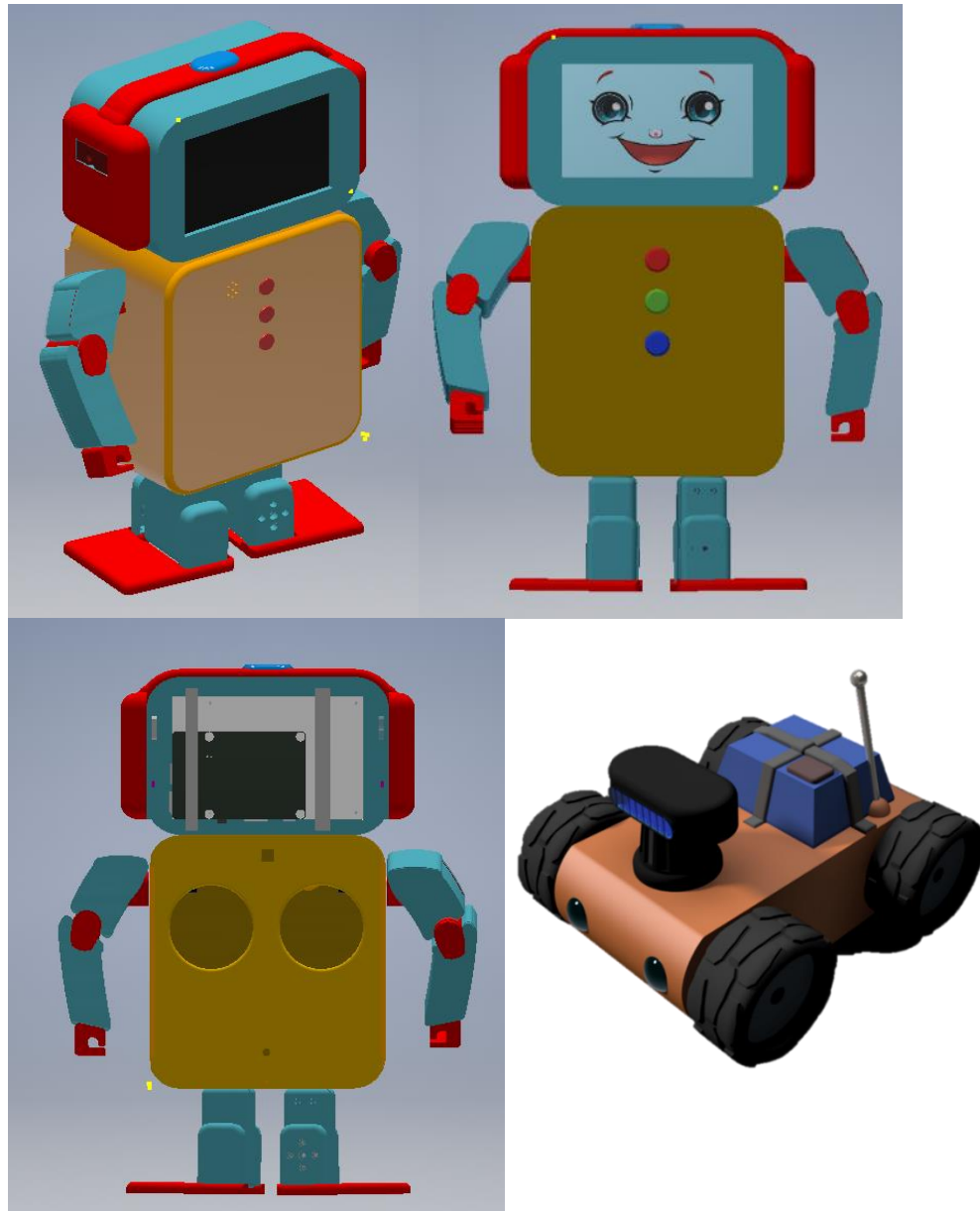


Figura 16. *Apariencia del segundo prototipo*

Fuente: *Autora*

2.2 DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO

Antes de indicar el diseño electrónico, se muestra en la figura 17, la propuesta desarrollada.

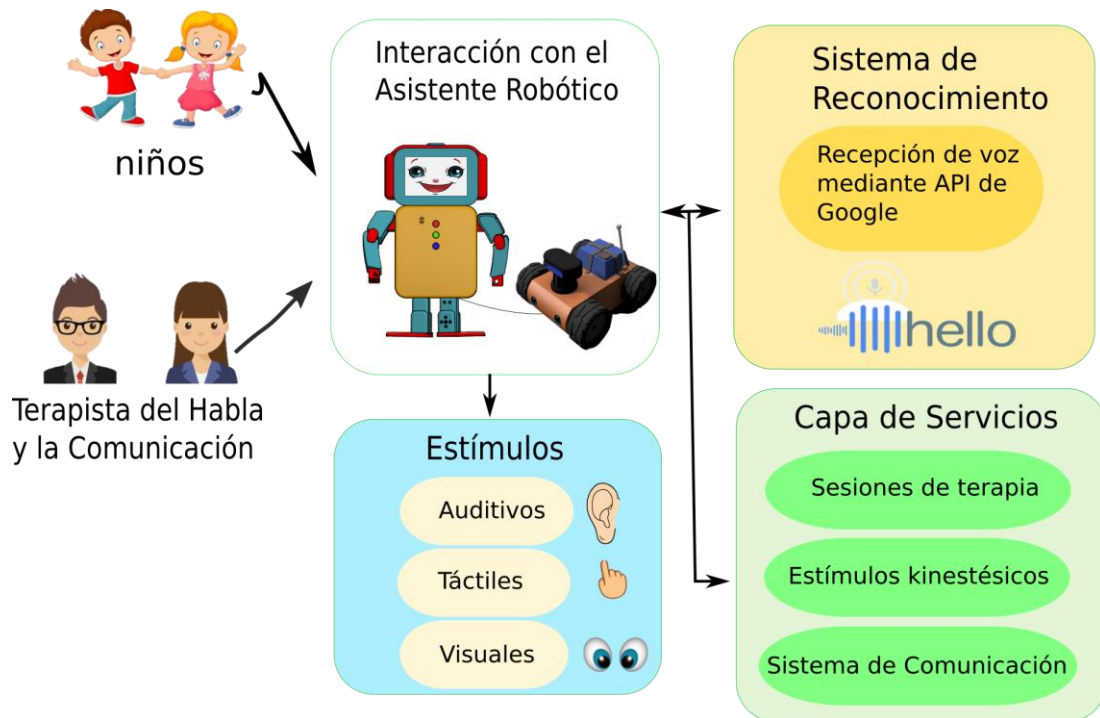


Figura 17. *Arquitectura del Asistente Robótico*

Fuente: Autora

Con la finalidad de brindar apoyo terapéutico a niños que poseen trastornos de la comunicación se ha desarrollado un asistente robótico llamado FONA, como se puede ver en la figura 16, los niños podrán interactuar con el asistente robótico proporcionando estímulos auditivos, táctiles y visuales, el sistema de reconocimiento contiene una base de datos de imágenes que se trabajó en los diferentes fonemas, en esta capa el niño deberá pronunciar la imagen que el robot muestra y conforme a ello FONA devuelve un mensaje. La capa de servicios contiene módulos y funcionalidades requeridas en una terapia entre ellos el servicio de control del robot que proporciona estímulos kinestésicos a niños, pacientes o terapeutas mediante el módulo de comunicación.

En la figura 18, se muestra el diagrama electrónico en él se puede visualizar la composición interna (componentes electrónicos) del robot.

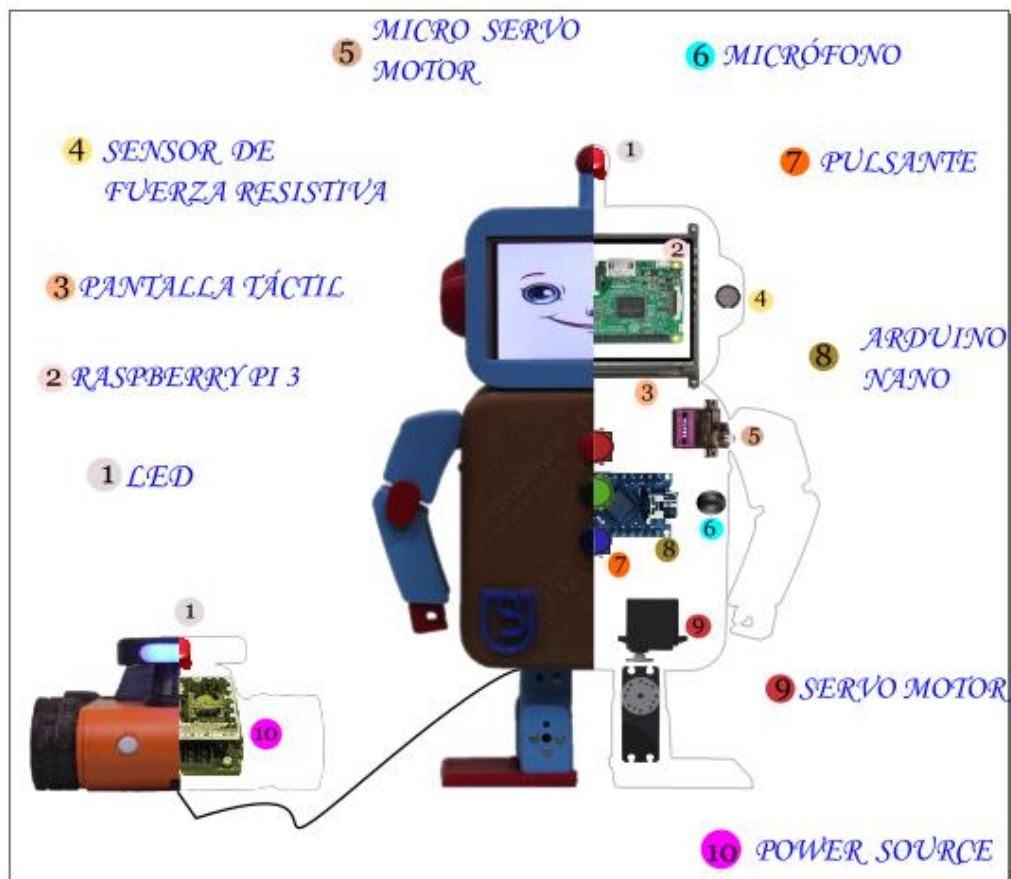


Figura 18. Diagrama electrónico FONA [1]

El robot cuenta con una pantalla táctil de 5 pulgadas, dos sensores de fuerza resistiva o presión en su cabeza, dos micros servo motores para mover sus brazos, cuatro servos motores en sus pies para caminar, un micrófono para receptar sonidos, dos parlantes para emitir sonidos, tres pulsantes para control del robot, un microprocesador Raspberry Pi 3 B+ que es la encargada de los procesos centrales del robot, además cuenta con una fuente de alimentación, arduino nano encargado de controlar los servos motor y sensores.

La figura 19, muestra las conexiones necesarias para el funcionamiento del asistente robótico, en el cual se encuentra el dispositivo central y los periféricos acoplados realizadas en el software Fritzing.

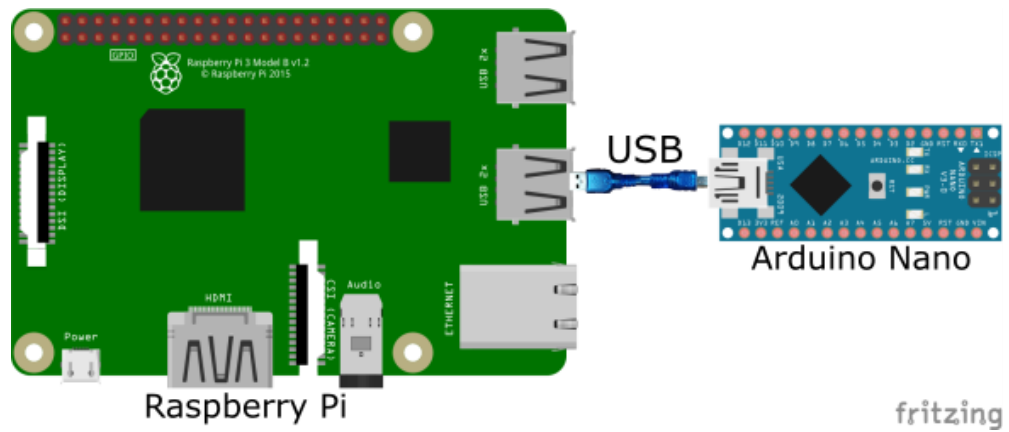


Figura 20. Esquema de conexión de la comunicación serial Raspberry y Arduino

Fuente: Autora

El micrófono se conecta al Raspberry mediante puerto USB, sirve para recibir lo que el niño pronuncia y mediante API de Google devuelve un mensaje si es que el niño ha pronunciado de forma correcta las palabras. FONA interactuará con el paciente brindándole estímulos auditivos, así como el nombre de las imágenes, sílabas, cuentos, mensajes que se encuentran en la aplicación, para ello el Raspberry cuenta con una salida de audio, el cual se encuentra conectado mediante un plug a un amplificador de audio PAM8403, al amplificador van conectados dos parlantes de 8ohms/1W, como se refleja en la figura 21, para las sesiones de terapia se requiere de un volumen alto para ello se normalizó y amplificó cada uno de los audios con ayuda del software Audacity.

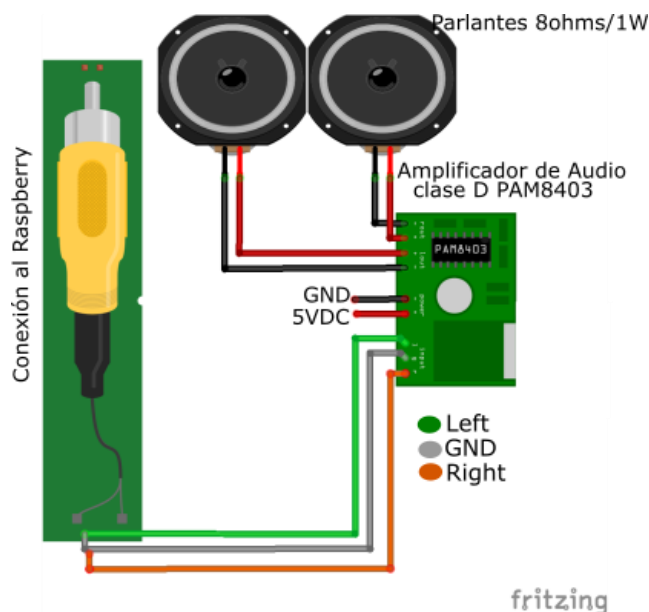


Figura 21. Esquema de conexión amplificador de audio PAM8403

Fuente: Autora

La pantalla táctil TFT resistiva de 5 pulgadas va conectada al Raspberry utilizando los pines que se muestran en la figura 22, en ella se visualizará las expresiones del asistente robótico que se mostraron anteriormente en la figura 15, así también como los ejercicios de terapia que contiene cada uno de los fonemas como por ejemplo pronunciación del fonema aislado, silabas, palabras, discriminación fonética, entre otros.

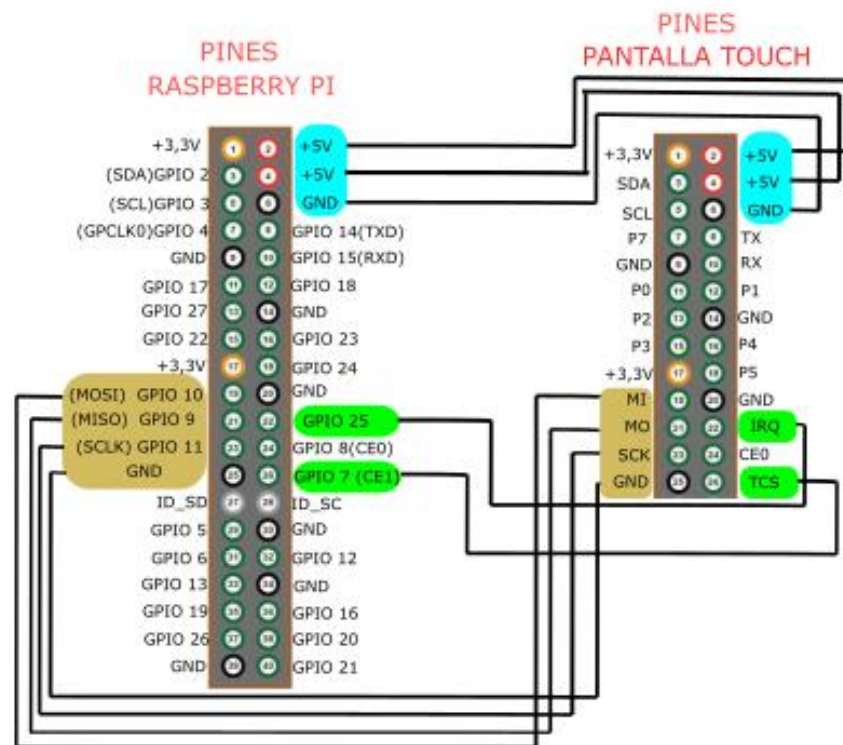


Figura 22. Esquema de conexión Raspberry Pi y Pantalla Touch

Fuente: Autora

Los pulsantes irán conectados a los pines digitales del arduino nano estos sirven para la controlar al asistente robótico, permitiendo que este camine, cambie de color el led que se encuentra en la cabeza del robot, de igual manera se utilizan dos sensores de fuerza resistiva o presión que se encuentran conectados a los pines analógicos del arduino A0 y A1 mediante un partidor de tensión para obtener el valor real de la resistencia al momento que sea presionado permitiendo el movimiento de las extremidades superiores del robot.

Para la alimentación de los dispositivos electrónicos se utilizó una fuente externa de 12V a 5A, y mediante una placa LM2596 regulamos el voltaje a 5V manteniendo la misma corriente, ya que al realizar pruebas con baterías lipo se pudo

notar que la corriente consumida especialmente por el Raspberry descargaba rápidamente a la misma, esto tomando en cuenta que solo se realizó el uso de la aplicación sin ningún otro componente, por ello se optó por la utilización de un medio externo de alimentación que satisfaga los requerimientos de voltaje y corriente para todo el esquema de la figura 19.

El diseño del PCB se desarrolló en el software Autodesk Eagle, lo primero que se hace es el esquemático del circuito para verificar las conexiones de cada uno de los elementos a utilizar, como se puede ver en la figura 23. Una vez realizado el esquemático se procede a realizar el ruteado (pistas) de cada una de las conexiones todo esto con la finalidad de tener mayor seguridad en el circuito y poder optimizar espacio. Ver figura 24.

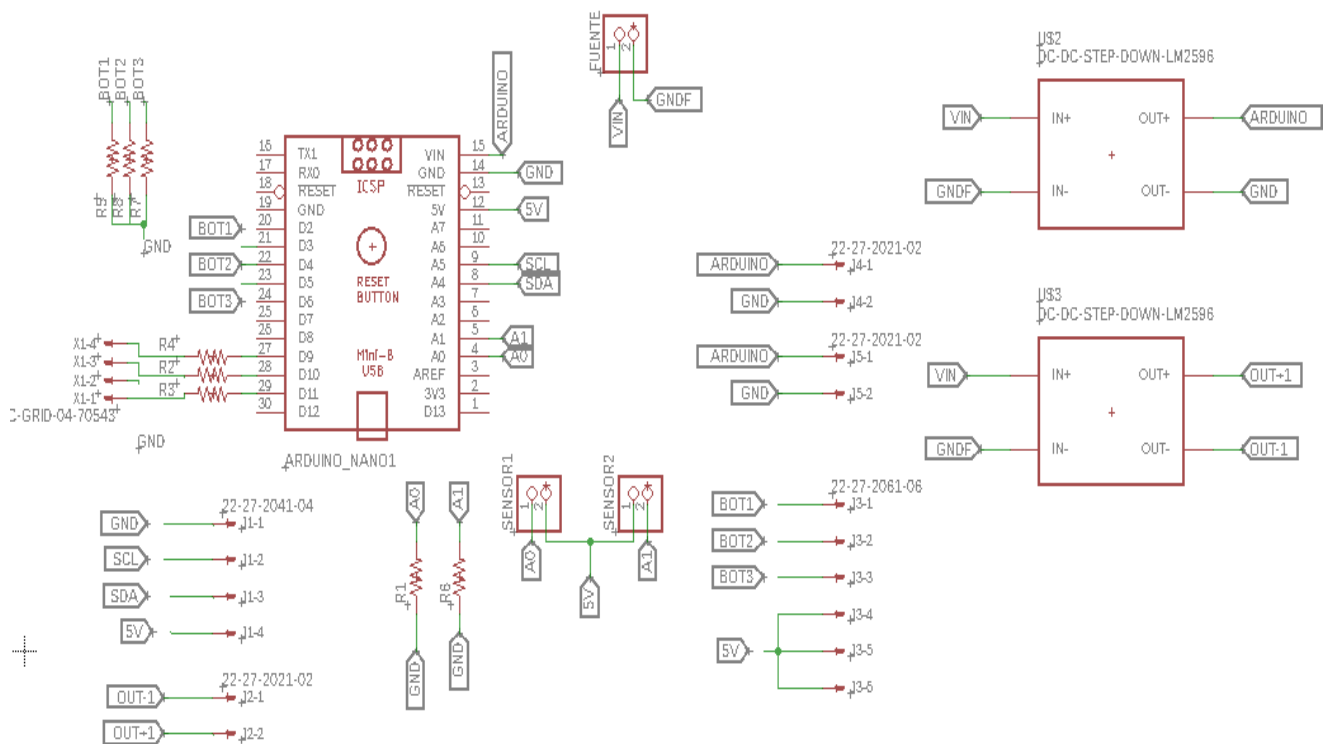


Figura 23. Diseño del Esquemático del circuito electrónico

Fuente: Autora

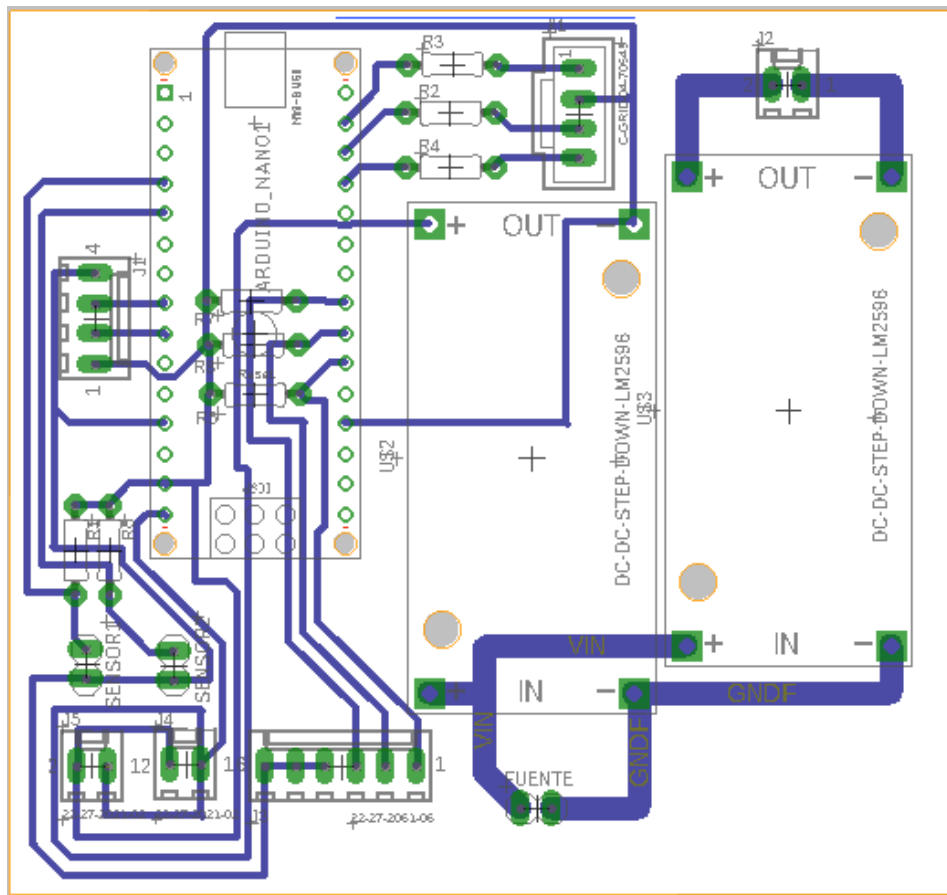


Figura 24. Pistas de la placa electrónica

Fuente: Autora

2.3 SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE PERIFÉRICOS Y SENSORES

En el sistema de comunicación se utilizó como maestro al microprocesador Raspberry Pi3 y como esclavo al microcontrolador Arduino, mediante una comunicación serial se envía la cadena de datos que entrelazan la aplicación realizada para poder brindar estímulos kinestésicos que se obtienen al mover los brazos los cuales en su interior contienen servomotores que son controlados por la tarjeta Arduino. Ahora bien, para poder obtener el movimiento de las diferentes extremidades se realizó una comunicación I2C entre el controlador y un driver PWM que brinda pulsos a los diferentes servos. De la misma forma se estableció una comunicación con los sensores de fuerza resistiva que al ser presionados envían valores al Arduino y si se encuentran dentro de un determinado rango realiza un movimiento previamente programado. Ver figura 25.

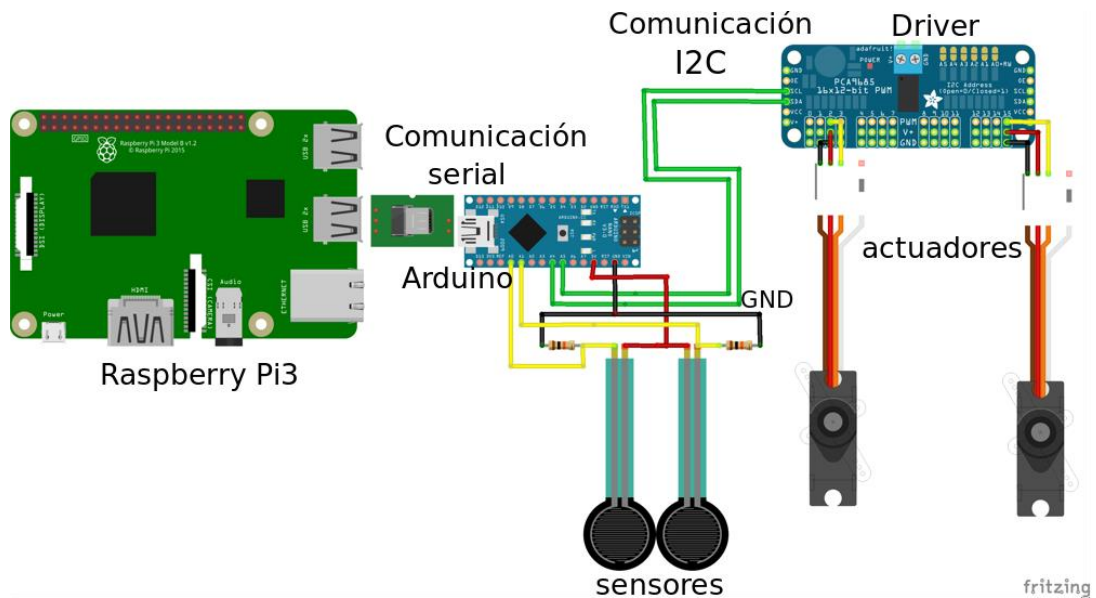


Figura 25. Comunicación I2C (arduino-driver) y Serial (arduino-raspberry)

Fuente: Autora

La comunicación I2C del arduino nano con el driver PCA9685 se realiza mediante la conexión de los pines SCL del driver con el pin A5 de arduino y SDA de driver con el pin A4 de arduino como muestra la figura 26.

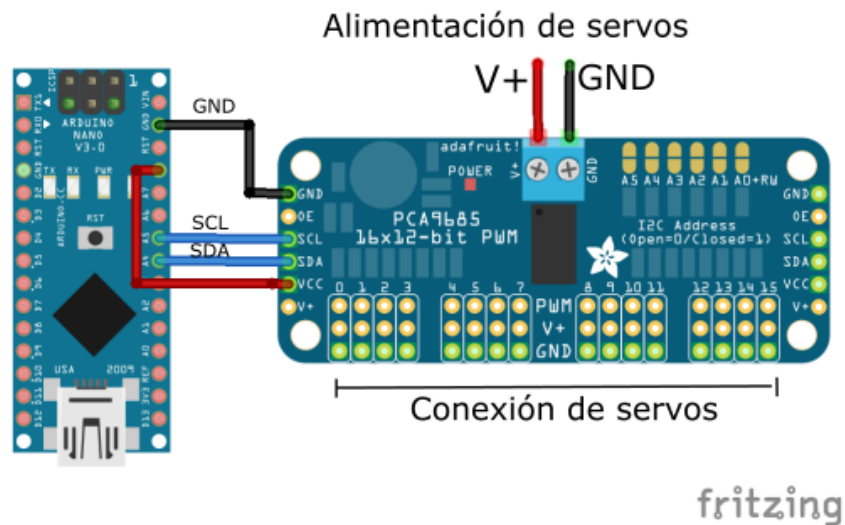


Figura 26. Comunicación I2C arduino y driver

Fuente: Autora

2.4 PROGRAMACIÓN DEL RECONOCIMIENTO DE VOZ MEDIANTE LA API

Para el reconocimiento de voz se tomó en cuenta que Google facilita a los diferentes navegadores varios módulos de API entre ellos uno de reconocimiento de

voz, ahora bien el Raspberry Pi cuenta con un navegador llamado “Chromium” que es un navegador de código abierto basado en el funcionamiento y ciertas similitudes que puede ofrecer Google Chrome, de esta manera lo que se realizó es la creación de un servidor HTML ,simultáneamente el software Python selecciona una imagen de una base de datos de pictogramas y fonemas, posteriormente el código realizado en HTML crea el navegador web donde se visualiza la imagen y se procede al reconocimiento de lo dicho por el niño con el uso de “Speech Recognition” que facilita el navegador Chromium y se compara con el nombre del pictograma brindando un estímulo de correcto o incorrecto de ser el caso ver figura 27. Cabe mencionar que cada vez que se inicie el proceso de reconocimiento de voz desde la aplicación los pictogramas que se mostrarán serán aleatorios y relacionados con los diferentes fonemas que han sido utilizados durante la sesión de terapia de los niños.

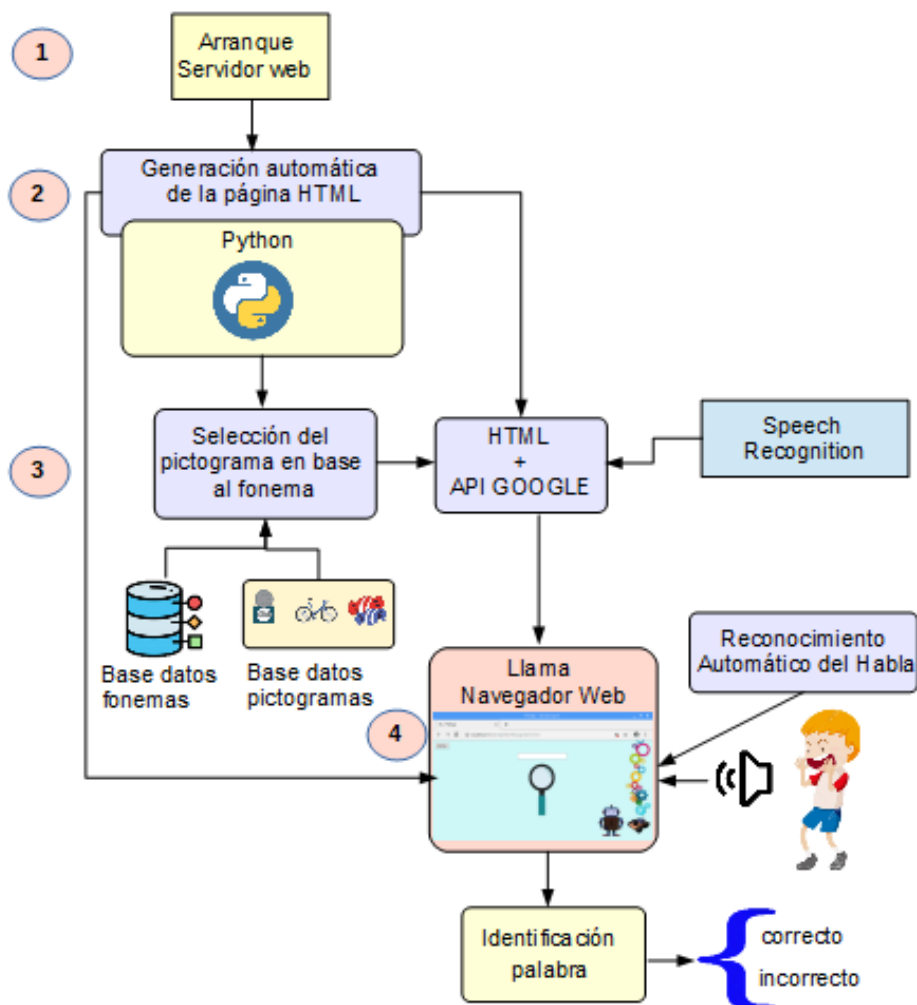


Figura 27. Diagrama de bloques para el reconocimiento de voz mediante API

Fuente: Autora

2.5 ENSAMBLAJE DEL ASISTENTE ROBÓTICO

Con los diseños de los asistentes robóticos que se aprecian en las figuras 10, 16, se procede a realizar la impresión de cada una de sus partes, para ello se utilizó la impresora 3D ANET A10 y LULZBOT TAZ disponibles en la Cátedra Unesco, para la impresión de cada parte se utilizó filamento PLA de colores celeste, rojo, tomate, negro y Golden; los archivos deberán estar en formato GCODE generados por el software Cura, el cual permite configurar los parámetros necesarios para una correcta impresión, la figura 28 indica el entorno del software y sus parámetros.

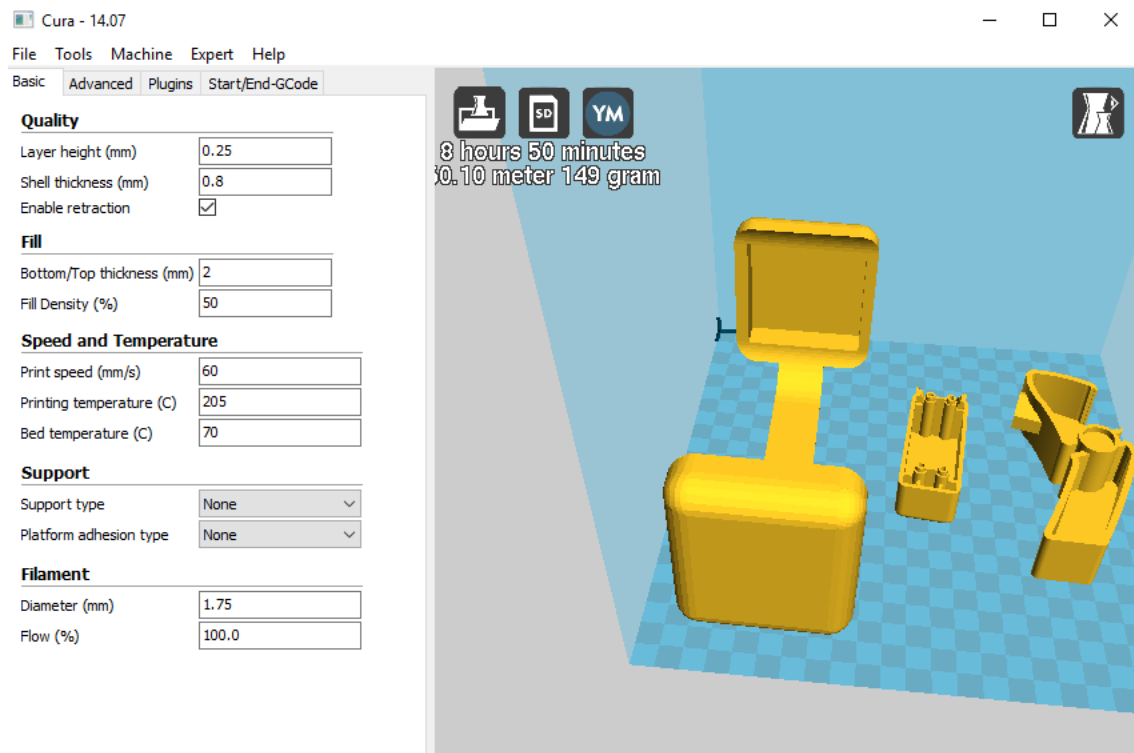


Figura 28. Entorno gráfico en Cura para modelado 3D

Fuente: Autora

La figura 29, muestra algunas de las partes impresas del asistente robótico cada una con medidas exactas para los componentes electrónicos que serán implementadas, para la tapa de la cabeza se usó acrílico y fue cortada con la máquina láser.



Figura 29. Partes del asistente robótico impresas

Fuente: Autora

A continuación, se muestra el ensamble de los asistentes robóticos conjuntamente con los componentes electrónicos, ver figura 30.

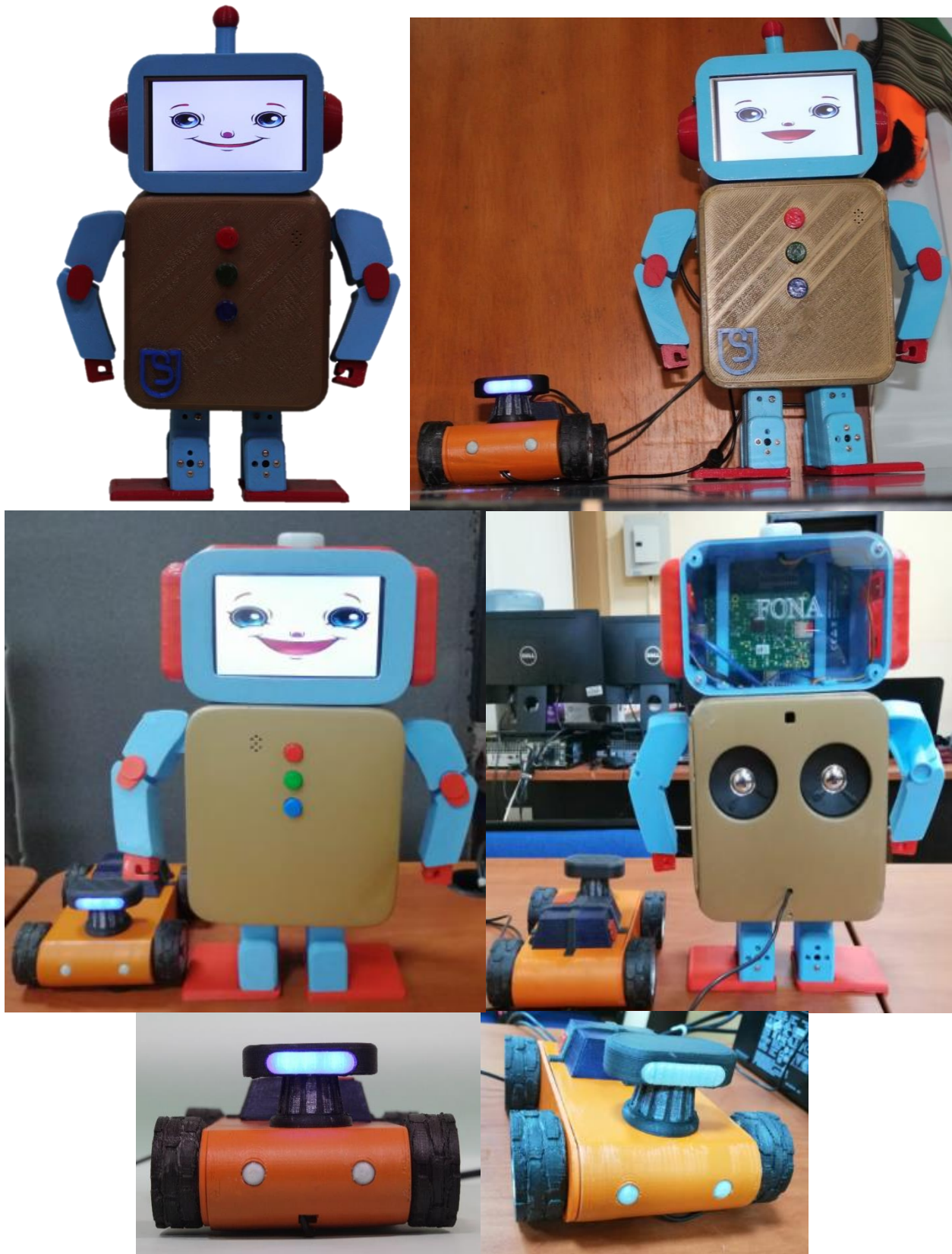


Figura 30. Asistentes robóticos

Fuente: Autora

CAPÍTULO 3: EXPERIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 DISEÑO DEL PLAN DE EXPERIMENTACIÓN

Para el diseño del plan de experimentación se planteó un modelo de evaluación que consta de tres partes. La primera parte refleja el avance de los niños en cada uno de los fonemas, y en ella se tiene todos los ejercicios de intervención, es decir, se considera la pronunciación del fonema en aislación, sílabas y palabras, también la parte de discriminación de imágenes, frases.

En la segunda parte se considera la atención y motivación del niño al momento de realizar la terapia. La atención y motivación se encuentra diseñada en escala de Likert. Ver Apéndices B.1 y B.2.

Por último, para la evaluación del reconocimiento de voz se estableció una base de datos con diferentes imágenes, las cuales fueron mostradas a los niños anotando aciertos y fallos para así obtener la efectividad del sistema. Ver Apéndice C.

3.2 EJECUCIÓN DEL PLAN DE EXPERIMENTACIÓN

La ejecución del plan de experimentación se llevó a cabo en el Centro de Desarrollo Infantil (CDI) Municipal “27 de Febrero” de la ciudad de Cuenca, se pretende realizar un análisis comparativo por ello se trabajó durante dos meses y medio con 10 niños, 5 niños recibieron terapia tradicional (sin asistente robótico) y el otro grupo de 5 niños con el asistente robótico.

El test ELCE consiste en mostrar dibujos que hacen referencia a los diferentes fonemas y se pide al niño que repita la figura mostrada, con esto se induce la articulación de palabras y sílabas en posición inicial, media y final. En el Apéndice B.3 se puede ver las fichas de evaluación realizadas por los terapeutas los cuales realizaron una intervención previa a los niños de entre 4 y 5 años que asisten al CDI para poder conocer las dificultades que ellos tenían con los fonemas, con los resultados de la misma se procedió a elegir los 10 niños que participarían en el plan de intervención.

Los niños presentan las siguientes características.

- Edad: entre 4 y 5 años
- Diagnóstico: dislalia funcional

Cada grupo está conformado por tres niñas y dos niños, todos ellos con dificultades en los diferentes fonemas. Las terapias de lenguaje se realizaron 2 veces por semana y el tiempo de cada sesión es de aproximadamente 30 a 40 minutos.

Cabe mencionar que las sesiones de terapia tanto de la manera tradicional y con el asistente robótico se realizaron los mismos días y la misma hora en aulas diferentes.

De la misma manera se realizaron las pruebas a niños del Centro de Estimulación Integral y Apoyo Psicoterapéutico (CEIAP) de la Universidad del Azuay, se trabajó con 2 niños con las siguientes características.

- Edad: entre 4 y 5 años
- Diagnóstico: retraso de lenguaje moderado por déficit auditivo

El niño recibió terapia tradicional y la niña terapia con el asistente robótico, los niños disponen de un implante coclear. Se brindaron sesiones de terapia durante 2

meses una vez por semana, con un tiempo de sesión de 30 minutos. En este grupo de niños se trabajó con el fonema /r/, ya que para ellos el grado de dificultad es mayor.

La “*Organización Mundial de la Salud (OMS)*” recomienda el nivel máximo de ruido que deben soportar los oídos es de 85 dB durante 8 horas al día en un lugar de trabajo para así no perder la audición y en las aulas de clase e interior de centros preescolares se debe estar a un nivel mínimo de 35dB para poder oír y entender los mensajes orales [46].

Con base a lo expuesto y para determinar la efectividad del reconocimiento de voz se realizó la prueba a 2 niños entre 5 a 6 años de edad, para ellos se tomaron diferentes muestras aplicando ruido de fondo de entre 35dB a 85dB con intervalos de 10 dB al momento de que el niño pronuncie la palabra.

3.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Las siguientes imágenes muestran los resultados obtenidos al aplicar el asistente robótico en los centros preescolares, todas las gráficas fueron generadas en Python.

La figura 31, muestra los resultados obtenidos en el CDI “27 de Febrero”, donde se puede observar el avance de los niños a los que se les brindó terapia con el asistente robótico y terapia de la forma tradicional. La primera gráfica radial en producción de sílabas demuestra la adquisición de las mismas respecto al número de sesiones de terapia, obteniendo un promedio general del grupo de niños lo que indica que la producción de sílabas fue de mayor efectividad utilizando terapia tradicional, mientras que en producción de palabras en posición inicial y media los resultados varían evidenciando que es mucho mejor la utilización del asistente robótico ya que adquieren la producción del fonema en un menor número de sesiones. En la gráfica de barras se puede observar los fonemas compuestos en su producción de forma aislada, de forma que una mayor cantidad de niños fueron capaces de desarrollar los fonemas indicados.

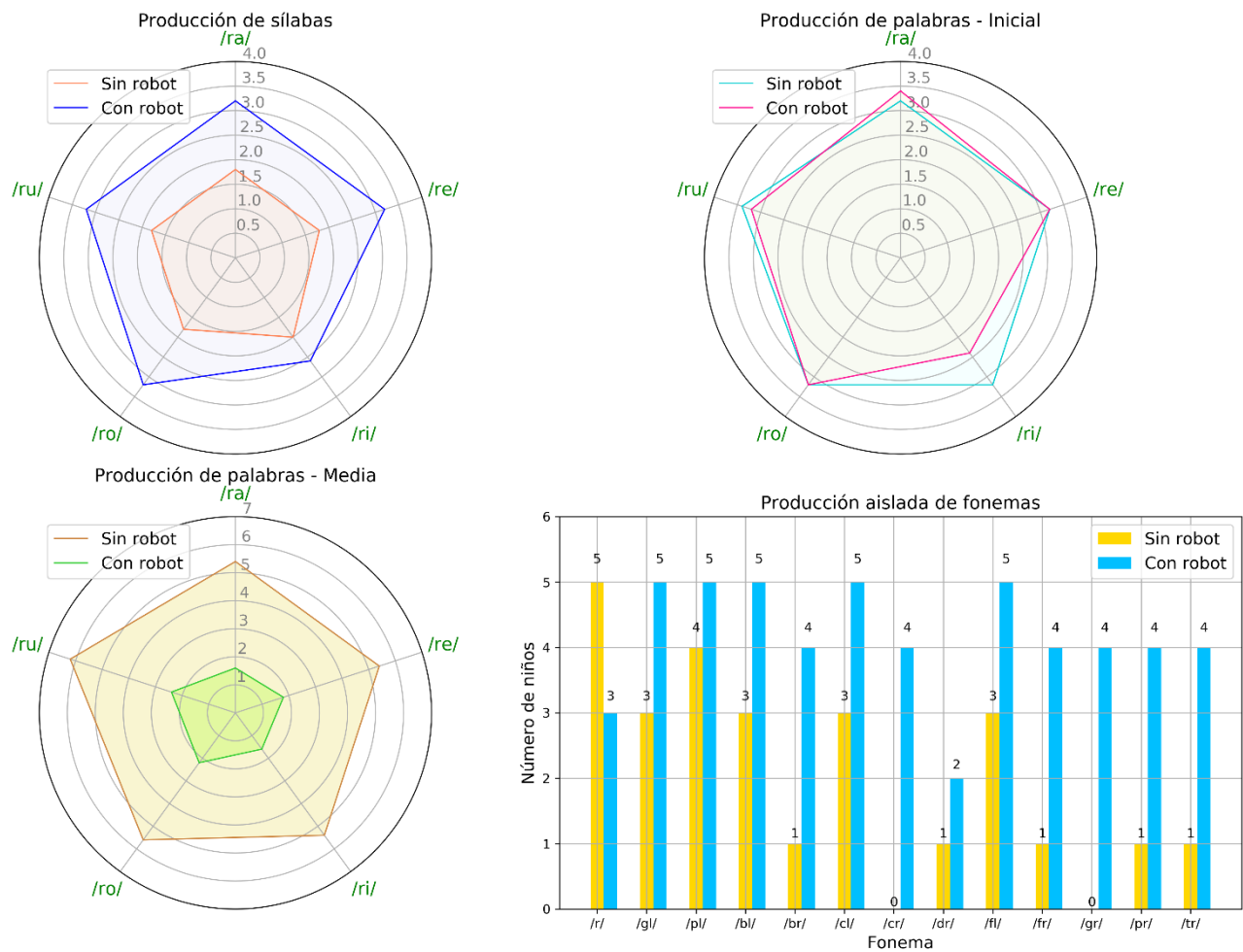


Figura 31. Gráficas del avance de los niños del CDI en los fonemas

Fuente: Autora

En la figura 32, se procedió a medir el tiempo de atención de los niños, obteniendo un promedio se resalta que al usar terapia tradicional se obtuvo un tiempo máximo de 20 a 25 minutos de atención, mientras que al usar el asistente robótico se obtuvo un tiempo de atención cercano a los 40 minutos que es el tiempo de duración de una sesión de terapia.

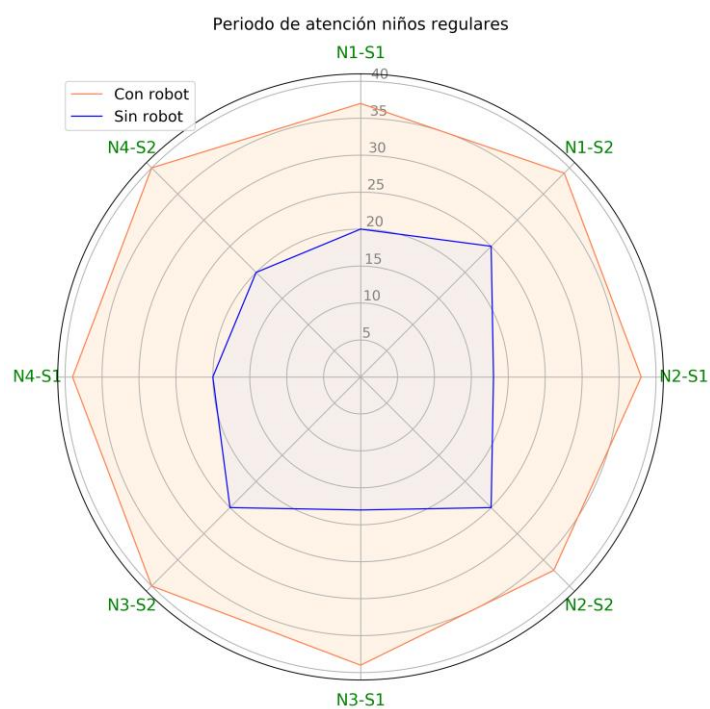


Figura 32. Tiempo de atención en las sesiones de terapia

Fuente: Autora

La tabla 2 muestra el promedio que se obtuvo al brindar terapia en el CDI, donde se indica el número de sesión que les tomó a los niños en adquirir los fonemas, también se refleja que los niños que trabajaron sin robot no los adquieren o no se les aplicó terapia en ciertos fonemas.

Tabla 2. Intervención Fonética en los niños del CDI Municipal “27 de Febrero”

Fuente: Autora

FONEMA		CON ROBOT	SIN ROBOT
PRODUCCIÓN EN SÍLABAS			
gl	gla	1	1
	gle	1	1
	gli	1	1
	glo	1	1
	galo	1	1
pl	pla	1.25	1.5
	ple	1	1.5
	pli	1	1.5
	plo	1.25	1.5
	plu	1	1.5
bl	bla	2	1
	ble	2	1
	bli	2.3	1
	blo	1	1

	blu	1	1
br	bra	1	1
	bre	1	1
	bri	1	1
	bro	1	1
	bru	1	1
cr	cra	1	No adquiere
	cre	1	No adquiere
	cri	1	No adquiere
	cro	1	No adquiere
	cru	1	No adquiere
ir	dra	1.5	3
	dre	1.5	3
	dri	1.5	3
	dro	1	3
	dru	1	No adquiere
gr	gra	1	No aplica
	gre	1	No aplica
	gri	1	No aplica
	gro	1	No aplica
	gru	1	No aplica
PRODUCCIÓN DE PALABRAS			
	gl	1.1	1.3
	pl	1.9	1.7
	bl	2.8	1
	br	1	1.2
	cl	1.4	2.3
	cr	1	No aplica
	dr	2	3
	fl	1.1	1.4
	fr	1.1	1
	gr	1.05	No aplica
	pr	2.1	1
	tr	1.1	1
DISCRIMINACIÓN FONÉTICA			
	r	1.58	4.34
	gl	1.12	1.43
	pl	1.22	1.93
	bl	1.85	1.57
	br	1.06	1.55
	cl	1.25	1.8
	fl	1.22	1.5
	fr	1	1
	gr	1.06	No aplica
	pr	1.61	1.5
	tr	1.05	1

La figura 33, muestra los resultados obtenidos en el CEIAP de niños con implante coclear, en la primera gráfica podemos ver el nivel de atención comparando el uso del robot y la terapia tradicional. En la primera sesión fue similar, sin embargo, para las demás sesiones el nivel de atención fue más alto comparado con el resto de sesiones. En la gráfica del nivel de motivación se puede observar que el robot brinda una amplia motivación al paciente para la realización de la terapia, de la misma forma para el tiempo de atención el resultado fue favorable con el uso del robot. Mientras que en la última gráfica el niño adquiere sin ninguna dificultad una determinada sílaba y presenta dificultad con otra tanto en la utilización del robot y en la terapia tradicional.

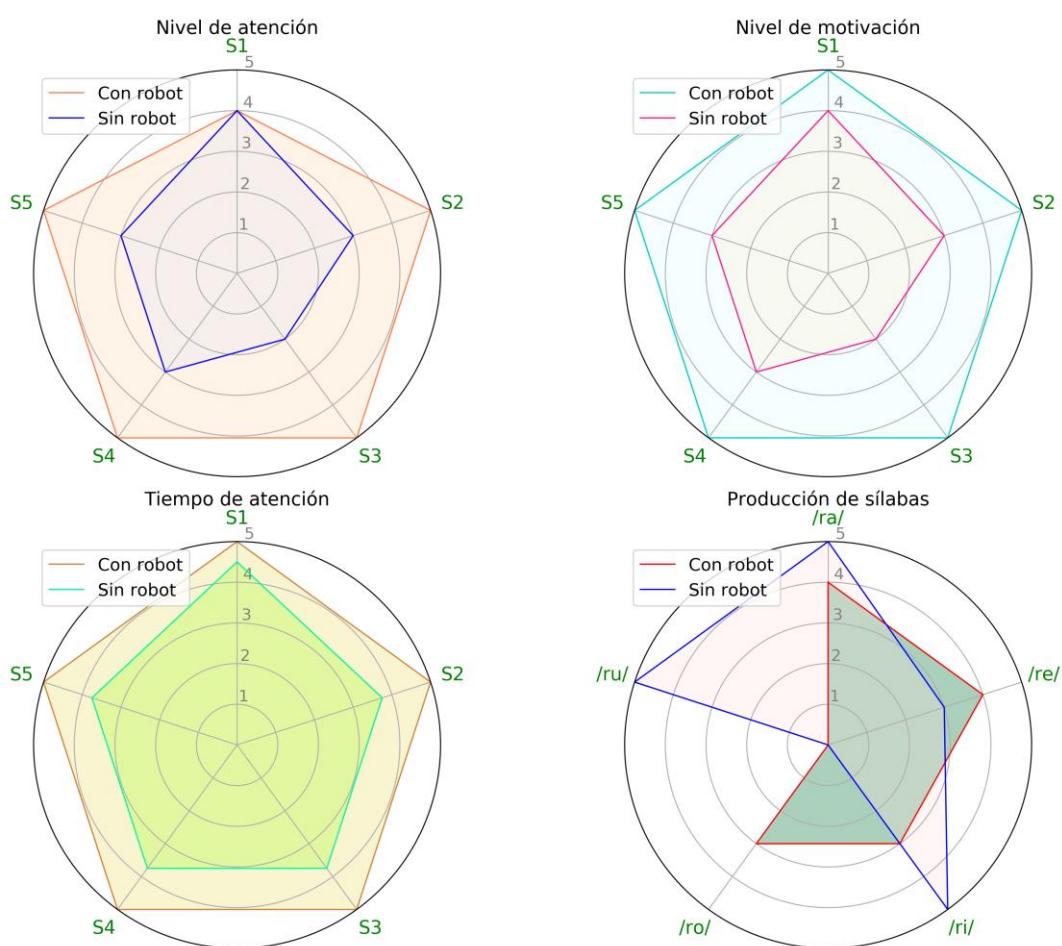


Figura 33. Gráficas del avance de los niños del CEIAP en los fonemas

Fuente: Autora

En la tabla 3, se establece un análisis comparativo de la intervención fonética de los niños que asisten al CEIAP, en ella podemos observar las diferentes palabras

que se utilizaron en la terapia con el fonema r de manera aislada y producción de palabras en posición inicial, media y final además del número de sesiones que le tomo a cada niño en adquirir dicho fonema.

Tabla 3. Intervención Fonética en los niños del CEIAP de la Universidad del Azuay

Fuente: Autora

	CON ROBOT	SIN ROBOT
FONEMA AISLADO		
/r/ aislado	2. ^a sesión	3. ^a sesión
PRODUCCIÓN PALABRAS EN POSICIÓN INICIAL		
ratón	3. ^a sesión	5. ^a sesión
raqueta	No adquiere	No adquiere
rama	4. ^a sesión	5. ^a sesión
reloj	3. ^a sesión	5. ^a sesión
resbaladera	4. ^a sesión	No adquiere
red	4. ^a sesión	5. ^a sesión
río	4. ^a sesión	5. ^a sesión
rompecabezas	3. ^a sesión	No adquiere
rosa	No adquiere	No adquiere
rueda	No adquiere	No adquiere
PRODUCCIÓN PALABRAS EN POSICIÓN MEDIA		
pera	1. ^a sesión	No adquiere
torero	No adquiere	No adquiere
mariposa	2. ^a sesión	No adquiere
toro	3. ^a sesión	No adquiere
números	No adquiere	No adquiere
Perú	No adquiere	No adquiere
PRODUCCIÓN PALABRAS EN POSICIÓN FINAL		
caminar	4. ^a sesión	No adquiere
tambor	5. ^a sesión	No adquiere

En la figura 34, se puede observar el rango de alcance del micrófono para el reconocimiento de voz, para el mismo se realizó la prueba con 15 palabras aleatorias de las cuales se obtuvo un promedio general siendo “1” una efectividad máxima, de la misma se determinó que hasta un rango de 75 decibeles se obtiene una efectividad por arriba del 50%, sin embargo al existir mayor ruido alcanzando 85 decibeles se obtiene un valor más pequeño de efectividad de solo el 40% lo que ocasionaría el correcto funcionamiento del sistema de reconocimiento de voz , además que los 85 db es un valor que puede conllevar ciertos malestares físicos al oído humano.

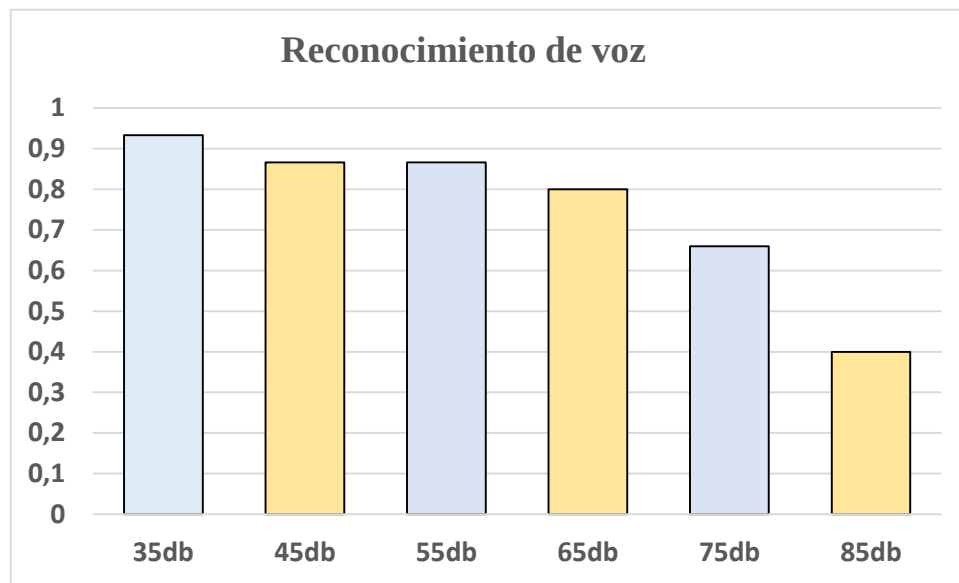


Figura 34. Gráficas de barras sobre la efectividad del reconocimiento de voz

Fuente: Autora

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

4.1 CONCLUSIONES

Mediante la aplicación de las encuestas se determinó que el asistente robótico tiene una percepción “positiva” y “altamente positiva” dentro de la comunidad de estudiantes de Educación Inicial y Estimulación Temprana, de la misma manera al realizar una encuesta a los niños se pudo obtener resultados de aceptación acerca del color y forma del robot.

Con los resultados obtenidos al implementar el asistente robótico se puede decir que los niveles de motivación y atención de los niños aumentaron considerablemente a comparación de una terapia convencional, además según la evaluación realizada a los niños se pudo denotar que con el asistente robótico se alcanzó un mayor número de fonemas en las terapias adquiriéndolo favorablemente. De la misma manera al aplicarlo en niños que presentan discapacidad auditiva y utilizan implante coclear reaccionó de manera positiva al uso del asistente robótico alcanzando los niveles de aprendizaje de manera más efectiva.

El asistente robótico puede ser utilizado en los hogares de los niños que asisten a terapia como una herramienta de refuerzo ya que con el análisis realizado se pudo comprobar que los niños llegan a adquirir el conocimiento acerca del fonema de estudio, con lo cual su utilización podría disminuir aún más el tiempo de recepción de las diferentes letras.

Debido a estos resultados se puede llegar a la conclusión que la implementación del asistente robótico humanoide ha tenido una aceptación de parte de los terapeutas y de los niños que asisten a las sesiones, siendo una herramienta alternativa para tratar el trastorno del lenguaje denominado “Dislalia” respecto a la terapia normal a la que asisten los pacientes.

4.2 TRABAJO FUTURO

Con la aceptación que ha recibido el robot dentro de las sesiones de terapia tanto por especialistas como por niños se puede implementar más funcionalidades al mismo tales como:

- Plantear más ejercicios que permitan aumentar las opciones de aprendizaje para trabajar en las sesiones de terapia.
- Agregar a la aplicación los fonemas faltantes para brindar un campo aún más grande de aplicabilidad.

De la misma manera se puede desarrollar una aplicación móvil que permita una mejor interacción entre el usuario y el asistente robótico, la cual podría comandar diferentes aspectos del mismo como movimiento de los brazos, caminata y la visualización de la aplicación como tal.

Basados en la teoría de conocimiento de resultados y considerando la recomendación del Dr. Krupke de la Universidad de St. Ambrose de Estados Unidos se puede incorporar en la aplicación una retroalimentación acerca de la correcta colocación de la lengua para poder realizar una buena articulación de los fonemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] V. Velásquez, K. Mosquera, V. Robles, *et al.*, “An educational robotic assistant for supporting therapy sessions of children with communication disorders,” 102, 2019.
- [2] J. Larrea and J. Riofrio, *INEC*. Ecuador.
- [3] G. Viteri, “Situación de la educación en el Ecuador,” p. 24.
- [4] C. Arcos Cabrera and B. Espinosa, *Desafíos de la educación en el Ecuador calidad y equidad*, Flacso. Ecuador, 2008.
- [5] V. Robles *et al.*, “A proposal of a virtual robotic assistant and a rule-based expert system to carry out therapeutic exercises with children with Dyslalia,” *2018 IEEE Third Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)*, Cuenca, Ecuador, p. 6, 15-Oct-2018.
- [6] I. Nacional, D. Sordera, and T. De, “El trastorno específico del lenguaje,” *NIH*, p. 4, 2011.
- [7] J. Moreno, Iveth; Muñoz, Lilia; Serracín, José Rolando; Quintero, Jacqueline; Pittí Patiño, Kathia; Quiel, “La Robótica Educativa, Una Herramienta Para La Enseñanza-Aprendizaje De Las Ciencias Y Las Tecnologías,” *Teoría la Educ. Educ. y Cult. en la Soc. la Inf.*, vol. 13, no. 2, pp. 74–90, 2012.
- [8] E. Kärnä-lin, K. Pihlainen-bednarik, E. Sutinen, and M. Virnes, “Can Robots

- Teach ? Preliminary Results on Educational Robotics in Special Education,” Kerkrade, Países Bajos, 9089632, 2006.
- [9] D. J. Lancheros-cuesta and J. A. Cifuentes, “Robótica educativa : una experiencia de enseñanza y aprendizaje en niños con trastornos del Espectro Autista Educational robotics : a teaching and learning Spectrum,” pp. 1–6.
 - [10] J. G. Ochoa-Guaraca, M., Carpio-Moreta, M., Serpa-Andrade, L., Robles-Bykbaev, V., Lopez-Nores, M., & Duque, “A robotic assistant to support the development of communication skills of children with disabilities,” pp. 1–8.
 - [11] J. Robles-Bykbaev, V., Ochoa-Guaraca, M., Carpio-Moreta, M., Pulla-Sánchez, D., Serpa-Andrade, L., López-Nores, M., & García-Duque, “Robotic assistant for support in speech therapy for children with cerebral palsy,” pp. 1–6.
 - [12] UNESCO, *Strong foundations: Early childhood care and education*. 2007.
 - [13] C. Robson and P. Evans, “Educating children with disabilities in developing countries: the role of data sets,” 2003.
 - [14] E. G. Vallejo, “ROBOTIC THERAPY WITH THERAPEUTIC AIMS IN CHILDREN WITH TRAUMATIC BRAIN INJURY : BIBLIOGRAPHIC REVIEW,” pp. 29–37.
 - [15] L. V Calderita, P. Bustos, C. Suárez, and F. Fernández, “Asistente Robótico Socialmente Interactivo para Terapias de Rehabilitación Motriz con Pacientes de Pediatría,” vol. 12, no. 1, pp. 99–110, 2014.
 - [16] CONADIS, “Agenda Nacional para la Igualdad en Discapacidades 2013-2017,” Quito, p. 208, 2017.
 - [17] J. C. Calderon Cango, Christian Stalin. Quizhpi Arichábala, Luis Armando. Medina Valenzuela, “Prevalencia de la Dislalia Funcional en niños/as de 5 a 8 años Matriculados en primero, segundo y tercer año de básica en la Escuela “Ciudad de Azogues” durante el periodo Febrero-Agosto 2012,” Universidad de Cuenca, 2012.
 - [18] S. Rodriguez, *Comunicación, Lenguaje y Trastornos del Lenguaje*, Universida. .
 - [19] S. Zamora Ulloa, “La Dislalia en Educación Inicial: Estrategias para uso Docente,” Universidad del Azuay, 2008.
 - [20] R. Aranda, *Atención Temprana en educación infantil*. España, 2008.
 - [21] J. Gonzáles, *Alteraciones del Habla en la Infancia*, Panamerica. Buenos Aires, Argentina, 2008.

- [22] R. B. Abardía, “Dislalia: síntomas, causas y tratamiento,” *lifeder.com*. [Online]. Available: <https://www.lifeder.com/dislalia/>. [Accessed: 13-Aug-2018].
- [23] A. Barros, D. E. F. Y. Fern, and A. Flores, “Dislalia : ¿Problems de lenguaje o problems de habla?,” vol. 45, no. 16, pp. 501–504, 1974.
- [24] R. Soto, *Didáctica del Lenguaje de los Estudios Sociales para alumnos con necesidades especiales*, Universida. Costa Rica, 2005.
- [25] A. García, “DISLALIAS,” pp. 1–25.
- [26] M. A. Ayala-Paredes, “La terapia del lenguaje , fonoaudiología o logopedia The therapy of language , fonoaudiology or logopedia Terapia da fala , a terapia da fala ou terapia da fala,” vol. 2, no. 5, pp. 1330–1339, 2017.
- [27] G. Guzman, “Dislalia: tipos, síntomas, causas y tratamiento.” [Online]. Available: <https://psicologiaymente.com/desarrollo/dislalia>. [Accessed: 23-Sep-2018].
- [28] C. S. Gassó, “Exploración de la nariz, los senos paranasales y la rinofaringe,” pp. 191–201.
- [29] J. Suárez, R. Flórez, and P. Espinosa, “EMPLEO DEL NASÓMETRO 6200 EN LA EVALUACIÓN FONOAUDIOLÓGICA DE LA NASALIDAD EN INFANTES COLOMBIANOS,” vol. 59, no. 3, pp. 245–254, 2011.
- [30] J. Bernstein, E. Cronol, E. Mental, and C. Intelectual, “INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL TEST DE GOODENOUGH,” no. Ci, pp. 1–20.
- [31] Saltos Marlene, “Estrategias metodológicas para mejorar la dislalia en niños en el primer año de EGB de escuela Francisco E. Tamariz de Challuabamba en el año lectivo 2015 - 2016,” Universidad Politécnica Salesiana, 2016.
- [32] M. Luisa and V. Verdú, “Retraso del lenguaje.” [Online]. Available: https://spaoyex.es/sites/default/files/pdfs/retraso_lenguaje.pdf.
- [33] M. Ladrón de Guevarra, *Mejora del proceso de comunicación con el usuario*, 2018th ed. San Millán, 2018.
- [34] L. Briceño, ““ TRASTORNOS DEL LENGUAJE Y SU IN CIDENCIA EN EL DE EDUCACIÓN BÁSICA PARALELO A DE LA UNIDAD EDUCATIVA LUIS A. MARTÍNEZ DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”,” Universidad Técnica de Ambato, 2013.
- [35] M. A. M. D, M. Atienza, and M. Dolores, “Trastornos de la comunicación oral,” vol. 8, Madrid, p. 23, Mar-2010.
- [36] M. Jesús and V. Baldares, “Autismo infantil,” vol. 26, no. 2, pp. 44–58, 2012.

- [37] O. Guaraca, M. Esteban, C. Moreta, and M. Antonio, “Robot autónomo de soporte y asistencia para niños con discapacidades o desordenes de la comunicación,” Universidad Politécnica Salesiana, 2016.
- [38] M. Ochoa-guaraca, D. Pulla-sánchez, V. Robles-, M. López-nores, M. Carpio-moreta, and U. De Vigo, “Un sistema híbrido basado en asistentes robóticos y aplicaciones móviles para brindar soporte en la terapia de lenguaje de niños con discapacidad y trastornos de la comunicación speech therapy for children with disabilities and communication disorders,” vol. 6, pp. 77–87, 2017.
- [39] V. E. Robles-bykbaev, M. López-nores, J. J. Pazos-arias, and J. García-duque, “RAMSES : A Robotic Assistant and a Mobile Support Environment for Speech and Language Therapy,” Pontevedra, Spain, 15345700, 2015.
- [40] J. Cortés and B. Olivia L, “Retina.” [Online]. Available: https://retina.elpais.com/retina/2018/02/01/innovacion/1517483535_008404.html. [Accessed: 14-Oct-2018].
- [41] “‘Coco’, un robot terapeuta para niños con autismo,” 12 Septiembre. [Online]. Available: <https://www.soziabile.es/diversidad/coco-un-robot-terapeuta-para-ninos-con-autismo>. [Accessed: 23-Nov-2018].
- [42] A. Moncayo *et al.*, “INTERACCIÓN DE UN ROBOT MINI-HUMANOIDE TERAPIA DE LENGUAJE EN NIÑOS DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA ”,” ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, 2017.
- [43] H. Kozima, “Interactive Robots for Communication-Care : A Case-Study in Autism Therapy,” pp. 341–346, 2005.
- [44] V. Robles, C. Contreras, L. Matute, E. Lema, Y. Robles, and P. Suquilanda, “An educational environment based on stuffed toy robots, mobile apps, and expert systems to provide support in the early development of children,” *COLCOM*, p. 6, 2019.
- [45] B. Robins, K. Dautenhahn, and P. Dickerson, “From Isolation to Communication : A Case Study Evaluation of Robot Assisted Play for Children with Autism with a Minimally Expressive Humanoid Robot,” 2009.
- [46] Organización Mundial de la Salud, “GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO,” Ginebra.

APÉNDICES

APÉNDICE A: ENCUESTAS

APÉNDICE A.1: DISEÑO DE LA ENCUESTA APLICADO A ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY



ENCUESTA SOBRE LA UTILIDAD DE EMPLEAR UN ASISTENTE ROBOTICO PARA BRINDAR SOPORTE EN LOS PROCESOS DE REHABILITACION PARA NIÑOS CON TRASTORNOS DE COMUNICACION (DISLALIA)

Nombre: _____

Edad: _____

Género: Masculino _____

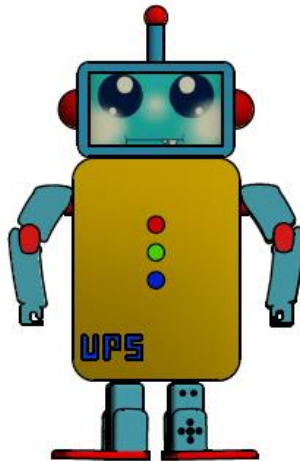
Femenino _____

Profesión: _____

Área en la que trabaja _____

Tipo de discapacidad de los niños con los que trabaja: _____

1. ¿Qué opina de la forma del robot?:

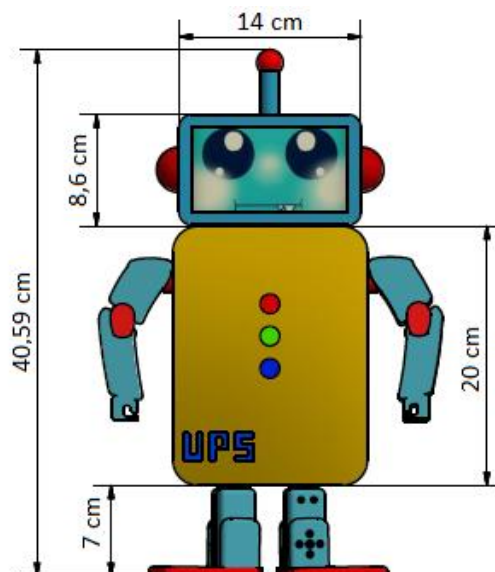


- ☐ Me gusta muchísimo
- ☐ Me gusta mucho
- ☐ Me gusta
- ☐ Me gusta muy poco
- ☐ No me gusta en lo absoluto

2. ¿Qué opina acerca de los colores del robot?:

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Un poco en desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

3. ¿Qué opina de las dimensiones del robot?:



- () Demasiado grande
- () Grande
- () Suficiente
- () Un poco pequeño
- () Demasiado pequeño

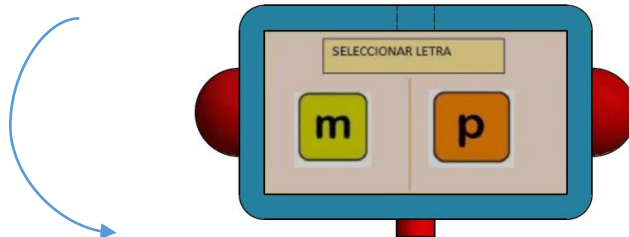
4. ¿Qué opina de que los ejercicios se muestren en la pantalla táctil que se encuentra en la cabeza?:



- () Totalmente de acuerdo
- () Muy de acuerdo
- () De acuerdo
- () Un poco en desacuerdo
- () Totalmente en desacuerdo

5. ¿Qué opina de que los ejercicios sigan una secuencia como la que se muestra a continuación?

Primera Etapa



En la pantalla se muestran las letras que se puede elegir para iniciar con los ejercicios de trabajo.

Segunda Etapa



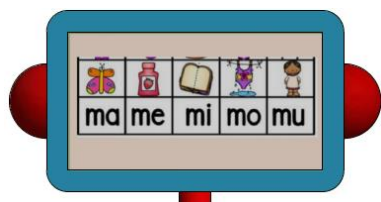
Una vez elegida la letra se muestra tres opciones que son:

Silabas, Cuento, Imágenes

Tercera Etapa



Si se elige la opción silaba se mostrará la forma adecuada de pronunciar la letra.



Una vez que se indica la pronunciación se enseña la letra con unión de las vocales.



Si se elige la opción cuento se muestra un cuento con pictogramas de la letra “m”.



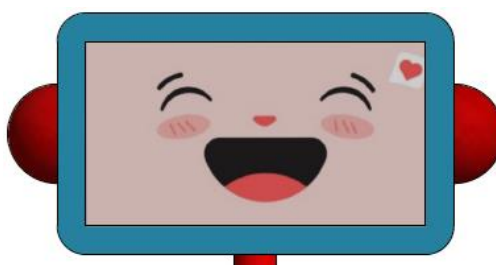
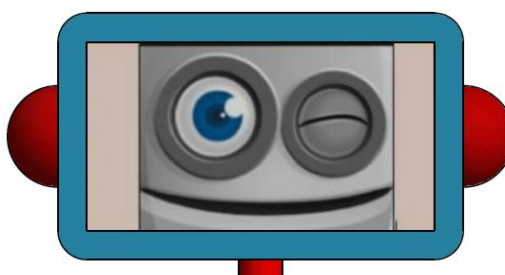
Si se elige la opción imágenes se pregunta qué dibujo corresponde con la letra estudiada. **(En caso de elegir la letra “p” se presenta el mismo proceso)**

- () Totalmente de acuerdo
- () Muy de acuerdo
- () De acuerdo
- () Un poco en desacuerdo
- () Totalmente en desacuerdo

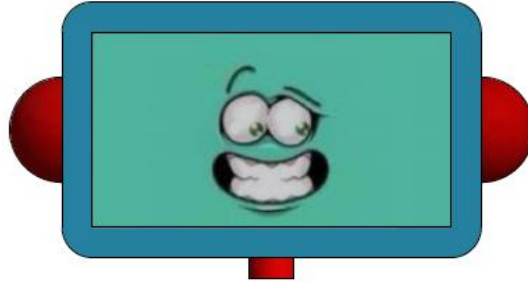
6. ¿Qué opina acerca de las expresiones que hace el robot?:

Cuando el niño elija un ejercicio a realizar de inmediato se muestra una imagen y un mensaje de voz que dice: “está bien”

Cada vez que el niño acierte en un ejercicio, se presenta una imagen con un mensaje de voz que dice: “Lo hiciste muy bien”.



Si el niño aun presenta fallas al resolver un ejercicio se presenta una imagen con un mensaje de voz que dice: “Inténtalo otra vez”



- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Un poco en desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

7. ¿Qué opina acerca de la posibilidad de que el robot tenga movilidad en los brazos, para enseñar al niño a diferenciar el brazo izquierdo y derecho?:

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Un poco en desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

8. ¿Qué opina acerca de que el robot pueda interactuar con dispositivos móviles (celular, Tablet) para presentar diferentes aplicaciones como: sopa de letras, completar palabras, etc.?:

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Un poco en desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

9. ¿Qué opina acerca de que el robot pueda brindar estímulos kinestésicos tales como: expresiones en el rostro, movimientos de articulaciones?:

- ☐ Sería totalmente útil para el niño/a
- ☐ Sería muy útil para el niño/a
- ☐ Sería útil para el niño/a
- ☐ Sería muy poco útil para el niño/a

() No sería nada útil para el niño/a

10. ¿Qué opina acerca de que el robot tenga una antena que al pulsar de un saludo de bienvenida a los niños?:

() Totalmente de acuerdo

() Muy de acuerdo

() De acuerdo

() Un poco en desacuerdo

() Totalmente en desacuerdo

A continuación, se muestran imágenes de lo que fue la evaluación a los estudiantes de la Universidad del Azuay, para ello se mostró la encuesta en un proyector disponible en la Universidad para apreciar los colores del asistente robótico.

ENCUESTA SOBRE LA UTILIDAD DE EMPLEAR UN ASISTENTE ROBÓTICO PARA BRINDAR SOPORTE EN LOS PROCESOS DE REHABILITACIÓN PARA NIÑOS CON TRASTORNOS DE COMUNICACIÓN (DISLALIA)

Nombre: _____

Edad: 22 años

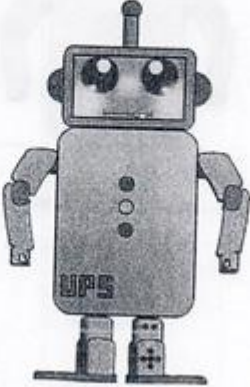
Género: Masculino _____ Femenino X

Profesión: Solista

Área en la que trabaja: Educación Infantil

Tipo de discapacidad de los niños con los que trabaja: Todas

1. ¿Qué opina de la forma del robot?:

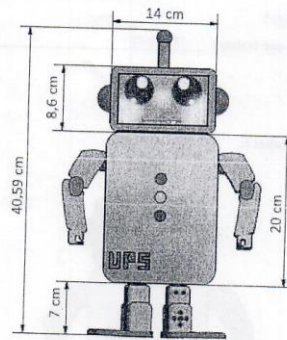


- ☒ Me gusta muchísimo
☐ Me gusta mucho
☐ Me gusta
☐ Me gusta muy poco
☐ No me gusta en lo absoluto

2. ¿Qué opina acerca de los colores del robot?:

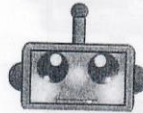
- ☐ Totalmente de acuerdo
☐ Muy de acuerdo
☒ De acuerdo
☐ Un poco en desacuerdo
☐ Totalmente en desacuerdo

3. ¿Qué opina de las dimensiones del robot?:



- ☐ Demasiado grande
☒ Grande
☐ Suficiente
☐ Un poco pequeño
☐ Demasiado pequeño

4. ¿Qué opina de que los ejercicios se muestren en la pantalla táctil que se encuentra en la cabeza?:



- ☒ Totalmente de acuerdo
☐ Muy de acuerdo
☐ De acuerdo
☐ Un poco en desacuerdo
☐ Totalmente en desacuerdo

5. ¿Qué opina de que los ejercicios sigan una secuencia como la que se muestra a continuación?

Primera Etapa



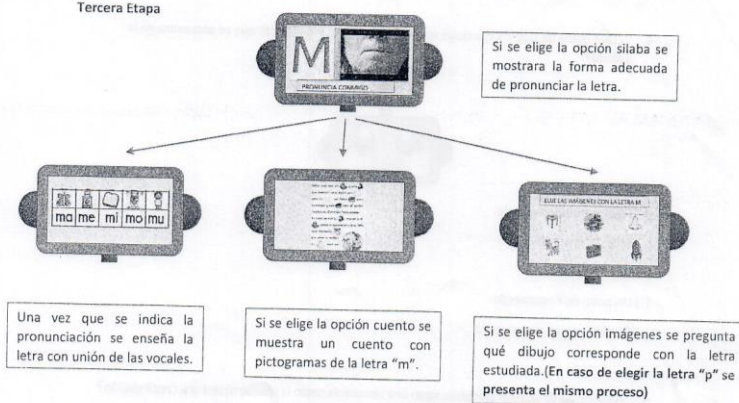
En la pantalla se muestran las letras que se puede elegir para iniciar con los ejercicios de trabajo.

Segunda Etapa



Una vez elegida la letra se muestra tres opciones que son:
 Silabas, Cuento, Imágenes

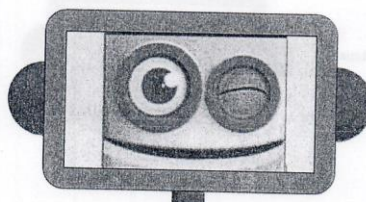
Tercera Etapa



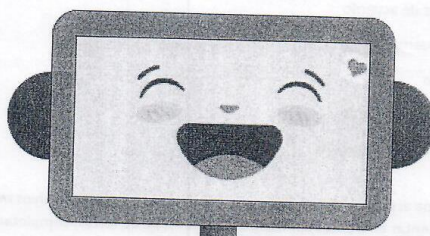
- ☒ Totalmente de acuerdo
- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Un poco en desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

6. ¿Qué opina acerca de las expresiones que hace el robot?:

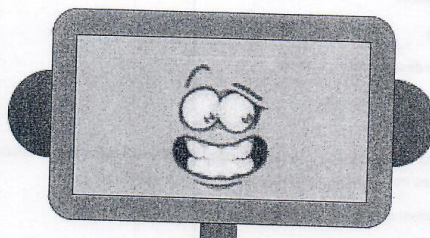
Cuando el niño elija un ejercicio a realizar de inmediato se muestra una imagen y un mensaje de voz que dice: "esta bien"



Cada vez que el niño acierte en un ejercicio, se presenta una imagen con un mensaje de voz que dice: "Lo hiciste muy bien".



Si el niño aun presenta fallas al resolver un ejercicio se presenta una imagen con un mensaje de voz que dice: "Inténtalo otra vez"



- ☒ Totalmente de acuerdo
- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Un poco en desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

7. ¿Qué opina acerca de la posibilidad de que el robot tenga movilidad en los brazos, para enseñar al niño a diferenciar el brazo izquierdo y derecho?:

- ☒ Totalmente de acuerdo
- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Un poco en desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

8. ¿Qué opina acerca de que el robot pueda interactuar con dispositivos móviles (celular, Tablet) para presentar diferentes aplicaciones como: sopa de letras, completar palabras, etc ? :

- ☒ Totalmente de acuerdo
- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Un poco en desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

9. ¿Qué opina acerca de que el robot pueda brindar estímulos kinestésicos tales como: expresiones en el rostro, movimientos de articulaciones? :

- ☐ Sería totalmente útil para el niño/a
- ☒ Sería muy útil para el niño/a
- ☐ Sería útil para el niño/a
- ☐ Sería muy poco útil para el niño/a
- ☐ No sería nada útil para el niño/a

10. ¿Qué opina acerca de que el robot tenga una antena que al pulsar de un saludo de bienvenida a los niños?:

- ☒ Totalmente de acuerdo
- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Un poco en desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

APÉNDICE A.2: DISEÑO DE LA ENCUESTA APLICADO A NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS



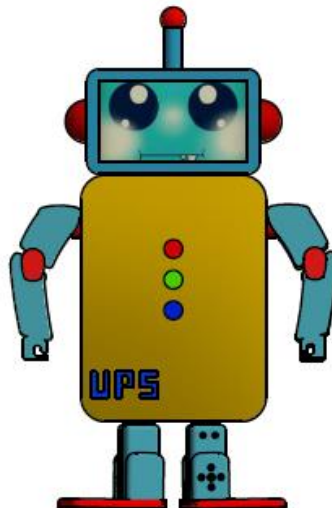
ENCUESTA SOBRE LA UTILIDAD DE EMPLEAR UN ASISTENTE ROBOTICO PARA BRINDAR SOPORTE EN LOS PROCESOS DE REHABILITACION PARA NIÑOS CON TRASTORNOS DE COMUNICACIÓN (DISLALIA)

Nombre: _____

Edad: _____

Género: Masculino _____ Femenino _____

1. ¿Qué opina de la forma del robot?:



Me gusta
muchísimo



Me gusta
mucho



Me gusta



Me gusta muy
poco



No me gusta en
lo absoluto

2. ¿Qué opina acerca de los colores del robot?:



Totalmente de
acuerdo

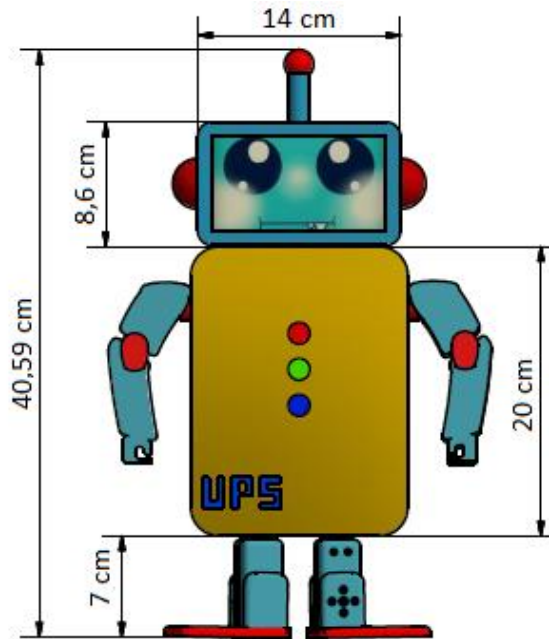
Muy de
acuerdo

De acuerdo

Un poco en
desacuerdo

Totalmente en
desacuerdo

3. ¿Qué opina de las dimensiones del robot?:



Demasiado
grande

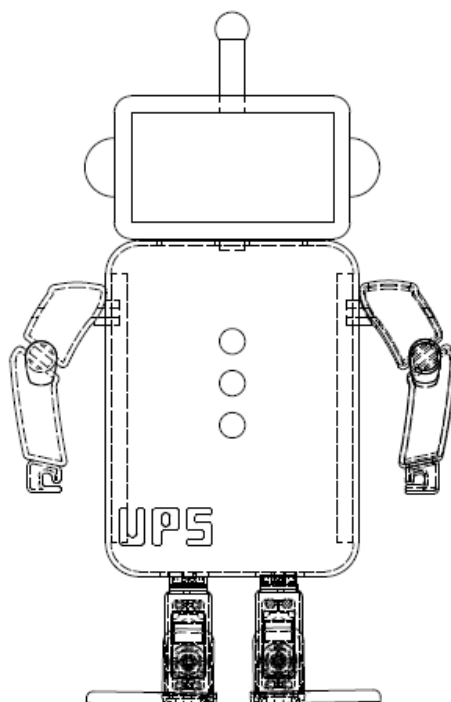
Grande

Suficiente

Un poco
pequeño

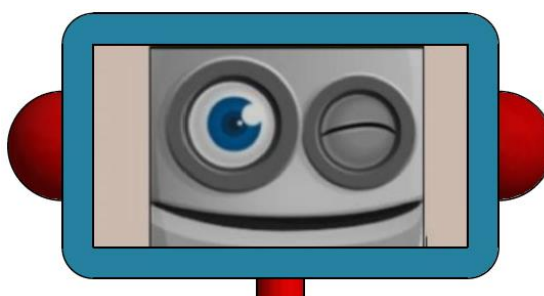
Demasiado
pequeño

4. Pinte al robot del color que más le guste

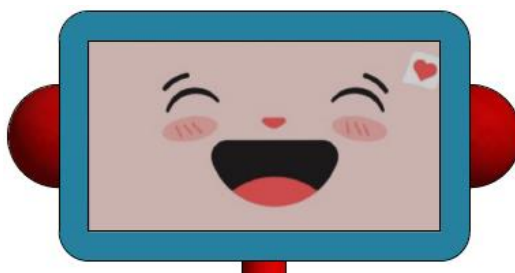


5. ¿Qué opina acerca de las expresiones que hace el robot?:

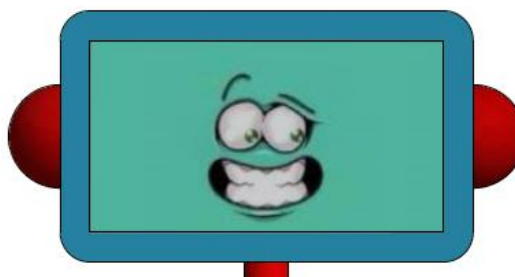
Cuando el niño elija un ejercicio a realizar de inmediato se muestra una imagen y un mensaje de voz que dice: “esta bien”



Cada vez que el niño acierte en un ejercicio, se presenta una imagen con un mensaje de voz que dice: “Lo hiciste muy bien”.



Si el niño aun presenta fallas al resolver un ejercicio se presenta una imagen con un mensaje de voz que dice: “Inténtalo otra vez”





Totalmente de
acuerdo



Muy de
acuerdo



De acuerdo



Un poco en
desacuerdo



Totalmente en
desacuerdo

6. ¿Qué opina acerca de que el robot tenga una antena que al pulsar de un saludo de bienvenida a los niños?:



Totalmente de
acuerdo



Muy de
acuerdo



De acuerdo



Un poco en
desacuerdo



Totalmente en
desacuerdo

Del mismo modo se muestra la encuesta aplicada a los niños del Centro Bilingüe de Educación Inicial “Estrellitas Creativas”.






Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
 Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa

ENCUESTA SOBRE LA UTILIDAD DE EMPLEAR UN ASISTENTE ROBOTICO PARA BRINDAR SOPORTE EN LOS PROCESOS DE REHABILITACION PARA NIÑOS CON TRASTORNOS DE COMUNICACION (DISLALIA)

Nombre: _____
 Edad: 5 años
 Género: Masculino _____ Femenino ✓

1. ¿Qué opina de la forma del robot?:




 Me gusta
muchísimo


 Me gusta mucho


 Me gusta

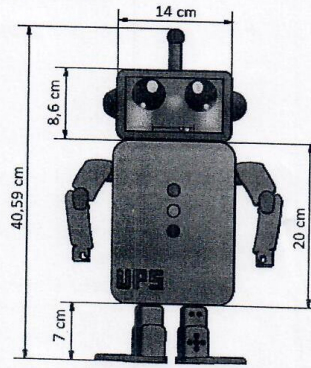

 Me gusta muy
poco


 No me gusta en
lo absoluto

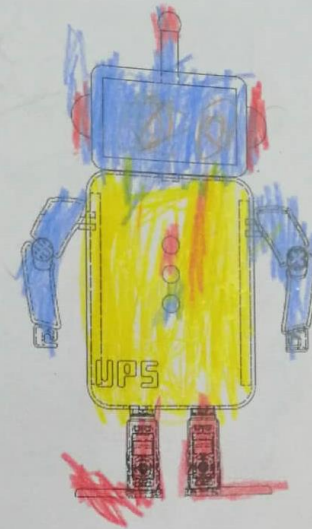
2. ¿Qué opina acerca de los colores del robot?:

				
Totalmente de acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo	Un poco en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

3. ¿Qué opina de las dimensiones del robot?:

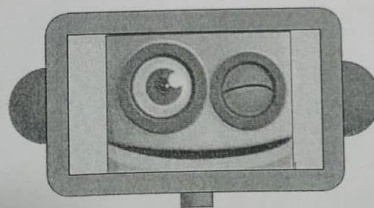


				
Demasiado grande	Grande	Suficiente	Un poco pequeño	Demasiado pequeño

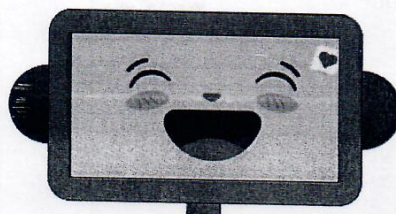


5. ¿Qué opina acerca de las expresiones que hace el robot?:

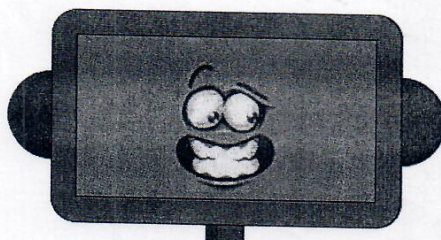
Cuando el niño elija un ejercicio a realizar de inmediato se muestra una imagen y un mensaje de voz que dice: "está bien"



Cada vez que el niño acierte en un ejercicio, se presenta una imagen con un mensaje de voz que dice: "Lo hiciste muy bien".



Si el niño aun presenta fallas al resolver un ejercicio se presenta una imagen con un mensaje de voz que dice: "Inténtalo otra vez"



				
Totalmente de acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo	Un poco en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>

6. ¿Qué opina acerca de que el robot tenga una antena que al pulsar de un saludo de bienvenida a los niños?:

				
Totalmente de acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo	Un poco en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>

APÉNDICE B: EVALUACIONES

APÉNDICE B.1: FICHA DE EVALUACIÓN PARA NIÑOS CON TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN DEL CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL

Nombre: _____

Edad: _____

Mes: _____

Fonema /r/		Fecha					
Producción del fonema aislado							
Producción de sílabas	ra						
	re						
	ri						
	ro						
	ru						
Producción de palabras	Inicial	ra					
		re					
		ri					
		ro					
		ru					
	Media	ra					
		re					
		ri					
		ro					
		ru					
	Final	r					
	Discriminación fonética /r/	araña					
		ratón					
avión							
caramelo							
guineo							
gallo							
pera							
blusa							
caja							
rueda							
Cuento pictográfico							

Sífon PL			Fecha				
Producción en aislación /pl							
Producción en sílaba compuesta		pla					
		ple					
		pli					
		plo					
		plu					
Producción en palabras		aplaude					
		sopla					
		pluma					
		plato					
		playa					
Discriminación Fonética		Flauta					
		Sucio					
		Plato					
		Cocodrilo					
		Reloj					
		Pluma					
		aplaude					
		manzana					
Producción en frases	Repetir frase	El viento sopa muy fuente					
		El plato es blanco					
		El águila tiene plumas					
		Aplaudido al payaso del circo					
	Señalar frase	El viento sopa muy fuente					
		El plato es blanco					
		El águila tiene plumas					
		Aplaudido al payaso del circo					

Observaciones:

-

Nivel de atención

1. Muy bajo
2. Bajo
3. Normal
4. Bueno
5. Muy bueno

Nivel de motivación

1. Muy bajo
2. Bajo
3. Normal
4. Bueno
5. Muy bueno

Tiempo: _____(min)

En la parte inferior se indica cómo fue la evaluación a los niños que asisten al CDI Municipal, el formato para todos los fonemas es igual a los que se mostraron anteriormente.

Fonema /r/		Lunes 4	Martes 5	Miércoles 13	Jueves 14	Lunes 18	Martes 19	Miércoles 27	Jueves 28
Producción del fonema aislado			✓	✓	✓	✓			
Producción de sílabas		ra	✓	✓	✓	✓			
		re	✓	✓	✓	✓	✓		
		ri	✓	✓	✓	✓	✓		
		ro	✓	✓	✓	✓	✓		
		ru	✓	✓	✓	✓	✓		
		ra	✓	✓	✓	✓	✓		
		re	✓	✓	✓	✓	✓		
		ri	✓	✓	✓	✓	✓		
		ro	✓	✓	✓	✓	✓		
		ru	✓	✓	✓	✓	✓		
Producción de palabras		ra	✓	✓	✓	✓	✓		
		re	✓	✓	✓	✓	✓		
		ri	✓	✓	✓	✓	✓		
		ro	✓	✓	✓	✓	✓		
		ru	✓	✓	✓	✓	✓		
		ra	✓	✓	✓	✓	✓		
		re	✓	✓	✓	✓	✓		
		ri	✓	✓	✓	✓	✓		
		ro	✓	✓	✓	✓	✓		
		ru	✓	✓	✓	✓	✓		
Inicial									
Final			✓	✓	✓	✓			
Discriminación fonética /r/									
Cuento pictográfico			✓	✓	✓	✓			

Observaciones: Lunes 4 no se hizo evaluación por que se realizó actualización con el Robot. El niño tiene dificultad en poder pronunciar la "r" en posición final luego adquirir pero cuando lo repasa por "s" el final de las palabras.

Fecha: 11 de Abril

Nombre: _____				
Nivel de atención				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Normal	4. Bueno	5. Muy bueno
				tiempo: <u>30</u> (min)
Nivel de motivación				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Normal	4. Bueno	5. Muy bueno
Nombre: _____				
Nivel de atención				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Normal	4. Bueno	5. Muy bueno
				tiempo: <u>20</u> (min)
Nivel de motivación				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Normal	4. Bueno	5. Muy bueno
Nombre: _____				
Nivel de atención				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Normal	4. Bueno	5. Muy bueno
				tiempo: <u>30</u> (min)
Nivel de motivación				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Normal	4. Bueno	5. Muy bueno
Nombre: _____				
Nivel de atención				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Normal	4. Bueno	5. Muy bueno
				tiempo: <u>30</u> (min)
Nivel de motivación				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Normal	4. Bueno	5. Muy bueno

APÉNDICE B.2: FICHA DE EVALUACIÓN PARA NIÑOS CON TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN DEL CEIAP

Nombre: _____

Edad: _____

Mes: _____

		FECHA							
Fonema /r/									
Producción del fonema aislado		r							
Producción de sílabas		ra							
		re							
		ri							
		ro							
		ru							
Producción de palabras	Inicial	ratón							
		raqueta							
		rama							
		reloj							
		resbaladera							
		red							
		río							
		rompecabezas							
		rosa							
	Media	rueda							
		pera							
		torero							
		mariposa							
		toro							
		números							
		Perú							
	Final	caminar							
		tambor							

Observaciones:

Nivel de atención

1. Muy bajo
2. Bajo
3. Normal
4. Bueno

Nivel de motivación

1. Muy bajo
2. Bajo
3. Normal
4. Bueno
5. Muy bueno

Tiempo: _____(min)

FICHA DE EVALUACIÓN PARA NIÑOS CON TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN

Nombre:

Edad: 4 años 8 meses

Mes: Abril - Mayo

		FECHA								
Fonema /r/		Abril 3	Abril 10	Abril 17	Abril 24	Mayo 1	Mayo 8	Mayo 15	Mayo 22	
Producción del fonema aislado		x	/		/		/	/		
Producción de sílabas		ra	x	x			/	/		
		re	x	x		x		/	/	
		ri	x	x		/		/	/	
		ro	x	x		/		/	/	
		ru	x	x		/		/	/	
		ratón	x	x		/		x	x	
		raqueta	x	x		x		/	/	
		rama	x	x		x		/	/	
		reloj	x	x		/		/	/	
		resbaladera	x	x		x		/	/	
		red	x	x		x		/	/	
		río	x	x		x		/	/	
		rompecabezas	x	x		x		x	/	
		rosa	x	x		x		x	x	
		rueda	x	x		x		x	/	
		pera	/	/		/		/	/	
torero	x	/		x		/	/			
mariposa	x	/		x		/	/			
toro	x	x		/		/	/			
números	x	x		x		x	x			
Perú	x	x		x		/	/			
caminar	x	x		x		/	/			
tambor	x	x		x		x	/			
Producción de palabras		ASISTE								
		NO ASISTE								
		VACACION								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								
		NO ASISTE								

Observaciones:
Requisitos mínimos de lenguaje modulado o defecto auditivo

APÉNDICE B.3: FICHA DE EVALUACIÓN ELCE

Nombres y Apellidos: _____
Fecha de nacimiento: _____
Edad: _____
Centro: _____
Nivel: _____
Fecha de evaluación: _____
Fecha de evaluación final: _____

ÓRGANOS FONOARTICULATORIOS

A- NIVEL ANATÓMICO

Órganos	Signos	Cuáles
Labios		
Lengua		
Dientes		
Mandíbula		
Paladar		
Frenillo labios		
Frenillo lingual		
Funciones vegetativas		

B- EXPLORACIÓN FONOLÓGICA Y FONÉTICA

Fonema	Posición Inicial	Posición Media	Posición Final
p			
b			
m			
d			
t			
f			
r			
l			
n			
s			
ch			
ll			
ñ			
k			
g			
j			

Sífonos			Transcripción de la pronunciación
	Posición Inicial	Posición Final	
pl			
bl			
fl			
kl			
gl			
pr			
br			
dr			
tr			
fr			
kr			
gr			

Sífonos	Transcripción de la Pronunciación	
I P		
pl	x x x x x	pato sapando
bl	x x x x x	banco habando
fl	x x x x x	fecha rife
kl	x x x x x	cavo bigueta
gl	x x x x x	lobo dega
pr	x x x x x	pincesa copando
br	x x x x x	buja dibõ
dr	x x x x x	dragon pera
tr	x x x x x	chen etella
fr	x x x x x	fesa cofe
kr	x x x x x	cruz esquivendo
gr	x x x x x	gundote tigue

APÉNDICE C: EVALUACIÓN DEL RECONOCIMIENTO DE VOZ



EVALUACIÓN PARA CONOCER LA EFECTIVIDAD DEL RECONOCIMIENTO DE VOZ QUE POSEE EL ASISTENTE ROBÓTICO

Nombre: _____

Edad: _____

Género: Masculino _____ Femenino _____

MARCAR CON UNA X SEGÚN LO CORRESPONDIDO

Palabra	35db	45db	55db	65db	75db	85db
regla						
princesa						
manzana						
toro						
pluma						
flaco						
girasol						
teta						
mono						
premio						
lupa						
silla						
tigre						
torta						
girasol						

APÉNDICE D: FOTOGRAFÍAS DE LA VALIDACIÓN DEL ASISTENTE ROBÓTICO



Figura 35. Validación e interacción del/con asistente robótico

Fuente: Autora

APÉNDICE E: EXPOSICIÓN DEL PROYECTO



Figura 36. Exposición del asistente robótico a docentes y estudiantes de maestría de Saint Ambrose University de Estados Unidos

Fuente: Autora

APÉNDICE F: MANUAL DE USUARIO

El asistente robótico está diseñado para la intervención en terapia de lenguaje en niños entre 3 a 6 años que presentan dislalia, mediante la realización de ejercicios que se realizan normalmente en una terapia convencional tales como son la pronunciación del fonema y de sílabas, frases, discriminación fonética con pictogramas, y un ejercicio planteado como el reconocimiento de voz mediante API de Google. De la misma manera el robot puede tener un enfoque más inclusivo en su utilización con niños que presentan discapacidad auditiva y utilizan implante.

En el presente manual se muestran las diferentes fases de funcionamiento del Robot, donde se puede profundizar cada uno de sus ejercicios de aprendizaje y la forma en la que se puede interactuar con el usuario.

PROPÓSITO

El objetivo del presente manual es detallar cual es el uso más óptimo que se puede dar al asistente robótico y detallar cuales son los diferentes pasos a seguir para obtener un funcionamiento adecuado de todas las funciones que posee el prototipo.

ALCANCE

Proveer una herramienta de apoyo para las sesiones de terapia de lenguaje en niños de 3 a 6 años que presentan problemas de articulación de los fonemas mediante la utilización de robótica educativa.

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

ENCENDIDO DEL ASISTENTE ROBÓTICO

Para el encendido del asistente robótico se debe conectar el cable de alimentación a una toma corriente de 110v, la fuente transforma dicho valor a 12v, 5A con lo que se podrá energizar a los diferentes componentes que contiene en su interior el asistente robótico. Una vez que se encienda el robot la aplicación se comenzará automáticamente. Ver figura 37.

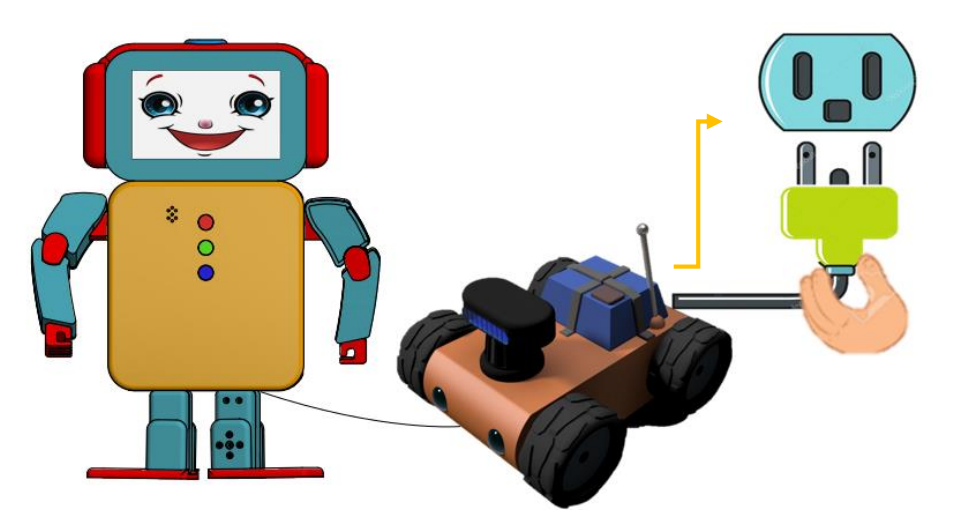


Figura 37: Encendido del asistente robótico para su correcto funcionamiento

Fuente: Autora

BOTÓN PARA LA CAMINATA DEL ROBOT

Este botón permite que el robot camine cierto número de pasos hacia adelante, solo es necesario el presionar y la caminata se activa inmediatamente. Ver figura 38.

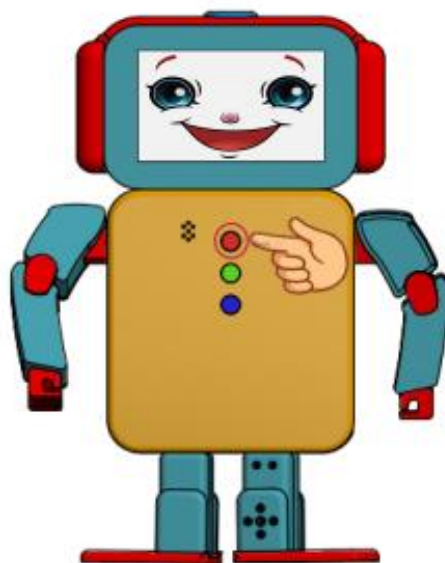


Figura 38: Botón de activación de la caminata del robot

Fuente: Autora

BOTÓN PARA EL CAMBIO DE COLOR DEL LED

Este botón permite cambiar el color del led RGB que se encuentra ubicado en la cabeza del robot lo que permitirá que el niño interactúe con el asistente robótico. Ver figura 39.

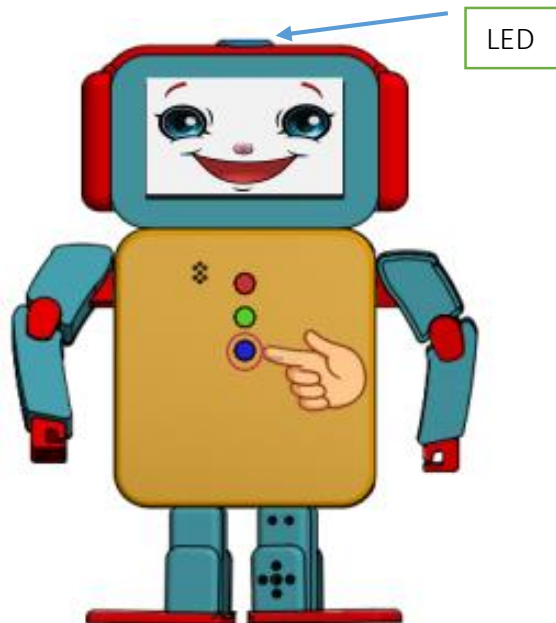


Figura 39: Botón de activación para el led

Fuente: Autora

BOTÓN DE BAILE

El botón de color verde permitirá que el robot realice una secuencia de pasos de baile, cada vez que se presione el botón la secuencia será de manera aleatoria. Ver figura 40.

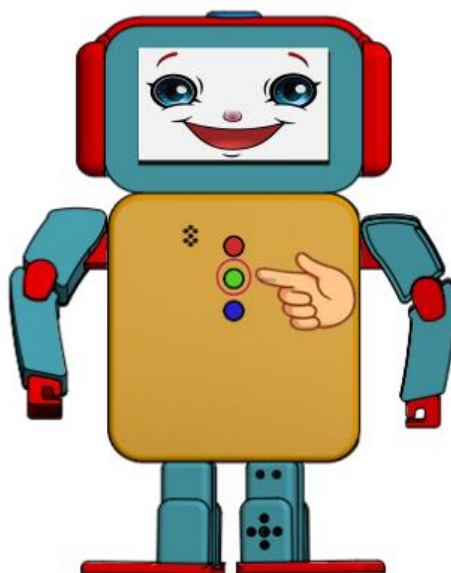


Figura 40: Ubicación del botón de la activación de baile

Fuente: Autora

SENSORES DE PRESIÓN

A los lados de la cabeza del robot se encuentran dos sensores de presión, en los cuales el usuario podrá aplastar permitiendo que el robot mueva el brazo izquierdo o derecho según el lado que se presione. Ver figura 41.

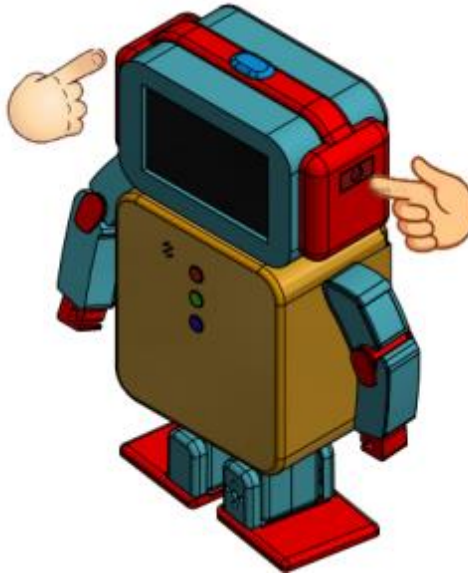


Figura 41: Ubicación de los sensores de presión

Fuente: Autora

AUDIO DEL ROBOT

Cada ejercicio podrá ser escuchados mediante la utilización de parlantes que se encuentran en la parte de atrás del robot que están conectados a un amplificador de audio para poder aumentar el sonido. Ver figura 42.

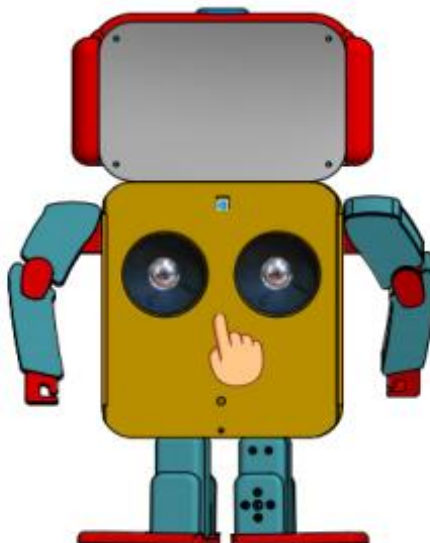


Figura 42: Ubicación de los parlantes para la salida de audio

Fuente: Autora

EJERCICIOS DE TERAPIA

Al iniciar la aplicación se podrá visualizar un saludo inicial del robot en el cual se debe tocar en cualquier lado del rostro para poder acceder al menú con los 17 fonemas y se podrá seleccionar con el que se desea trabajar. Al inicio de cada actividad el robot dirá la orden que corresponde a cada ejercicio, de la misma manera se mostrará un botón de regresar en el cual se podrá volver al menú anterior o de siguiente para continuar con los diferentes ejercicios. Ver figura 43.

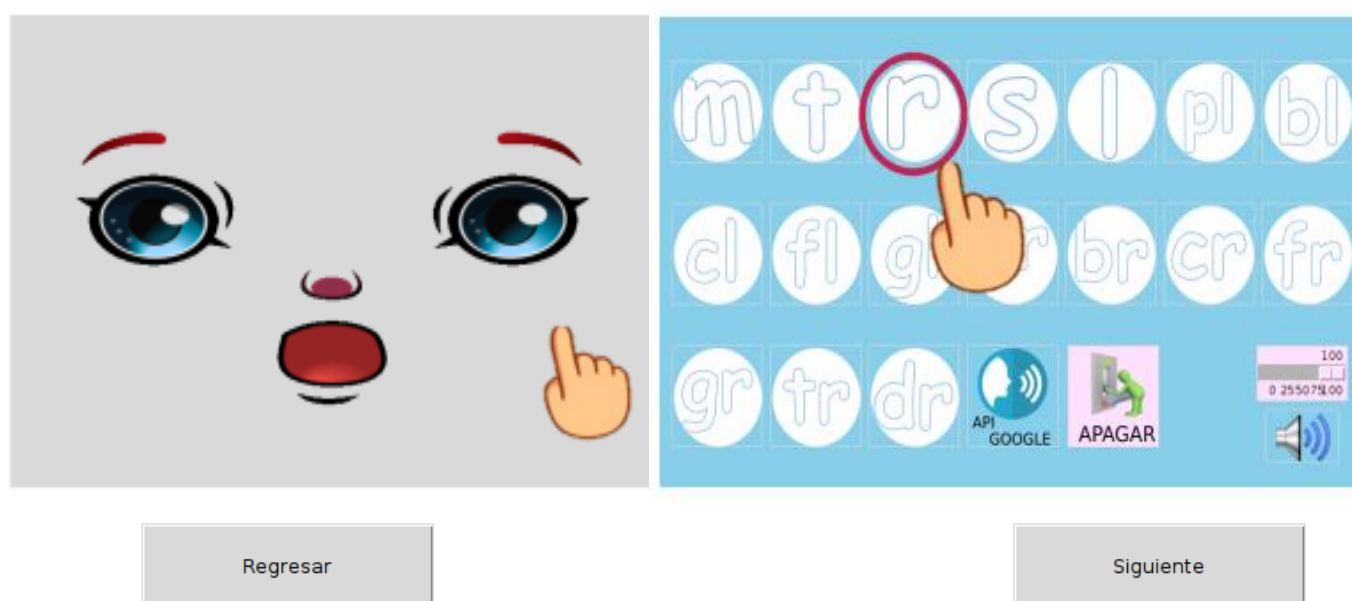


Figura 43: Selección de botones para la realización de ejercicios

Fuente: Autora

REPETICIÓN DEL FONEMA AISLADO

Una vez que se selecciona el fonema a trabajar la primera actividad que se presenta es la pronunciación del fonema aislado el usuario debe colocar sus labios de la misma forma que muestra la imagen de la figura 44, al presionar sobre la boca se podrá escuchar un sonido y lo que el niño deberá hacer es repetir el audio escuchado.



Figura 44: Instrucción para la actividad de reproducción de fonema aislado

Fuente: Autora

Del mismo modo al realizar cada ejercicio el terapeuta podrá evaluar presionando el botón visto en el caso de que sea correcto o en la equis en el caso de que el niño deba intentar de nuevo la actividad. Al haber presionado el visto se mostrará una cara de felicidad por parte del robot y en el caso de que sea incorrecto se visualizará una cara de tristeza, finalmente para volver al menú se deberá presionar en cualquier parte de la cara del robot. Ver figura 45.

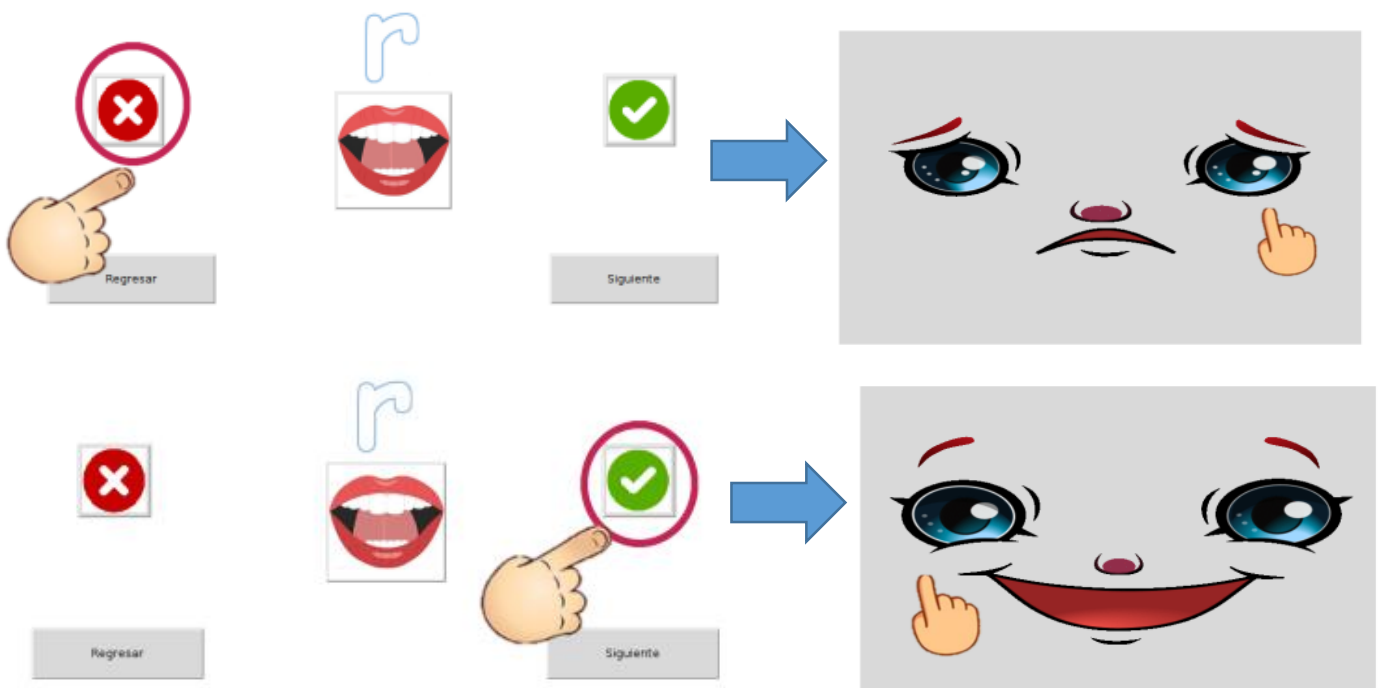


Figura 45: Selección de correcto e incorrecto

Fuente: Autora

MENÚ DE ACTIVIDADES

Una vez realizado el ejercicio anterior y aplastar el botón siguiente se despliegan 4 actividades en las que se puede seleccionar entre: sílabas, palabras, discriminación fonética y cuento pictográfico. Ver figura 46.



Figura 46: Menú de ejercicios

Fuente: Autora

SÍLABAS

Dentro de esta opción el usuario puede realizar la unión del fonema con las diferentes vocales y de igual manera que el ejercicio anterior al presionar cualquier botón de las sílabas se escucha el sonido del mismo y el usuario deberá repetirlo siendo el terapeuta quien dictamine si lo hizo bien o mal presionando un visto o equis respectivamente. Ver figura 47.

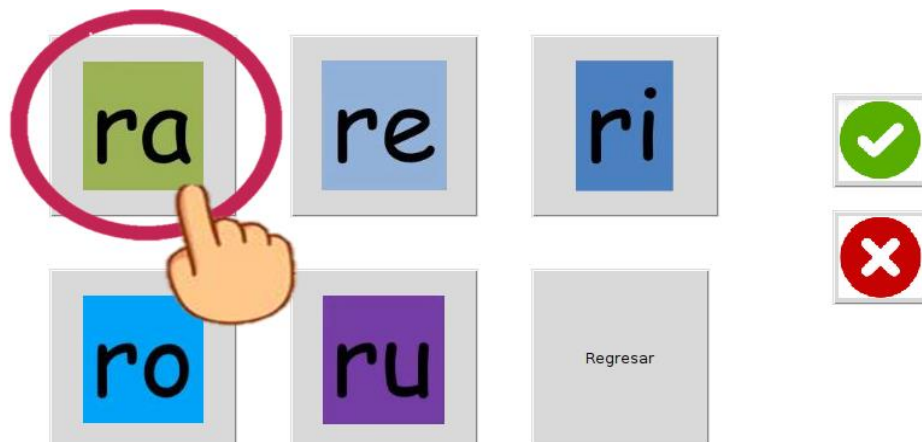


Figura 47: Reproducción de sílabas

Fuente: Autora

PALABRAS



Figura 48: Selección para ingresar a la actividad de palabras

Fuente: Autora

Este modo permite visualizar diferentes imágenes en las que el niño podrá presionar en las mismas escuchando el nombre de cada una, lo que deberá realizar es la repetición de lo escuchado, cabe mencionar que para cada fonema las imágenes tienen el orden de: fonema al inicio, al intermedio y al final. Ver figura 49.

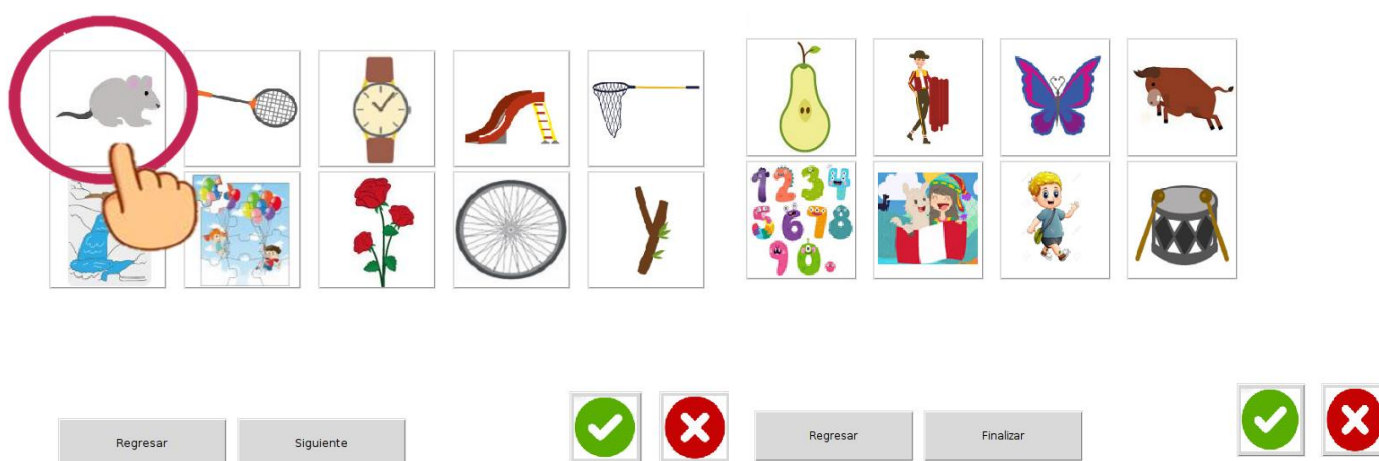


Figura 49: Actividad que se encuentra dentro del ejercicio palabras

Fuente: Autora

DISCRIMINACIÓN FONÉTICA

Para la discriminación fonética se presentan varias imágenes que corresponden al fonema en estudio y otras que no corresponden, lo que se busca es que el niño presione cada imagen escuchando el nombre de la misma, entonces deberá arrastrar hacia el cuadrado del fonema todas las imágenes que contengan el sonido del fonema que seleccionó, en caso que lo haga bien el robot le dirá un mensaje de “muy bien” pero si lo hizo mal el ejercicio comienza de nuevo con un mensaje de “inténtalo de nuevo”. Ver figura 50.



Figura 50: Instrucción para actividad de arrastre

Fuente: Autora

CUENTO PICTOGRÁFICO



Figura 51: Selección para ingresar a cuento pictográfico

Fuente: Autora

Esta opción presenta diferentes historias en las cuales se encuentran imágenes en todas aquellas palabras que tengan el fonema de estudio, al presionar el botón de la bocina comienza a contar el cuento, además de que el niño podrá presionar el pictograma para escuchar el nombre de la imagen. Ver figura 52.

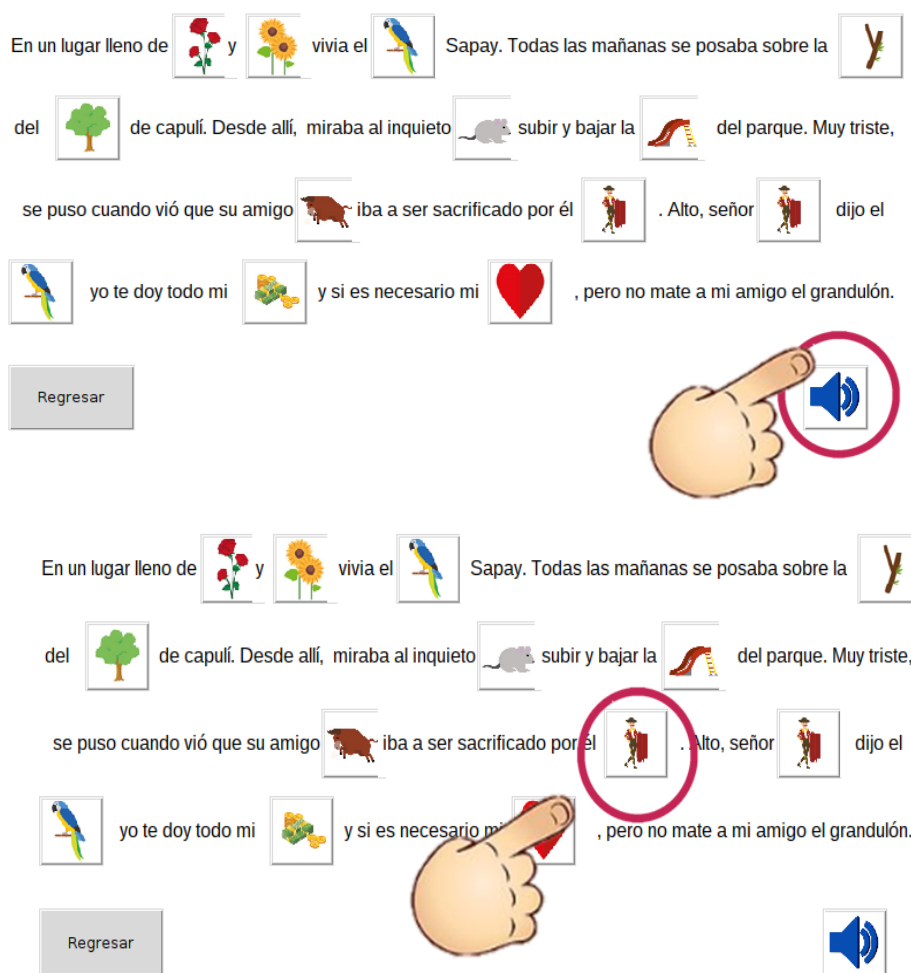


Figura 52: Instrucción para escuchar cuento y selección de imagen

Fuente: Autora

FRASES PICTOGRÁFICAS

Como se mencionó al inicio se cuenta con 17 fonemas entre los cuales se encuentran los fonemas compuestos, en los mismos haciendo una comparación con el ejercicio anterior en esta actividad se muestran frases con imágenes, donde se presiona la bocina y se escucha cada frase de manera aleatoria entonces el niño deberá tocar la frase que dijo el robot. Ver figura 53.

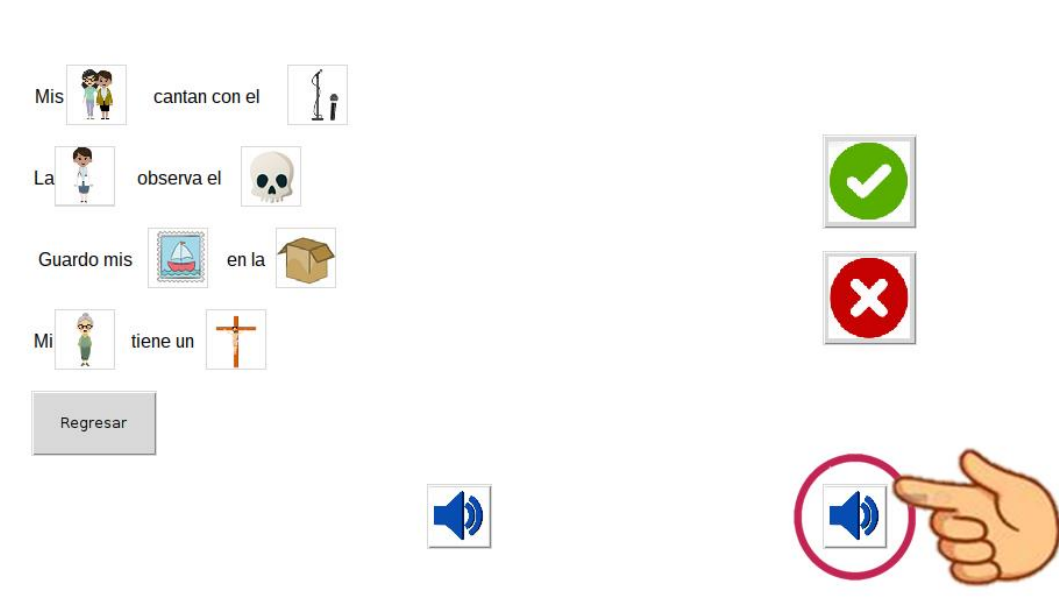


Figura 53: Instrucción para escuchar la orden que emite el robot

Fuente: Autora

Al presionar la otra bocina el robot le dirá la siguiente orden que es, repetir la frase que escucha, de la misma manera como se muestra en la imagen anterior se presiona en ese botón para escuchar la frase. Ver figura 54.



Figura 54: Instrucción para escuchar de forma aleatoria las frases

Fuente: Autora

API DE GOOGLE

En el menú principal se podrá encontrar un botón de API Google al presionarlo se abre un servidor web y se muestran imágenes aleatorias relacionadas con todos los fonemas estudiados entonces el niño debe decir en el micrófono que esta implementado en el robot el nombre de la imagen y se procederá a verificar si lo dicho por el usuario corresponde al nombre de la imagen. Ver figura 55.

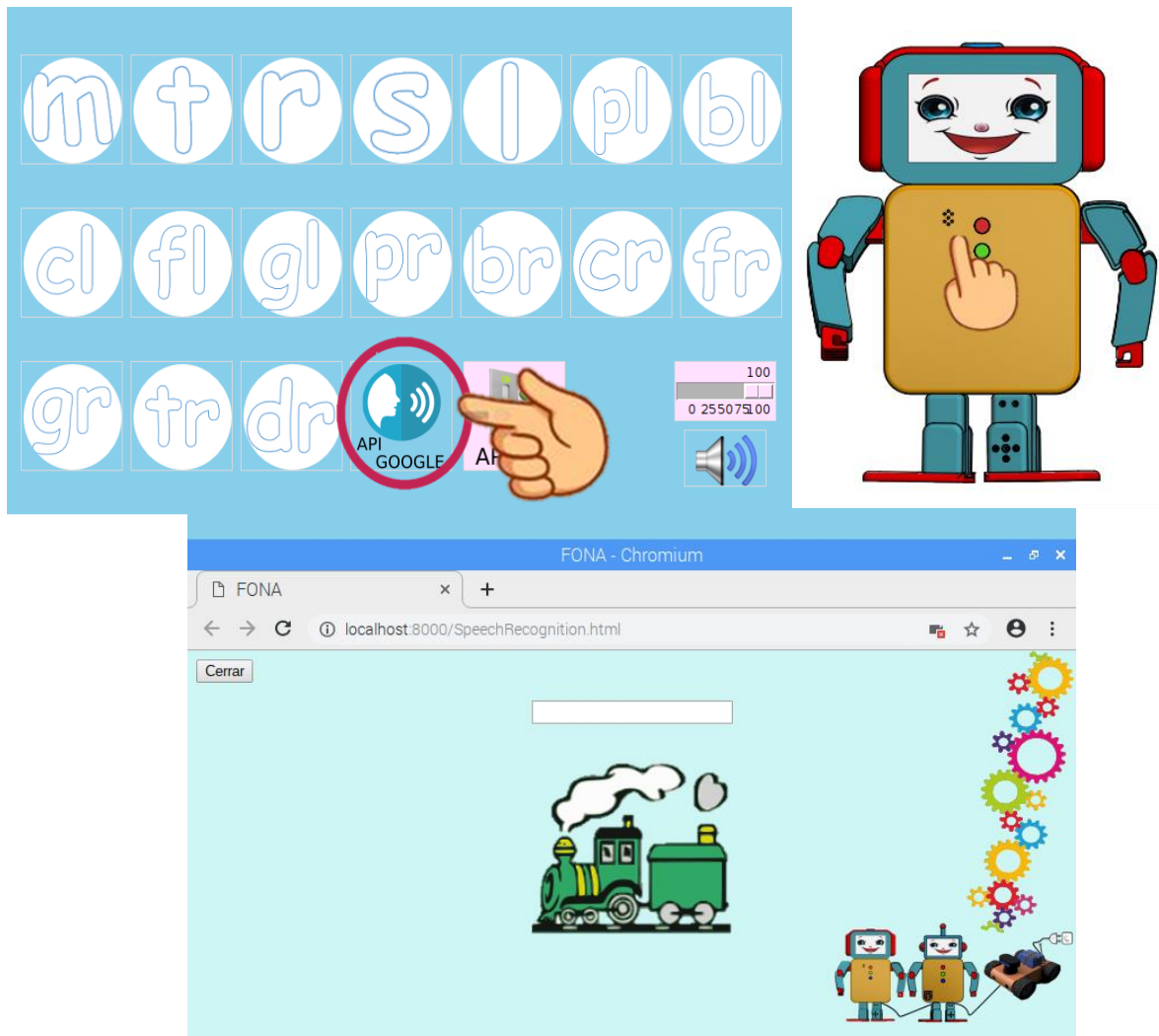


Figura 55: Opción para ingresar al reconocimiento de voz

Fuente: Autora

REGULADOR DE VOLUMEN

Como se mencionó al inicio el asistente robótico puede ser implementado en niños con discapacidad auditiva que posean implante coclear, por ello se procedió a colocar un botón regulador de volumen, el cual se encuentra en el menú central, se

podrá deslizar hacia el valor de volumen deseado y se presiona en la bocina para que guarde ese valor. Ver figura 56.



Figura 56: Opción para regular el volumen del asistente robótico

Fuente: Autora

APAGADO DE LA APLICACIÓN

Para el apagado de la aplicación se debe volver al menú principal en el cual se encuentra un botón de “APAGAR”, se deberá presionar y automáticamente se apaga la aplicación. Ver figura 57.

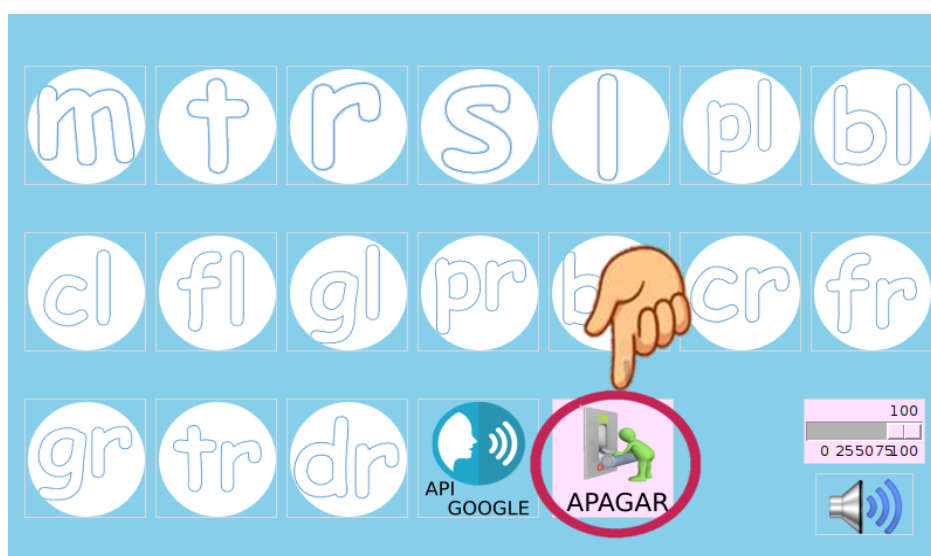


Figura 57: Apagado de la aplicación

Fuente: Autora

APAGADO GENERAL

Para apagar todos los demás componentes se deberá desconectar del tomacorriente el cable de alimentación. Ver figura 58.

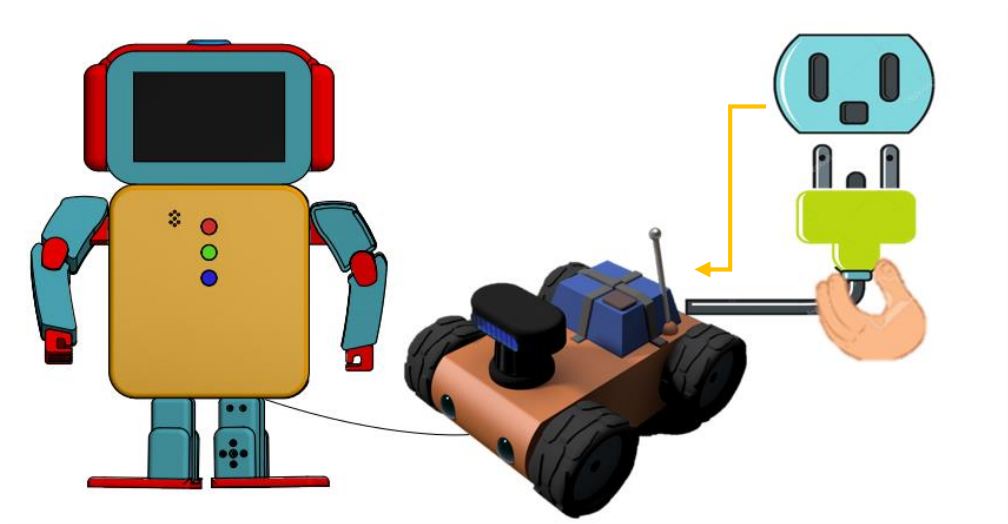


Figura 58: Apagado general de todo el sistema

Fuente: Autora

APÉNDICE G: ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico del proyecto se estableció los valores de cada uno de los elementos utilizados para la construcción del asistente robótico, el cual se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Costos directos para la construcción del robot

Fuente: Autora

Cantidad	Elemento	Valor unitario	Valor total
1	raspberry pi 3B+	\$74,99	74,99
1	arduino nano	\$6,99	6,99
1	pantalla táctil 5 inch	\$54,99	54,99
2	sensores de presion	\$8,00	16,00
1	micrófono	\$6,97	6,97
2	parlantes 8 ohms/1w	\$3,50	7,00
4	servo motor	\$11,40	45,60
2	micro servo motor	\$7,99	15,98
2	reguladores de voltaje	\$2,25	4,50
1	driver pca 9685	\$8,50	8,50
1	Amplificador PAM8403	\$2	2,00
2	rodamientos	\$5	10,00
1	led rgb	\$0,25	0,25
1	fuelle de alimentación	\$15,84	15,84
	48 horas 30 min impresión	\$2,00	97,00
3	pulsantes	\$1,00	3,00
1	fibra de vidrio	\$3	3,00
1	corte de acrílico	\$5,00	5,00
1	Jack de audio	\$0,50	0,50
	otros	\$40	40,00
TOTAL			418,11

El valor total para la construcción del robot es de \$418.11 dólares. En la tabla 5 se refleja los costos indirectos es decir la herramienta que se utilizó para su respectiva construcción.

Tabla 5. Costos indirectos para la construcción del robot

Fuente: *Autora*

Herramientas	Valor
cautin	19,99
taladro	49,99
desarmadores	12,00
impresora 3D	400,00
calibrador	15,00
cierra	10,00
lima	18,00
kit brocas	7,50
cuchilla	0,50
juego de playo y pinza	12,00
computador core I7	699,00
TOTAL	1.243,98

Obteniendo un valor en costos indirectos de \$1.243,98 dólares con una depreciación del 30% se tiene un valor total en costos indirectos de \$373,194 dólares aproximadamente.

En virtud a los anterior se procede a realizar el flujo de caja del proyecto el mismo que se describe a continuación: la tabla 6 se muestra un estado de cuenta en el mismo se considera un préstamo bancario de \$3000.

Tabla 6. Estado de Cuenta

Fuente: *Autora*

FECHA	LUGAR	TIPO	NUT	VALOR	CONCEPTO	SALDO DISPONIBLE	MES	TIPO
01/06/2018	CUENCA	N/C	1	3.000,00	Préstamo Bancario		1	INGRESO
02/06/2018	CUENCA	N/D	1	74,99	1 raspberry pi 3B+	2.925,01	1	GASTO
03/06/2018	CUENCA	N/D	1	6,99	1 arduino nano	2.918,02	1	GASTO
04/06/2018	CUENCA	N/D	1	54,99	1 pantalla táctil 5 inch	2.863,03	1	GASTO
05/06/2018	CUENCA	N/D	2	16,00	2 sensores de presion	2.847,03	1	GASTO
06/06/2018	CUENCA	N/D	1	6,97	1 micrófono	2.840,06	1	GASTO
07/06/2018	CUENCA	N/D	2	7,00	2 parlantes 8 ohms/1w	2.833,06	1	GASTO
08/06/2018	CUENCA	N/D	4	45,60	4 servo motor	2.787,46	1	GASTO
09/06/2018	CUENCA	N/D	2	15,98	2 micro servo motor	2.771,48	1	GASTO
10/06/2018	CUENCA	N/D	2	4,50	2 reguladores de voltaje	2.766,98	1	GASTO
11/06/2018	CUENCA	N/D	1	8,50	1 driver pca 9685	2.758,48	1	GASTO
12/06/2018	CUENCA	N/D	1	2,00	1 Amplificador PAM8403	2.756,48	1	GASTO
13/06/2018	CUENCA	N/D	2	10,00	2 rodamientos	2.746,48	1	GASTO
14/06/2018	CUENCA	N/D	1	0,25	1 led rgb	2.746,23	1	GASTO
15/06/2018	CUENCA	N/D	1	15,84	1 fuente de alimentación	2.730,39	1	GASTO
16/06/2018	CUENCA	N/D	48	97,00	48 horas 30 min imp	2.633,39	1	GASTO
17/06/2018	CUENCA	N/D	3	3,00	3 pulsantes	2.630,39	1	GASTO
18/06/2018	CUENCA	N/D	1	3,00	1 fibra de vidrio	2.627,39	1	GASTO
19/06/2018	CUENCA	N/D	1	5,00	1 corte de acrilico	2.622,39	1	GASTO
20/06/2018	CUENCA	N/D	1	0,50	1 Jack de audio	2.621,89	1	GASTO
21/06/2018	CUENCA	N/D	1	40,00	otros	2.581,89	1	GASTO
22/06/2018	CUENCA	N/D	1	19,99	cautin	2.561,90	2	GASTO
23/06/2018	CUENCA	N/D	1	49,99	taladro	2.511,91	2	GASTO
24/06/2018	CUENCA	N/D	1	6,66	consumo energía	2.505,25	1	GASTO
25/06/2018	CUENCA	N/D	1	12,00	consumo internet	2.493,25	1	GASTO
26/06/2018	CUENCA	N/D	1	120,00	arriendo local	2.373,25	1	GASTO

27/06/2018	CUENCA	N/D	1	421,39	pago al técnico	1.951,86	1	GASTO
01/07/2018	CUENCA	N/D	1	292,25	Pago de couta	1.659,61	1	GASTO
01/07/2018	CUENCA	N/D	1	12,00	desarmadores	1.647,61	2	GASTO
02/07/2018	CUENCA	N/D	1	400,00	impresora 3D	1.247,61	2	GASTO
03/07/2018	CUENCA	N/D	1	15,00	calibrador	1.232,61	2	GASTO
04/07/2018	CUENCA	N/D	1	10,00	cierra	1.222,61	2	GASTO
05/07/2018	CUENCA	N/D	1	18,00	lima	1.204,61	2	GASTO
06/07/2018	CUENCA	N/D	1	7,50	kit brocas	1.197,11	2	GASTO
07/07/2018	CUENCA	N/D	1	0,50	cuchilla	1.196,61	2	GASTO
08/07/2018	CUENCA	N/D	1	12,00	juego de playo y pinza	1.184,61	2	GASTO
09/07/2018	CUENCA	N/D	1	699,00	computador core i7	485,61	2	GASTO
24/07/2018	CUENCA	N/D	1	6,66	consumo energía	478,95	2	GASTO
25/07/2018	CUENCA	N/D	1	12,00	consumo internet	466,95	2	GASTO
26/07/2018	CUENCA	N/D	1	120,00	arriendo local	346,95	2	GASTO
27/07/2018	CUENCA	N/D	1	421,39	pago al técnico	-74,44	2	GASTO
01/08/2018	CUENCA	N/D	1	288,73	Pago de couta	-363,17	2	GASTO
24/08/2018	CUENCA	N/D	1	6,66	consumo energía	-369,83	3	GASTO
25/08/2018	CUENCA	N/D	1	12,00	consumo internet	-381,83	3	GASTO
26/08/2018	CUENCA	N/D	1	120,00	arriendo local	-501,83	3	GASTO
27/08/2018	CUENCA	N/D	1	421,39	pago al técnico	-923,22	3	GASTO
01/09/2018	CUENCA	N/D	1	285,21	Pago de couta	-1.208,43	3	GASTO
24/09/2018	CUENCA	N/D	1	6,66	consumo energía	-1.215,09	4	GASTO
25/09/2018	CUENCA	N/D	1	12,00	consumo internet	-1.227,09	4	GASTO
26/09/2018	CUENCA	N/D	1	120,00	arriendo local	-1.347,09	4	GASTO
27/09/2018	CUENCA	N/D	1	421,39	pago al técnico	-1.768,48	4	GASTO
01/10/2018	CUENCA	N/D	1	281,68	Pago de couta	-2.050,16	4	GASTO
24/10/2018	CUENCA	N/D	1	6,66	consumo energía	-2.056,82	5	GASTO
25/10/2018	CUENCA	N/D	1	12,00	consumo internet	-2.068,82	5	GASTO
26/10/2018	CUENCA	N/D	1	120,00	arriendo local	-2.188,82	5	GASTO
27/10/2018	CUENCA	N/D	1	421,39	pago al técnico	-2.610,21	5	GASTO
01/11/2018	CUENCA	N/D	1	278,16	Pago de couta	-2.888,37	5	GASTO
24/11/2018	CUENCA	N/D	1	6,66	consumo energía	-2.895,03	6	GASTO
25/11/2018	CUENCA	N/D	1	12,00	consumo internet	-2.907,03	6	GASTO
26/11/2018	CUENCA	N/D	1	120,00	arriendo local	-3.027,03	6	GASTO
27/11/2018	CUENCA	N/D	1	421,39	pago al técnico	-3.448,42	6	GASTO

01/12/2018	CUENCA	N/D	1	274,65	Pago de couta	-3.723,07	6	GASTO
01/12/2018	CUENCA	N/C	1	-	Venta de un asistente robótico	-445,83	7	INGRESO
27/12/2018	CUENCA	N/C	1	421,39	pago al técnico	-867,22	7	INGRESO
01/01/2019	CUENCA	N/D	1	271,13	Pago de couta	-1.138,35	7	GASTO
01/02/2019	CUENCA	N/D	1	267,60	Pago de couta	-1.405,95	8	GASTO
01/03/2019	CUENCA	N/D	1	264,08	Pago de couta	-1.670,03	9	GASTO
01/04/2019	CUENCA	N/D	1	260,56	Pago de couta	-1.930,59	10	GASTO
01/05/2019	CUENCA	N/D	1	257,05	Pago de couta	-2.187,64	11	GASTO
01/06/2019	CUENCA	N/D	1	253,52	Pago de couta	-2.441,16	12	GASTO

Ahora bien, en las figuras 59, 60 y 61 se indica el flujo de caja con 1 asistente robótico y con una producción por lotes de 5 asistentes robóticos.

ESCENARIO PESIMISTA												
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Saldo inicial	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Ingresos												
PRÉSTAMO	3.000,00											
VENTAS							3.277,24					
Gastos												
COMPRA DE MATERIALES	418,11											
COMPRA DE EQUIPOS		1.243,98										
CONSUMO DE ENERGÍA	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66						
CONSUMO DE INTERNET	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00						
ARRIENDO DE LOCAL	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00						
PAGO AL TÉCNICO	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00					
PAGO DE COUTA	253,52	292,25	288,73	285,21	281,68	278,16	274,65	271,13	267,60	264,08	260,56	257,05
Flujo neto del período	1.589,71	-685,18	-1.712,57	-2.736,44	-3.756,78	-4.773,60	-2.371,01	-2.642,14	-2.909,74	-3.173,82	-3.434,38	-3.691,43

Figura 59: Flujo de caja, se puede observar que al realizar un asistente robótico en un primer escenario pesimista se tiene una pérdida de \$3.691,43 ya que el robot tuvo un precio de aproximadamente \$3.277,24 cada uno, en él se considera mano de obra directo, indirecto, horas de trabajo.

Fuente: Autora

	ESCENARIO NEUTRAL											
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Saldo inicial	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Ingresos												
PRÉSTAMO	3.000,00											
VENTAS							3.277,24	3.277,24				
SUBTOTAL	3.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.277,24	3.277,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos												
COMPRA DE MATERIALES	418,11											
COMPRA DE EQUIPOS		1.243,98										
CONSUMO DE ENERGÍA	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66						
CONSUMO DE INTERNET	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00						
ARRIENDO DE LOCAL	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00						
PAGO AL TÉCNICO	398,00	398,00	398,00	398,00	398,00	398,00						
PAGO DE COUTA	253,52	292,25	288,73	285,21	281,68	278,16	274,65	271,13	267,60	264,08	260,56	257,05
SUBTOTAL	1.208,29	2.072,89	825,39	821,87	818,34	814,82	274,65	271,13	267,60	264,08	260,56	257,05
Flujo neto del período	1.791,71	-281,18	-1.106,57	-1.928,44	-2.746,78	-3.561,60	-559,01	2.447,10	2.179,50	1.915,42	1.654,86	1.397,81

Figura 60: Flujo de caja, escenario neutral

Fuente: Autora

	ESCENARIO ÓPTIMO											
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Saldo inicial	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Ingresos												
PRÉSTAMO	3.000,00											
VENTAS							3.277,24	3.277,24	3.277,24	3.277,24	3.277,24	
SUBTOTAL	3.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.277,24	3.277,24	3.277,24	3.277,24	3.277,24	0,00
Gastos												
COMPRA DE MATERIALES	418,11											
COMPRA DE EQUIPOS		1.243,98										
CONSUMO DE ENERGÍA	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66						
CONSUMO DE INTERNET	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00						
ARRIENDO DE LOCAL	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00						
PAGO AL TÉCNICO	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00					
PAGO DE COUTA	253,52	292,25	288,73	285,21	281,68	278,16	274,65	271,13	267,60	264,08	260,56	257,05
SUBTOTAL	1.410,29	2.274,89	1.027,39	1.023,87	1.020,34	1.016,82	874,65	271,13	267,60	264,08	260,56	257,05
Flujo neto del período	1.589,71	-685,18	-1.712,57	-2.736,44	-3.756,78	-4.773,60	-2.371,01	635,10	3.644,74	6.657,90	9.674,58	9.417,53

Figura 61: Flujo de caja, escenario óptimo al producir mayor cantidad de asistentes robóticos y al ser lanzados se obtiene una ganancia aproximadamente de \$9.417,53 lo que sería factible obteniendo un buen capital

Fuente: Autora