

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

*Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniera de
Sistemas e Ingeniero de Sistemas*

**PROYECTO TÉCNICO:
“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN ASISTENTE ROBÓTICO BASADO
EN SISTEMAS EMBEBIDOS Y APLICACIONES MÓVILES COMO
HERRAMIENTA DE SOPORTE PEDAGÓGICA PARA NIÑOS DE UNO
A CINCO AÑOS”**

AUTORES:

MARTHA LILIANA MATUTE SÁNCHEZ

CARLOS RAFAEL CONTRERAS ALVARADO

TUTOR:

ING. VLADIMIR ESPARTACO ROBLES BYKBAEV

CUENCA - ECUADOR

2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Martha Liliana Matute Sánchez con documento de identificación N° 010632704-2 y Carlos Rafael Contreras Alvarado con documento de identificación N° 010528212-3, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN ASISTENTE ROBÓTICO BASADO EN SISTEMAS EMBEBIDOS Y APLICACIONES MÓVILES COMO HERRAMIENTA DE SOPORTE PEDAGÓGICA PARA NIÑOS DE UNO A CINCO AÑOS”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniera de Sistemas e Ingeniero de Sistemas*, 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 nuestra condición de autores, nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, abril del 2019

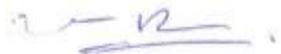
Martha Liliana Matute Sánchez
C.I. 010632704-2

Carlos Rafael Contreras Alvarado
C.I. 010528212-3

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN ASISTENTE ROBÓTICO BASADO EN SISTEMAS EMBEBIDOS Y APLICACIONES MÓVILES COMO HERRAMIENTA DE SOPORTE PEDAGÓGICA PARA NIÑOS DE UNO A CINCO AÑOS”**, realizado por Martha Liliana Matute Sánchez y Carlos Rafael Contreras Alvarado, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, abril del 2019.



Ing. Vladimir Espartaco Robles Bykbaev
C.I. 0300991817

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Martha Liliana Matute Sánchez con documento de identificación N° 010632704-2 y Carlos Rafael Contreras Alvarado con documento de identificación N° 010528212-3, autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN ASISTENTE ROBÓTICO BASADO EN SISTEMAS EMBEBIDOS Y APLICACIONES MÓVILES COMO HERRAMIENTA DE SOPORTE PEDAGÓGICA PARA NIÑOS DE UNO A CINCO AÑOS”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, abril del 2019.

Martha Liliana Matute Sánchez
C.I. 010632704-2

Carlos Rafael Contreras Alvarado
C.I. 010528212-3

AGRADECIMIENTOS.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al Phd. Vladimir Robles Bykbaev, quien, a más de ser nuestro Tutor del presente proyecto técnico, ha sido y será un excelente docente con carisma y convicción; ya que ha desempeñado un papel importante durante nuestra vida universitaria, en los diferentes períodos académicos de los cuales formamos parte de su alumnado. Todo el aprendizaje y conocimiento que hemos recibido de parte de profesores, tutores, ayudantes de cátedra y compañeros de carrera se ve reflejado en la culminación de este trabajo, y que representa una meta de la cual nos sentimos contentos de poder alcanzar.

Es por esta razón que queremos agradecer a cada una de las personas que “tras bastidores” fueron un soporte y ayuda fundamental para culminar una etapa importante en nuestras vidas, como lo son nuestros familiares, amigos, compañeros y conocidos; así como también aquellas amistades que forman parte del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnología De Asistencia (GIIATA) y de la Cátedra UNESCO, Tecnologías de Apoyo para la Inclusión Educativa de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca. De manera especial deseamos agradecer al Ingeniero Efrén Lema por contribuir con su conocimiento teórico-práctico en el área de Electrónica e Impresión 3D, a la Lcda. Paola Suquilanda por ser guía importante durante el desarrollo del trabajo con respecto a los aspectos pedagógicos y educativos, a la Dra. Yaroslava Robles por ayudarnos con las encuestas y el análisis estadístico, a la compañera Karina Panamá y su hermano por ayudarnos de gran manera con las ilustraciones y dibujos hechos a mano, a la Lcda. Jazmín Porras por ayudarnos en el proceso de grabación de audios tanto de la aplicación como del asistente, al Lcdo. José Ordóñez por la gestión brindada para poder utilizar el espacio correspondiente de la sala de grabación, a la Ing. Patricia Santos por ayudarnos en el proceso de compra y recepción de materiales, y de manera especial a la Economista Nataly Campos por toda la ayuda y apoyo recibido para la realización de los proyectos ejecutados en la Cátedra UNESCO, incluyendo el presente.

De igual manera agradecer a la Unidad Educativa Particular Santa Mariana de Jesús de la ciudad de Cuenca, por permitirnos la apertura y el espacio necesario para realizar el proceso de validación del asistente robótico, así como también por formar parte del Convenio de Cooperación Interinstitucional realizado. Por último y no por menos agradecer a la Universidad Politécnica Salesiana y a todos sus colaboradores que permiten y creen en la Educación, como una de las herramientas más importantes en el desarrollo y mejora de la sociedad actual.

DEDICATORIA.

Martha Liliana Matute Sánchez.

En primera parte quiero dedicar este trabajo a Dios por haberme permitido llegar a esta etapa en mi vida con altos y bajos, pero siempre con Fe en que si lo lograría.

A mis padres quienes han sido mi pilar fundamental para seguir de pie y no decaer ante las adversidades, quienes me enseñaron que en esta vida todo se puede si te propones a realizarlo y por ser los mejores padres del mundo. También, a mis hermanos, sobrinos y abuelitos por su apoyo y amor incondicional todos los días de mi vida.

Y a mis amigos y amigas en especial a Jackelin que ha sido una gran amiga y por el apoyo que me ha brindado para culminar este proyecto.

DEDICATORIA.

Carlos Rafael Contreras Alvarado.

Dedico este trabajo al Ser de Seres, principio y fin de esta gran obra de ensueño, que permite que todo sea posible a través de la experiencia misma, y en quien yace la verdad eterna, dibujada a través del tiempo sobre la conciencia individual y colectiva, oculta y misteriosa pero siempre presente a la luz de la vida.

A mis padres y hermanos quienes han sido principalmente un pilar fundamental en el transcurso de la vida y de los que he recibido desinteresadamente la guía y enseñanzas adecuadas para salir adelante en cualquier aspecto que me ha tocado desempeñar, desde los primeros días hasta la actualidad.

A mis sobrinos: Alexander y Daniel para que, a su corta edad puedan jugar y aprender con las actividades que se implementan en el proyecto, permitiendo que su motivación crezca y conozcan muchas cosas durante su experiencia educativa.

A mi tía Raquel quien ha desempeñado un papel principal desde mi niñez para el desarrollo y crecimiento en diferentes ámbitos, especialmente en el aspecto educativo que he recibido durante algunas etapas como la presente.

A toda mi familia: abuelos, tíos, primos, cercanos y lejanos; de los cuales siempre recibo el apoyo y motivación para seguir adelante, así como también de su hospitalidad y simpatía.

A todos mis compañeros y amigos con los que he compartido diferentes actividades y momentos amenos, tanto dentro como fuera de la Universidad.

A todos los niños y niñas que van a utilizar y a beneficiarse de este asistente robótico, con el fin de que sea una herramienta útil y divertida como un apoyo extra en su aprendizaje educativo, así como también para su crecimiento personal y colectivo.

Al público en general, estudiantes e investigadores que desean beneficiarse del contenido detallado en el presente trabajo.

¡¡A esta gran obra de teatro, la vida!!

Índice de Contenido

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. OBJETIVOS.....	4
4.1 General.....	4
4.2 Específicos.....	4
5. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y TRABAJO RELACIONADO.....	4
5.1 Áreas de desarrollo y aprendizaje de educación inicial subnivel uno y dos....	5
5.1.1 Socialización.....	6
5.1.2 Aspectos de Lateralidad.....	6
5.1.3 Reconocimiento de las Partes del Cuerpo.....	6
5.1.4 Aprendizaje de Colores Primarios y Secundarios.....	7
5.1.5 Emociones y Sentimientos.....	7
5.1.6 Normas de Buena Educación dentro y fuera del Aula de Clase.....	7
5.1.7 Secuencias Rítmicas.....	7
5.1.8 Aprendizaje de Números.....	7
5.2 Momentos de la Experiencia de Aprendizaje.....	7
5.3 Orientaciones para el Proceso de Evaluación.....	8
5.3.1 Indicadores de Evaluación.....	8
5.4 Trabajo Relacionado: Asistentes Robóticos.....	8
5.5 Conceptos Generales.....	9
5.5.1 Sistemas Embebidos.....	9
5.5.2 Aplicación Web.....	10
5.5.3 Aplicación Móvil.....	10
6. ARQUITECTURA GENERAL DE LA PROPUESTA.....	10
6.1 Requerimientos.....	10
6.1.1 Requerimientos de Software.....	11
6.1.2 Requerimientos de Hardware.....	12
6.2 Especificaciones técnicas del proyecto.....	13
6.2.1 Especificaciones de hardware.....	13
6.3 Herramientas de software elegidas para el desarrollo.....	14
6.3.1 Herramientas para código del cliente.....	14
6.3.2 Herramientas para código del servidor.....	15
6.3.3 Herramientas para código del módulo electrónico.....	18

6.3.4	Herramientas para diseños 3D.....	18
6.4	Diseño y Arquitectura.....	19
6.4.1	Visión General.....	19
6.4.2	Esquema físico	22
6.4.3	Esquema lógico	23
6.4.4	Diseño funcional del proyecto	24
6.4.5	Diseño de Diagramas	24
6.5	Desarrollo e Implementación	33
6.5.1	Servidor HTTP	33
6.5.2	Desarrollo de la aplicación web.....	34
6.5.3	Programación del proyecto web.....	37
6.5.4	Servidor Socket TCP	40
6.5.5	Descripción de la aplicación móvil.....	43
6.5.6	Armado del Asistente Robótico.....	50
6.5.7	Codificación e implementación del sistema experto	55
7.	EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS.....	57
7.1	Datos de la población de estudio	57
7.1.1	Instituciones Educativas de Cuenca	57
7.1.2	Tasa Neta de Asistencia de Educación General Básica a nivel Nacional.....	59
7.1.3	Tasa Neta de Asistencia de Educación General Básica en Zonas Urbanas y Rurales.....	60
7.2	Escenario de pruebas.....	61
7.3	Instrumento de validación.....	61
7.4	Resultados Obtenidos	61
7.5	Firma de convenio	62
8.	CONCLUSIONES	62
9.	RECOMENDACIONES.....	63
10.	TRABAJO FUTURO	64
11.	ATRIBUCIÓN Y LICENCIAS DE CONTENIDO MULTIMEDIA	64
12.	REFERENCIAS.....	65
	ANEXOS.....	68
	Anexo 1: encuesta realizada.....	68
	Anexo 2: Firma de Convenio	73

Índice de Imágenes

Imagen 1. Aspectos que los niños necesitan para potenciar su aprendizaje [6]	6
Imagen 2. Ubicación de sensores touch y luces RGB	13
Imagen 3. Visión general del proyecto	20
Imagen 4. Esquema físico del proyecto	23
Imagen 5. Esquema lógico del sistema	24
Imagen 6. Esquema de Base de Datos	25
Imagen 7. Caso de uso - Registrar de datos	27
Imagen 8. Caso de uso - Ingreso del usuario Docente	28
Imagen 9. Caso de uso - Trabajar sesión con las áreas de trabajo	29
Imagen 10. Diagrama de Secuencia - Ingreso de usuario Docente a la aplicación	30
Imagen 11. Diagrama de Secuencia - Trabajar sesión con las áreas	31
Imagen 12. Diseño de sombrero y nariz	31
Imagen 13. Diseño de Oreja izquierda y derecha	32
Imagen 14. Diseño de Mano derecha e izquierda	32
Imagen 15. Diseño de pata derecha e izquierda	32
Imagen 16. Diseño de caja protectora para anillo LED RGB	33
Imagen 17. Esquema de funcionamiento Cliente-Servidor	34
Imagen 18. Gestor gráfico de base de datos pgAdmin3	35
Imagen 19. Configuración de la conexión a la base de datos	36
Imagen 20. Organización del Proyecto en Django	37
Imagen 21. Modelo para el registro del alumno	38
Imagen 22. Clase Serializer del modelo NN	38
Imagen 23. Vista para registrar un alumno	39
Imagen 24. URL para la creación, listado, actualización y eliminación de un alumno	39
Imagen 25. Código que implementa el reporte	39
Imagen 26. Ejemplo de petición GET con GDScript	43
Imagen 27. Ejemplo de petición POST con GDScript	43
Imagen 28. Registro del docente	44
Imagen 29. Login	45
Imagen 30. Agregar Alumno	45
Imagen 31. Editar Alumno	46
Imagen 32. Eliminar Alumno	46
Imagen 33. Registro Eliminado	47
Imagen 34. Listado Alumnos	47
Imagen 35. Selección Categoría	48
Imagen 36. Áreas de Trabajo	48
Imagen 37. Sección de Aprendizaje, Nivel Básico - Área: Lateralidad	49
Imagen 38. Sección de Juego, Nivel Básico - Área: Lateralidad	49
Imagen 39. Sección Juego, Nivel Básico - Área: Emociones Básicas	50
Imagen 40. Armado del Circuito Electrónico	51
Imagen 41. Conexión del Circuito Electrónico dentro del Asistente Robótico [1].	52
Imagen 42. Inclusión de librerías y definición de pines para luces LED RGB	53
Imagen 43. Código para configurar un anillo LED RGB de un color determinado	54
Imagen 44. Código para detectar la parte que se ha presionado del asistente robótico	55
Imagen 45. Regla del área de socialización	56

Imagen 46. Regla de validación del nivel de timidez	56
Imagen 47. Mapa de Cuenca y de la Unidad Educativa Particular “Santa Mariana de Jesús”	57
Imagen 48. Número de Instituciones Educativas del Cantón Cuenca [60].....	59
Imagen 49. Tasa neta de asistencia de Educación General Básica a nivel nacional [61]. ...	60
Imagen 50. Tasa neta de asistencia de Educación General Básica en zonas urbanas y rurales [61].....	60
Imagen 51. Resultados obtenidos de la encuesta	62

Índice de Tablas

Tabla 1. Lista de requerimientos de software	12
Tabla 2. Lista de requerimientos de hardware	12
Tabla 3. Listado de herramientas para código del cliente.....	15
Tabla 4. Listado de herramientas para el código del servidor.....	18
Tabla 5. Listado de herramientas para diseños 3D	19
Tabla 6. Estímulos generados.....	21
Tabla 7. Componentes de la Capa de servicios	21
Tabla 8. Áreas de Conocimiento que se implementan en el proyecto	22
Tabla 9. Descripción detallada de la base de datos	26
Tabla 10. Códigos generales para las áreas	41
Tabla 11. Actividades del Área 1.....	41
Tabla 12. Códigos generales para encender la parte indicada.....	42
Tabla 13. Códigos de mapeo de colores.....	42
Tabla 14. Códigos generales que se envían desde el servidor TCP a la aplicación móvil...	43
Tabla 15. Instituciones Educativas del Cantón Cuenca [60].	58

1. RESUMEN

Según la Ciencia del Desarrollo Infantil Temprano también conocido como SECD (The Science of Early Child Development) por sus siglas en inglés, los períodos sensibles en el desarrollo temprano del cerebro ocurren durante los primeros siete años de vida de los niños; ésta ciencia detalla que las áreas más importantes relacionadas con el desarrollo infantil son: los números, la visión, el control emocional, las habilidades sociales, la audición, el modo habitual de respuesta, los símbolos y el lenguaje.

Por esta razón, el presente proyecto de titulación detalla la implementación de un asistente robótico con el objetivo de obtener un elemento que sirva de soporte pedagógico, dirigido a proporcionar un conjunto de herramientas para contribuir a la estimulación temprana en el nivel de educación general básica, para niños regulares y con discapacidad a partir de uno a cinco años de edad; principalmente se basa en potenciar las áreas de conocimiento correspondientes a:

- Socialización.
- Aspectos de lateralidad.
- Reconocimiento de las partes del cuerpo.
- Aprendizaje de colores primarios y secundarios.
- Emociones básicas.
- Normas de buena educación dentro y fuera del aula de clase.
- Secuencias rítmicas.
- Aprendizaje de números.

En efecto, el trabajo realizado ha representado todo un reto, un proyecto lleno de tareas, dificultades y mucho aprendizaje; además de que se ha desarrollado con la colaboración de profesionales en las áreas de: Educación Inicial, Estadística, Diseño Gráfico, Comunicación Social e Ingeniería. Esperamos que la utilidad del asistente robótico posiblemente genere una nueva metodología de aprendizaje para la etapa de educación inicial.

2. ABSTRACT

According to the Science of Early Child Development (SECD) by its acronym, the sensitive periods in the early development of the brain happens between the first seven years of life in the children; this science details the most important areas related to childhood development are: numbers, the vision, emotional control, social skills, audition, response, symbols and language.

For this reason, the present titling project details the implementation of an stuffed toy robot, with the purpose of obtaining an element that servers as pedagogical support, aimed at providing a set of tools to contribute to early stimulation at the basic general education level, for regular and disabled children from one to five years age; It is mainly based on strengthening the areas of knowledge corresponding to:

- Social skills.
- Body awareness.
- Body parts.
- Colors.
- Emotions.
- Behavior.
- Musical rhythms.
- Numbers/counting skills.

In effect, the work carried out has become a challenge, a project full of tasks, difficulties and much learning; also, that it has been developed with the collaboration of professionals in the next areas: Initial Education, Statistics, Graphic Design, Social Communication and Engineering. We hope that the usefulness of the robotic assistant, possibly generates a new form of learning for the initial education stage.

3. INTRODUCCIÓN

La estimulación temprana consiste en brindar a los niños y niñas desde los cero hasta los seis años de edad, oportunidades de desarrollarse en un ambiente con estímulos positivos que beneficien el desarrollo cognitivo, motriz, social, emocional, y de lenguaje en los niños y niñas [1].

Según varias investigaciones realizadas en los últimos años, el cerebro infantil se desarrolla con mayor rapidez en edades tempranas, por lo cual es necesario motivar y potenciar sus áreas de desarrollo mediante la estimulación temprana, que es un conjunto de técnicas y procedimientos con bases científicas que se aplican de manera ordenada y secuencial [1]. “Estos variados estímulos que llegan a cada niño, están constantemente relacionados con los sentidos, la motricidad, los afectos y las emociones; y en la medida que avanza su desarrollo y su forma de comunicación, se abre un panorama de posibilidades, donde cada uno de ellos encontrará por sí mismo aquellos estímulos que satisfagan en un primer momento sus necesidades y posteriormente iniciará la búsqueda de aquellos que satisfagan sus intereses” [2].

Además, en la actualidad vivimos en una era tecnológica, en donde es importante usar nuevas tecnologías desde edades iniciales, con el fin de potenciar la adquisición de los aprendizajes, despertando así el interés de los niños y niñas y a su vez mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje en las diferentes sesiones de estimulación temprana o en las aulas de clase [1].

“Se entiende que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) no siempre son relevantes para transformar la realidad. El desafío consiste más bien en discernir cuándo y en qué condiciones pueden aportar al desarrollo. El acceso a las TIC no soluciona con su sola presencia el problema del desarrollo humano, sino que es necesario ir más allá de la conectividad, promoviendo el acceso equitativo, uso y apropiación social de los recursos disponibles” [3].

Por lo tanto, aplicar estas tecnologías en el ámbito educativo resulta de gran ayuda para los niños y niñas. Por lo expuesto se ha diseñado un asistente robótico en forma de peluche llamado “Felpudo”, el mismo que ha sido creado para estimular y fortalecer las diferentes áreas de desarrollo de los niños y niñas de 1 a 5 años.

El objetivo principal del asistente robótico es que los niños y niñas puedan manipular e interactuar sin restricciones el asistente robótico, a fin de que su aprendizaje sea mediante experiencias significativas. Una aplicación móvil que interactúa con el asistente y permite a los docentes monitorear las actividades y juegos que los niños van a realizar de acuerdo con las 8 áreas establecidas según el currículo de Educación Inicial Ecuatoriana.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Diseñar y desarrollar un asistente robótico basado en sistemas embebidos y aplicaciones móviles como herramienta de soporte pedagógica para niños de uno a cinco años.

4.2 Específicos

OE1. Estudiar y conocer el desarrollo de niños de uno a cinco años y el consiguiente proceso de intervención pedagógica.

OE2. Establecer las áreas de desarrollo basadas en el currículum de educación Inicial Ecuatoriana, en las que se brindará soporte a través del asistente robótico. Para ello se contará con el apoyo y dirección de los expertos que colaboran con la Cátedra UNESCO de la UPS.

OE3. Diseñar y desarrollar un módulo electrónico e informático que se ubicará en el interior de la estructura del peluche (Sistema embebido).

OE4. Desarrollar un conjunto de módulos de intervención pedagógica que se implementarán en el dispositivo embebido y la aplicación móvil.

OE5. Diseñar y desarrollar una aplicación móvil que interactuará con el asistente robótico.

OE6. Diseñar y ejecutar un plan de experimentación con un grupo de niños a fin de validar las funcionalidades de la herramienta.

OE7. Desarrollar los manuales técnico y de usuario de la aplicación móvil y del asistente robótico.

5. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y TRABAJO RELACIONADO

Hoy en día las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) se van integrando de forma paulatina en los centros educativos del Ecuador. En múltiples ocasiones el proceso de aprendizaje que integran estas tecnologías, siguen una metodología o enfoque tradicional, en donde el alumno es quien recibe la información que le transmite el profesor y luego se valoran fundamentalmente aspectos como la atención, memoria de los estudiantes y conocimientos adquiridos; sin embargo, el resultado de esta experiencia genera diferentes reacciones tanto para el docente como en el estudiante, las cuáles pueden ser aprovechadas de manera objetiva como un medio motivacional para una mejora continua del proceso educativo [4].

Como ejemplo, se tiene el estudio realizado por Apple Classrooms of Tomorrow (1985) en el que se analiza cómo los docentes integran los recursos tecnológicos como parte del “proceso de evolución” mediante el desarrollo de las siguientes etapas [4]:

- “Acceso: Aprende el uso básico de la tecnología.
- Adopción: Utiliza la tecnología como apoyo a la forma tradicional de enseñanza.
- Adaptación: Integra la tecnología en prácticas tradicionales de clase, esto brinda una mayor productividad de los estudiantes.
- Apropiación: Actividades colaborativas, basadas en proyectos de aprendizaje.
- Invención: Descubren nuevos usos para la tecnología o combinan varias tecnologías de forma creativa” [4].

Esta es la razón por la cual el proceso de enseñanza-aprendizaje cada día se perfecciona en virtud de los cambios y transformaciones que se producen mediante la aplicación de las TICs, las que se han convertido en un “vehículo” para el aprendizaje del contenido existente en las diversas materias escolares. Además, cabe mencionar que la correcta utilización de estas tecnologías genera algunas ventajas en el proceso de aprendizaje, tales como: desarrollo de la iniciativa, interés, interacción, motivación, continua actividad intelectual, mejor comunicación entre profesores y alumnos, aprendizaje cooperativo, mayor contacto con los estudiantes y actualización profesional [5].

5.1 Áreas de desarrollo y aprendizaje de educación inicial subnivel uno y dos

El Currículo de Educación Inicial indica que la enseñanza-aprendizaje es un proceso sistemático en el cual el niño debe construir conocimientos y potenciar el desarrollo de habilidades, valores y actitudes para fortalecer su formación, y así se pueda facilitar la mediación pedagógica en un ambiente propicio. De la misma manera, según el Ministerio de Educación los aspectos que necesitan los niños de 0 a 5 años para potenciar su desarrollo y aprendizaje son los que se indican en la imagen [6].



Imagen 1. Aspectos que los niños necesitan para potenciar su aprendizaje [6]

Según la Imagen 1, se debe tomar en cuenta los aspectos necesarios que los niños necesitan para desarrollar y aprender desde los centros educativos y la familia, en base a experiencias de aprendizaje significativas, en procesos donde puedan potencializar sus actitudes como explorar, experimentar, jugar y crear, en ambientes de aprendizaje seguros; para construir una imagen positiva de sí mismo; sentirse amados, protegidos y valorados y poder interactuar con los otros y ser capaces de comunicarse. Para poder realizar todos estos aspectos todo esto debe producirse dentro de un contexto del buen vivir [6].

5.1.1 Socialización

Según [6] indica a los ámbitos de desarrollo y aprendizaje como vinculación emocional y social, en donde se pretende desarrollar la capacidad socio-afectiva de los niños y de una buena relación con la madre y/o cuidadores; para que, mediante las diferentes manifestaciones emocionales los niños puedan interactuar con otros y así generen nuevos vínculos afectivos.

5.1.2 Aspectos de Lateralidad

Este aspecto representa otro ámbito de desarrollo y aprendizaje que se basa en la “expresión corporal y motricidad. Dicho ámbito propone desarrollar las posibilidades motrices, expresivas y creativas a partir del conocimiento del propio cuerpo, así como las posibilidades de movimiento, considerándolo como medio de expresión. Además, en este ámbito se realizarán procesos para lograr la coordinación dinámica global, el equilibrio dinámico y estático, esquema corporal, lateralidad y orientación en el espacio” [6].

5.1.3 Reconocimiento de las Partes del Cuerpo

El Ministerio de Educación del Ecuador propone como un ámbito a la exploración del cuerpo y motricidad, en donde el niño debe desarrollar las posibilidades motrices y expresivas, a través de los movimientos y formas de desplazamiento de su cuerpo; es decir, el niño debe conocer su cuerpo mediante la exploración [6].

5.1.4 Aprendizaje de Colores Primarios y Secundarios

Para el aprendizaje de colores, el Ministerio de Educación propone que los niños deben reconocer los colores primarios: amarillo, azul y rojo; colores blancos, negro y colores secundarios mediante el reconocimiento de objetos del entorno [6].

5.1.5 Emociones y Sentimientos

Dentro del Currículo de Educación Inicial Ecuatoriana [6] se detalla el ámbito de la expresión artística, en el cual se pretende orientar a los niños en el desarrollo de la expresión de sus sentimientos, emociones y vivencias, a través de manifestaciones artísticas como la plástica visual, la música y el teatro.

5.1.6 Normas de Buena Educación dentro y fuera del Aula de Clase

Las Normas de un buen comportamiento se asimilan en el Currículo de Educación Inicial Ecuatoriana [6] mediante el ámbito de convivencia, en el cual se consideran los aspectos de relación del niño con otros, esto comienza desde su hogar

hasta abarcar las relaciones más amplias dentro de los centros educativos. De esta manera se incorpora el aprendizaje y se facilita su sana convivencia mediante el respeto, la empatía, sus derechos y obligaciones [6].

5.1.7 Secuencias Rítmicas

Según [7] detalla que las secuencias rítmicas “son las actividades que suponen una sucesión de movimientos específicos que permitan al niño el logro de movimientos organizados y rítmicos”.

Del mismo modo, “el movimiento es una herramienta para el desarrollo rítmico, puesto que depende de la naturaleza motriz, el juego muscular y el del sentido auditivo” [7], es decir todo ese movimiento rítmico facilita el proceso de aprendizaje del niño.

5.1.8 Aprendizaje de Números

Según [6] el ámbito relaciones lógico/matemáticas consiste en el desarrollo de los procesos cognitivos, los cuales deben permitir que el niño adquiera nociones básicas de tiempo, cantidad, espacio, textura, forma, tamaño y color, mediante la interacción con los elementos del entorno y de las experiencias para la resolución de problemas y nuevos aprendizajes.

5.2 Momentos de la Experiencia de Aprendizaje

La experiencia de aprendizaje requiere de un tiempo determinado, por lo que es importante tomar en cuenta los momentos en los que se lleva a cabo la experiencia para poder mantener el interés y las acciones de los niños. Se requiere de 3 momentos descritos a continuación [6]:

- 1) “El momento de inicio: para lograr el objetivo del día los niños y docentes dialogan, planean y se entusiasman por lo que van a descubrir”.
- 2) “El momento de desarrollo: se refiere a que los niños se encuentran realizando las actividades, cuando experimenta, exploran, juegan y crean, es decir, el docente debe interactuar con los niños”.
- 3) “El momento de cierre: es el espacio en donde los niños reconocen que lo que hicieron tiene sentido y que lo que aprendieron es importante para ellos y los demás”.

5.3 Orientaciones para el Proceso de Evaluación

Según [6] dice que en “Educación Inicial no se evalúa para aprobar o desaprobado, sino para favorecer el desarrollo integral de los niños, para descubrir sus potencialidades personales, para reforzar su autoestima y detectar posibles limitaciones que afectan al aprendizaje y desarrollo”.

5.3.1 Indicadores de Evaluación

Se tiene tres escalas de evaluación de acuerdo con [8]:

- Inicio: “El niño o niña, está empezando a desarrollar los aprendizajes previstos o evidencia dificultades para el desarrollo de éstos, para lo cual necesita mayor tiempo de acompañamiento e intervención del docente, de acuerdo con su ritmo y estilo de aprendizaje”.

- En Proceso: “El niño o niña está en proceso para lograr los aprendizajes previstos, para lo cual requiere acompañamiento del docente y del representante legal durante el tiempo necesario”.
- Adquirida: “El niño o niña evidencia el logro de los aprendizajes previstos en el tiempo programado”.

5.4 Trabajo Relacionado: Asistentes Robóticos

Desde sus inicios, la robótica ha tenido aplicaciones en diferentes campos como: la medicina, la exploración planetaria y submarina, etc. Pero en la educación es el lugar donde ha dado uno de los aportes de mayor impacto, ya que cuando los “robots” se integran al grupo de estudiantes y tutores, propician el aprendizaje y la motivación, así como también fortalecen el desarrollo de habilidades cognitivas [9]. A continuación, se presenta algunos ejemplos de asistentes:

SPELTRA, (Robotic Assistant for Speech-and-Language Therapy) representa a un asistente robótico para terapia del habla y del lenguaje, cuyo objetivo es el de ayudar a los Patólogos de Habla y Lenguaje (SLP) en las diversas actividades que éstos deben realizar durante las actividades terapéuticas. Este enfoque se basa en un entorno integrador de herramientas TIC móviles, un sistema experto, una capa de conocimiento y vocabularios estandarizados en el área de Terapia del Habla y Lenguaje (SLT), para personas que sufren diferentes tipos de trastornos y discapacidades [10].

En [11] se presenta “GI-GI” un asistente robótico que interactúa con una aplicación móvil lúdica para niños de 3 a 7 años a través de Bluetooth. La aplicación se basa en 6 áreas importantes del currículo ecuatoriano como: Comprensión y expresión de lenguaje, Relación lógica matemática, Identidad y autonomía, Convivencia, Relación del medio natural y cultural y Motricidad fina. De acuerdo a las 6 áreas se realizó 16 minijuegos que fueron validados por expertos en el área de educación inicial básica. El protocolo entre la aplicación móvil y el asistente robótico se maneja bajo dos estímulos el visual y kinestésico. También, se realizaron 66 encuestas para la validación del asistente robótico y la aplicación móvil, estos tienen un alto nivel de aceptación por parte de los niños y niñas.

Otro asistente robótico de interés es ASIRIÑO que interactúa con una aplicación móvil a través del protocolo de Bluetooth y tiene como objetivo incorporar actividades para niños de 3 a 5 años con Síndrome de Down. Este asistente robótico cuenta con una pantalla OLED i2c, que permite reflejar las emociones como alegría, tristeza, enojo, etc. Además, tiene 4 grados de libertad (puede mover los dos brazos y ruedas para moverse en el eje X - Y usando dos servomotores) [12]. Realizaron un experimento con 21 niños de 3 a 5 años con el objetivo de determinar la respuesta de los niños hacia el robot y la aplicación móvil, dando como resultado una reacción positiva hacia el asistente robótico y sus funcionalidades [12].

En [13] los autores presentan a ROBOBO un asistente robótico educativo que interactúa con niños de primaria y secundaria. Robobo está formado por una base con ruedas que transporta un teléfono inteligente, el cual proporciona capacidades de detección, comunicación y procesamiento de alto nivel a través de visión por

computador. Así mismo, el teléfono inteligente permite el desarrollo de lecciones relacionadas con la educación STEM, programación y robótica. Robobo se está probando en escuelas secundarias en España, con el objetivo de ser introducido a la educación pública desde septiembre de 2017.

PABI (Penguin for Autism Behavioral Interventions) es un robot con una forma humanoide que se asemeja a un pingüino, el robot puede ser utilizado en diferentes entornos como: escuelas, clínicas y el hogar. De igual forma consta de diferentes módulos de interacción como: expresiones faciales, movimientos corporales, señales verbales, seguimiento estéreo basado en la visión para expresar emociones con los niños, y el uso de una tablet que permite al niño interactuar y establecer un lazo afectivo con el asistente. Realizaron un estudio inicial con niños de 5 a 8 años con diagnóstico de autismo desde moderado a grave. Según el análisis cuantitativo de los datos registrados, se redujo los tiempos de las sesiones en aproximadamente un 50% debido en parte a una mayor atención del niño en la sesión [14].

5.5 Conceptos Generales

5.5.1 Sistemas Embebidos

Se conoce como sistema embebido a “un dispositivo controlado por un procesador, dedicado a realizar una única tarea o una serie de ellas” [15]; es decir: representa “una combinación de hardware y software de computadora y quizás piezas adicionales, ya sean mecánicas o electrónicas, diseñadas para realizar” esta(s) tarea(s) [16]. Por otra parte Tanenbaum detalla que “dado que todos los sistemas embebidos ejecutan sólo un número limitado de programas conocidos, en el momento del diseño, puede ser posible hacer optimizaciones”, las cuales no serían posibles de realizarlas en sistemas de propósito general [17]; además, “algunos sistemas embebidos son únicos en su tipo o se construyen para proyectos específicos” [15], así como también se debe tener presente que “el software escrito para sistemas embebidos es el que tiene que interactuar estrechamente con el hardware” [18].

5.5.2 Aplicación Web

Son aplicaciones que permiten que los usuarios puedan almacenar y modificar la información y acceder a ella a través de las Web APIs [19].

RESTful APIs

“Son servicios web (o API web) que se centran en los recursos de un sistema, lo que incluye la forma en que los estados de los recursos se dirigen y transfieren a través de HTTP por un amplio rango de clientes que están escritos en diferentes lenguajes” [20]. Puede transferir la información que se almacena en la base de datos utilizando un formato, como XML o JSON. De esta manera, una aplicación externa puede interactuar con los datos [21].

5.5.3 Aplicación Móvil

Son aplicaciones que hacen referencia a su nombre, ya que se ejecutan en dispositivos móviles. “El término móvil se refiere a poder acceder a los datos, las aplicaciones y los dispositivos desde cualquier lugar” [22]. La principal diferencia entre

aplicaciones de escritorio y/o web versus una aplicación móvil radica en las restricciones de hardware que posee el dispositivo tales como: “dimensiones reducidas, tienen bajo poder de cómputo, escasa capacidad de almacenamiento, ancho de banda limitado, etc.

Algunos ejemplos de aplicaciones móviles son: mapas y navegación, búsqueda, juegos, mensajería, aplicaciones empresariales” [22]. En la actualidad existe una tendencia marcada al desarrollo de aplicaciones móviles para las diferentes plataformas como: Windows Mobile, iOS y Android; por lo general, se facilita el desarrollo de aplicaciones orientadas hacia el S.O. Android debido a que el proyecto potenciado por Google Inc. es de código abierto y la gran mayoría de empresas productoras de tecnología móvil, lo utilizan para colocar en sus dispositivos (tabletas, celulares, etc.). La actual masificación de dispositivos móviles por empresas que lideran el mercado ha generado que exista una cantidad considerable de personas que compre y utilice los mismos, dando como resultado un sistema que se ha vuelto común y/o conocido para la sociedad.

6. ARQUITECTURA GENERAL DE LA PROPUESTA

6.1 Requerimientos

El asistente robótico está enfocado para niños de uno a cinco años, el cual ayudará en el proceso de aprendizaje de los niños. Se realizó reuniones con las Licenciadas expertas en Educación Inicial, las mismas que nos brindaron los requerimientos necesarios para realizar el proyecto. Se definieron 8 áreas de desarrollo de los niños basados en el currículo ecuatoriano de educación inicial 2014 las cuales son: Socialización, Aspectos de Lateralidad, Reconocimiento de las Partes del Cuerpo, Aprendizaje de Colores Primarios y Secundarios, Emociones y Sentimientos, Normas de Buena Educación dentro y fuera del Aula de Clase, Secuencias Rítmicas, Aprendizaje de Números.

6.1.1 Requerimientos de Software

Esta sección detalla las funcionalidades que va a implementar el sistema y que por lo general tienen relación al registro y obtención de datos tales como se detalla en la Tabla 1:

Requerimiento	Observación
Registrar datos de Profesor	Nombres, Apellidos, Correo Electrónico, Contraseña
Registrar, listar, editar y eliminar los datos del Alumno	Nombres, Apellidos, Fecha de Nacimiento, Nivel y Discapacidad
Registrar datos de Sesión por categoría	Fecha de Inicio, Fecha de Fin, Áreas Visitadas

Registrar, listar, editar, eliminar datos de Categorías	Nombre
Registrar, listar, editar, eliminar datos de Áreas	Nombre, Referencia
Registrar, listar, editar, eliminar datos de Actividades	Nombre, Referencia
Registrar, listar, editar, eliminar datos de Juegos	Nombre
Registrar, listar, editar, eliminar datos de Órdenes	Texto, Código, Estado
Registrar, listar, editar, eliminar datos de Ítems	Texto, Código
Registrar indicadores de evaluación del aprendizaje	Indicador
Registrar indicadores de evaluación de juegos	Indicador
Obtener resultados de las actividades realizadas de la sesión mediante reportes.	El Administrador debe agregar los datos correspondientes a: Categorías, Áreas, Actividades, Órdenes, Juegos e Ítems, además podrá editar y eliminar.
Desde la aplicación móvil se puede agregar los siguientes registros	Profesor, Alumno, Sesión, Evaluación del Aprendizaje, Evaluación de Juegos y Reportes.
La aplicación móvil debe tener la capacidad de reproducir sonidos, tanto como las órdenes de mando y de interacción del asistente.	Voz de mando, voz del asistente.

Tabla 1. Lista de requerimientos de software

6.1.2 Requerimientos de Hardware

Requerimiento	Observación
El asistente robótico constará de luces en la cabeza, las orejas, las manos, los pies y la nariz.	Luces tipo anillo LED RGB.
Tendrá sensores táctiles en la cabeza, las orejas, las manos, los pies y la nariz, para poder identificar con qué partes interactúan los niños.	
La conexión entre el asistente robótico y la aplicación móvil será de manera inalámbrica	Se utiliza una red interna con una conexión wifi.

Tabla 2. Lista de requerimientos de hardware

La imagen 2 detalla las partes donde se deben colocar los sensores táctiles (áreas de color negro) y las luces led RGB (áreas de color amarillo), según las especificaciones obtenidas como resultado del análisis de requerimientos.



Imagen 2. Ubicación de sensores touch y luces RGB

6.2 Especificaciones técnicas del proyecto

6.2.1 Especificaciones de hardware

- **Raspberry PI 3B+**

Es un minicomputador que puede usar para programar contiene un procesador de cuatro núcleos de 1.4GHz de 64-bit, cuenta con WiFi de doble banda, Bluetooth 4.2/BLE, y cuenta con salida con HDMI, micro USB de alimentación 5V 3A. [23].

- **Arduino Nano**

Es una plataforma electrónica que permite múltiples protocolos de comunicación como: serial, I2C, SPI etc. Las placas de Arduino pueden leer entradas y convertirlas en una salida. Además, para poder realizar tareas se debe enviar un conjunto de instrucciones al microcontrolador en la tarjeta [24].

- **Sensor touch capacitivo MPR121**

Este módulo es un controlador táctil capacitivo con interfaz I2C, por lo que solo utiliza dos pines de comunicación y es fácil de implementar con cualquier microcontrolador en este caso el Arduino [25].

- **Driver conversor DC a DC LM2596**

“Tiene como función entregar un voltaje de salida constante frente a variaciones del voltaje de entrada o de carga, sin importar si el voltaje de entrada es mayor o menor al voltaje de salida” [26].

- **Anillos RGB**

Están compuestos por LEDs de montaje superficial ultrabrillantes que están organizados en un círculo con diámetro externo de 37mm. cada led se puede controlar individualmente con un único pin de microcontrolador [27]. Para este proyecto el elemento utilizado es “DIYmall lámpara luz anillo 7 Bits 7 x WS2812 5050 RGB LED con conductores integrados”

- **Celular Android 6.0.1 o superior**

6.3 Herramientas de software elegidas para el desarrollo

6.3.1 Herramientas para código del cliente

- **Godot Engine**

Es un motor de juegos gratuito y multiplataforma que permite crear juegos 2D y 3D. Dichos juegos se pueden exportar a varias plataformas como: de escritorio (GNU/Linux, macOS, Windows), así como las plataformas móviles (Android, iOS) y basadas en la web (HTML5) [28].

Con el uso de este motor de juegos se desarrolla aplicación móvil usando el paradigma con escenas y nodos en vista 2D.

- **Android Studio y NDK**

Android Studio proporciona las herramientas de mayor rapidez para crear aplicaciones en dispositivos Android. Contiene un editor de diseño visual, un analizador APK, un emulador rápido, un editor de código inteligente, etc. [29].

En este proyecto se usa como un medio para descargar el Kit de desarrollo Nativo de Android de una manera óptima.

“El kit de desarrollo nativo (NDK) es un conjunto de herramientas que te permite usar código C y C++ con Android, y proporciona bibliotecas de plataforma que puedes usar para controlar actividades nativas” [30].

Android NDK sirve como un intermediario para exportar el formato de godot engine a **.apk** con la ayuda de templates.

- **Gimp**

“Es un potente editor de imágenes gratuito para Windows, Mac OS X y GNU/Linux” [31].

Gimp se usa para la edición de las imágenes, exportar imágenes a formato png, escalar las imágenes a un solo tamaño, y para añadir un canal de transparencia a las imágenes.

- **Inkscape**

“Inkscape es un editor de gráficos vectoriales de código abierto, similar a programas como Adobe Illustrator, Corel Draw, Freehand o Xara X. Lo que lo hace único es que usa como formato nativo el Scalable Vector Graphics (SVG)” [32].

Se utiliza el editor Inkscape para convertir las imágenes de formato **.svg** a **.png**.

- **Draw.io**

Es una herramienta online que sirve para crear gráficos y diagramas de varios tipos, entre ellos se tiene a: flujos, procesos, UML, Entidad-Relación, Red, entre otros [33]. Una de las características es que permite exportar el contenido a diferentes formatos de imagen, siendo una herramienta útil para el desarrollo de diversas actividades.

- **Adobe Audition CC**

“Es una estación de trabajo de audio profesional que crea, mezcla y diseña efectos de sonido” [34].

Esta herramienta se usa para cortar los audios grabados para los juegos y aprendizaje, así mismo para grabar en formato **.wav**

Software	Versión	Forma de Instalación	Referencia
Godot Engine	3.1	Manual	https://godotengine.org/download/windows

Android Studio	3.3.1	Manual	https://developer.android.com/studio
Android NDK	R17	Manual	https://developer.android.com/ndk/downloads?hl=es-419
Gimp	2.8	Manual	https://www.gimp.org/
Inkscape	0.92.3	Manual	https://inkscape.org/es/
Draw.io	10.5.8	Manual	https://www.draw.io/
Adobe Audition CC	12.0	Manual	https://www.adobe.com/products/audition/free-trial-download.html

Tabla 3. Listado de herramientas para código del cliente

6.3.2 Herramientas para código del servidor

- **Django**

Es un framework de Python de alto nivel orientado al desarrollo web, permite el desarrollo rápido y limpio de sistemas. Además, permite la reutilización de código, es flexible, gratis y de código abierto [35].

Django se usa para la implementación de Servicios Web, los cuales son consumidos desde la aplicación móvil, además de la interacción con la base de datos.

- **Django Rest Framework**

Como lo indica en su página “es un kit de herramientas potente y flexible para crear Web APIs” [36].

Este Framework permite crear Servicios Web REST que son utilizadas desde la aplicación móvil, mediante serializadores que permiten manejar las instancias en formato JSON.

- **Postman**

“Es una herramienta que envía solicitudes a una API y le muestra la respuesta” [37], mediante métodos request como: GET, POST, PUT, DELETE, a través de la URL [38].

Se usa Postman para probar los Web Services y verificar su funcionamiento.

- **python3**

“Python es un lenguaje de programación que le permite trabajar más rápidamente e integrar sus sistemas de manera más efectiva” [39].

Se usa Python 3 para el desarrollo del servidor de sockets TCP y para la comunicación serial.

- **PostgreSQL**

Es un poderoso sistema de base de datos relacional que utiliza el lenguaje SQL, tiene una arquitectura confiable, integridad de datos y es de código abierto. Además, cumple con los parámetros ACID (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento, Durabilidad) [40].

Se usa esta base de datos para almacenar la información que se registra desde la aplicación móvil y usarla para generar reportes.

- **Paquetes adicionales**

- **Generar código HTML – yattag:** Es una librería que permite generar etiquetas HTML o XML en Python [41].
- **Acceso a base de datos - psycopg2:** Es un adaptador para la base de datos PostgreSQL con Python, es decir, permite el acceso a muchas de las funciones ofrecidas por PostgreSQL [42].
- **Reportes PDF - xhtml2pdf:** Es un convertidor escrito en Python que utiliza las herramientas de ReportLab, HTML5lib y pyPdf, para generar plantillas PDF [43].
- **django-extensions:** Conjunto de extensiones extra para Django. “Estos incluyen comandos de administración, campos de bases de datos adicionales, extensiones de administrador y mucho más” [44].
- **graphviz:** Es un software open source de visualización gráfica; y tal como lo menciona en su sitio web, “es una forma de representar información estructural como diagramas de gráficos y redes abstractas. Tiene importantes aplicaciones en redes, bioinformática, ingeniería de software, diseño de bases de datos y web, aprendizaje automático y en interfaces visuales para otros dominios técnicos” [45]. Con la ayuda de esta herramienta y de django-extensions, se obtiene el modelo de la base de datos.

Software	Versión	Forma de instalación	Referencia
Django	2.0.4	Gestor de paquetes de python (pip)	https://www.djangoproject.com/
Django Rest Framework	3.8.2	Gestor de paquetes de python (pip)	https://www.django-rest-framework.org/
Postman	7.0.6	Manual	https://www.getpostman.com/downloads/
Python	3.5.3	Gestor de paquetes del	https://www.python.org/

		sistema(a pt)	
PostgreSQL	9	Gestor de paquetes del sistema (apt)	https://www.postgresql.org/
Yattag	1.10.0	Gestor de paquetes de python (pip)	https://www.yattag.org/
psycopg2/psycopg 2-binary	2.7.4	Gestor de paquetes de python (pip)	http://initd.org/psycopg/
xhtml2pdf	0.2.3	Gestor de paquetes de python (pip)	https://pypi.org/project/xhtml2pdf/
django-extensions	2.1.6	Gestor de paquetes de python (pip)	https://github.com/django- extensions/django-extensions
graphviz	2.38.0- 17	Gestor de paquetes del sistema (apt)	https://www.graphviz.org/

Tabla 4. Listado de herramientas para el código del servidor

6.3.3 Herramientas para código del módulo electrónico

- **Raspbian OS**

“Raspbian es un sistema operativo gratuito basado en Debian optimizado para el hardware Raspberry Pi” [46].

- **Arduino IDE**

Es un software de código abierto que permite escribir el código fuente y cargarlo en el dispositivo. Se ejecuta en Windows, Mac OS X y Linux [47].

- **Librería Adafruit MPR121**

Es una librería que se agrega al IDE de arduino. Permite implementar código para trabajar con el sensor capacitivo MPR121 [48].

6.3.4 Herramientas para diseños 3D

- **Repetier Host**

Es un software que permite importar y configurar modelos 3D previo a la impresión física [49].

- **Ultimaker CURA 2.1**

Permite configurar las características para la impresión 3D y luego convierte el fichero del formato **.stl** a **.gcode** [50].

Software	Versión	Forma de instalación	Referencia
Raspbian OS	9.4 (stretch)	Manual	https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/
Arduino IDE	1.8.5	Manual	https://www.arduino.cc/en/main/software
Librería Adafruit MPR121	No definida	Manual	https://github.com/adafruit/Adafruit_MPR121
Repetier Host	2.0.5	Manual	https://www.repetier.com/
Ultimaker CURA	2.1	Manual	https://ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software

Tabla 5. Listado de herramientas para diseños 3D

6.4 Diseño y Arquitectura

6.4.1 Visión General

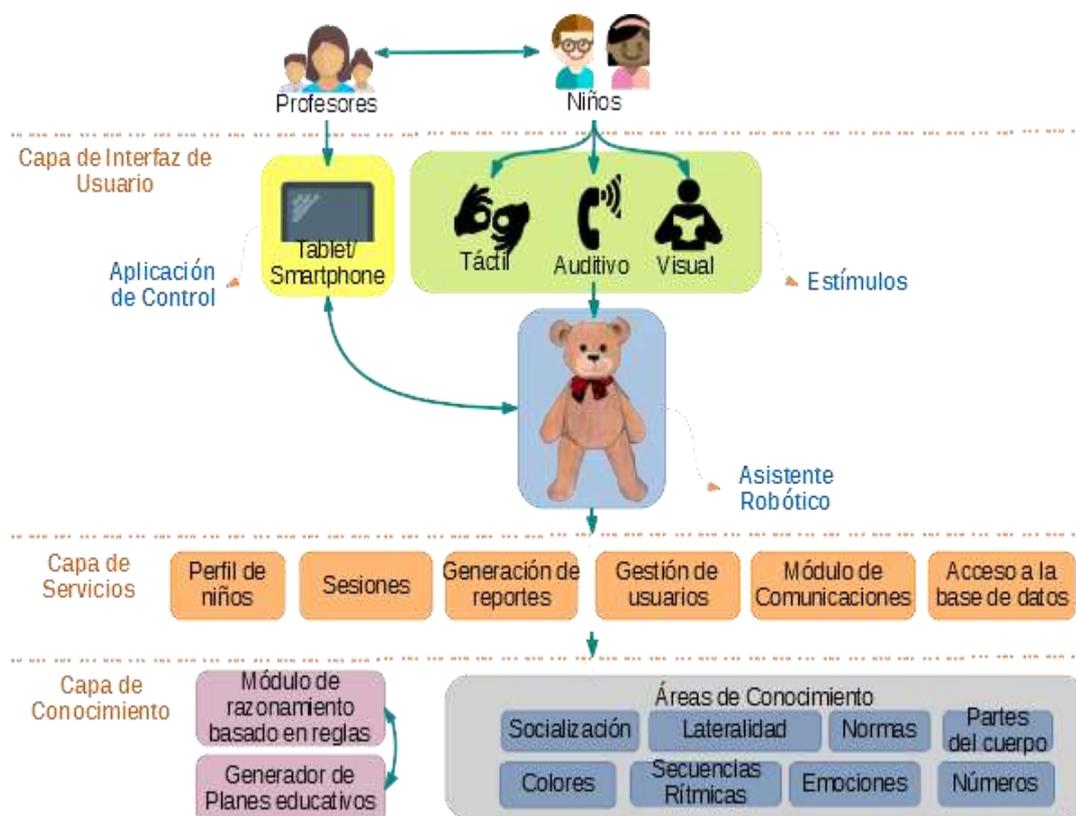


Imagen 3. Visión general del proyecto

El proyecto consiste principalmente en la interacción que tiene el niño con el asistente robótico, mediante la ayuda y la guía del profesor que selecciona las áreas de conocimiento. El proyecto se divide en las siguientes capas (Imagen 3):

Capa de interfaz de usuario:

En esta capa se destaca la aplicación móvil, la cual sirve como medio para que los profesores seleccionen el área de conocimiento y los niños puedan interactuar con el asistente robótico en las actividades de aprendizaje, y directamente con la aplicación móvil para los juegos correspondientes a cada área; esto genera en los niños diversos estímulos tales como las que se señalan en la Tabla 6.

Estímulo	Provocado por
Auditivo	Escuchar la voz y las órdenes del asistente robótico en la sección de aprendizaje y del juego de cada área.
Visual	- Observar las luces que se encienden en el asistente robótico.

	- Observar las imágenes que puede seleccionar en los juegos.
Táctil	Tocar las partes táctiles del asistente robótico.

Tabla 6. Estímulos generados

Capa de servicios:

Esta capa desempeña la función de interfaz o medio para realizar el registro de la información y acceso a la base de datos. A continuación, se detalla de manera general cada componente (Tabla 7).

Componente	Descripción
Perfil de niños	Permite el registro y edición de los datos personales de cada estudiante. Así como también la capacidad de editar o eliminar la información.
Sesiones	Permite el registro del trabajo o áreas de conocimiento realizadas con el estudiante, en una fecha y tiempo específico.
Generación de reportes	Permite obtener un historial de las áreas trabajadas de acuerdo a una sesión en particular.
Gestión de usuarios	Permite la creación de usuarios para registrar los datos del docente que utiliza la aplicación.
Módulo de comunicaciones	Permite gestionar los datos que llegan desde la aplicación móvil y que se reenvían al asistente robótico.
Acceso a la base de datos	Permite el acceso a la base de datos, de manera que sea sencillo obtener y registrar datos.

Tabla 7. Componentes de la Capa de servicios

Capa de conocimiento:

Esta capa se caracteriza principalmente por las áreas de conocimiento que son la parte “medular” para el desarrollo del presente proyecto. Cada área tiene como objetivo desarrollar en el niño un aprendizaje particular, como conocimiento base y/o aprendizaje en su etapa de desarrollo inicial. Las áreas con las que se trabajan son (Tabla 8).

Área de Conocimiento	Descripción
Socialización	Actividades para aprender a sentarse/pararse al lado del asistente robótico o de un compañero de clase. Actividades para abrazar, saludar, juntar palmas y aspectos de la vida diaria.
Aspectos de Lateralidad	Actividades para reconocer y tener nociones entre: izquierda, derecha, arriba, abajo, delante, detrás, dentro y fuera.
Reconocimiento de las partes del cuerpo	Actividades para reconocer partes principales: cabeza, tronco y extremidades superiores e inferiores; así como también las partes secundarias: ojos, nariz, orejas, boca, manos, muñeca, dedos, pies y uñas.
Aprendizaje de colores primarios y secundarios	Actividades para reconocer y diferenciar entre los siguientes colores: amarillo, azul, rojo, verde, morado, celeste y naranja.
Emociones y sentimientos	Actividades para reconocer las emociones básicas, tales como: alegría, tristeza, miedo, sorpresa y enfado.
Normas de buena educación, dentro y fuera del aula de clase	Actividades para conocer y aprender lo que se debe y no se debe hacer en el aula de clase.
Secuencias rítmicas	Actividades para comprender el uso de aplausos, zapateos y golpes con las manos sobre la mesa.
Aprendizaje de números	Actividades para reforzar el aprendizaje de números desde el cero hasta el diez.

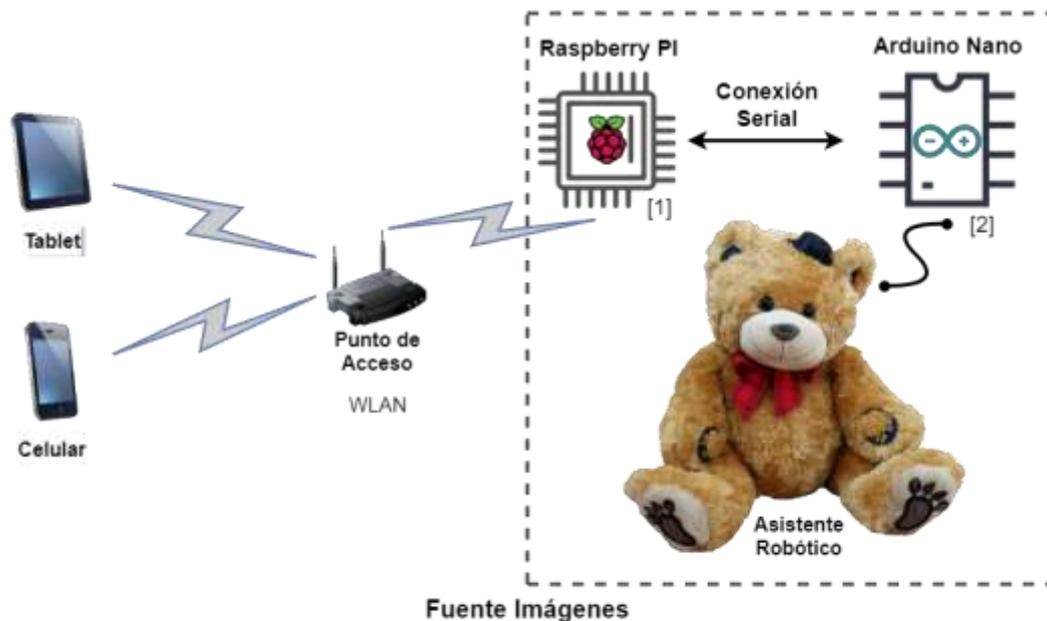
Tabla 8. Áreas de Conocimiento que se implementan en el proyecto

Adicionalmente a lo indicado, en este proyecto se incluye un módulo prototipo de razonamiento basado en reglas, que describe un sistema experto para generar planes educativos con respecto a las áreas de conocimiento. Es decir, recomienda la categoría (básica, media o avanzada) en la que debe trabajar un estudiante, con respecto a un área.

6.4.2 Esquema físico

Luego de realizar el análisis de los requerimientos de software y hardware, se tiene como resultado la definición de un esquema que permite comprender la interacción que debe darse entre los diferentes componentes.

La imagen 4 detalla los elementos de hardware que se utilizan en el proyecto y la comunicación que existe entre ellos.



[1] Copyright © RASPBERRY PI FOUNDATION
[2] Copyright © Arduino AG

Imagen 4. Esquema físico del proyecto

Como se puede observar en la imagen, todos los elementos se encuentran conectados dentro de una red de área local inalámbrica (WLAN) para poder comunicarse entre sí; esto significa que desde un celular o tablet se ejecuta una aplicación que envía datos un servidor que se encuentra alojado en la placa Raspberry Pi; éste a su vez se comunica con la placa de Arduino mediante la comunicación serial, la cual recibe los datos y activa la iluminación o anillo RGB LED correspondiente. Lo mismo ocurre en el sentido contrario, cuando se recolectan datos del sensor touch presionado en el asistente robótico y se reenvían al cliente móvil por medio de Raspberry Pi.

6.4.3 Esquema lógico

Desde un punto de vista lógico, se tiene una aplicación móvil que implementa código de cliente REST con la capacidad de hacer peticiones de tipo GET y POST a los servicios web. El formato para el contenido y la cabecera de la petición es de tipo JSON (`application/json`), ya que es de fácil interpretación y su gestión se vuelve más sencilla con una estructura de datos del tipo diccionario. La aplicación también implementa el código de cliente para comunicarse con el servidor de Sockets TCP y así enviar los datos correspondientes o de interés al asistente robótico. Como se puede observar en la siguiente imagen, existen los servicios correspondientes para los servidores correspondientes, que se ejecutan sobre Raspbian OS; si bien esto es “transparente para el usuario” [51], cabe recalcar la separación interna que existe entre la gestión de la aplicación Web y la gestión para la comunicación desde y hacia la placa electrónica que tiene el código que interactúa directamente con los elementos del asistente robótico.

Tanto el servidor Apache como el de sockets realizan sus tareas correspondientes de tal manera que en la aplicación móvil se hace uso del servicio requerido según la tarea actual (ver Imagen 5).

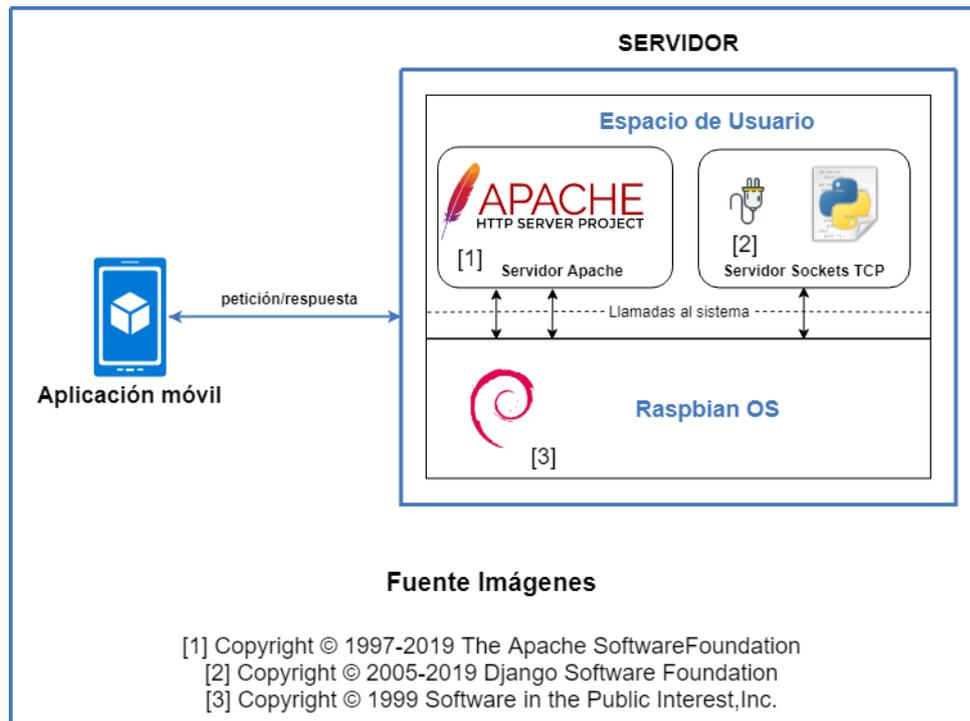


Imagen 5. Esquema lógico del sistema

6.4.4 Diseño funcional del proyecto

El sistema tiene en su conjunto la interrelación de componentes tales como: aplicación móvil, servidor web, servidor de sockets TCP y módulo electrónico; los cuales cumplen con las siguientes funciones.

Funciones atribuidas al servidor web

- Recibir peticiones y devolver la respuesta al cliente.
- Almacenar y recuperar la información en una base de datos.

Funciones atribuidas al servidor de sockets TCP

- Recibir y enviar datos a la aplicación móvil.
- Enviar y recibir datos entre el módulo TCP y Arduino nano.

Funciones atribuidas al cliente

- Realizar peticiones al servidor para enviar y recibir datos.
- Calificar actividades relacionadas con el aprendizaje y juegos.
- Visualizar información obtenida del servidor tales como: listado de alumnos y reportes.

Funciones atribuidas a Arduino Nano

- Leer y enviar datos por medio de la comunicación serial.
- Encender/apagar luces de los módulos RGB.
- Enviar datos del sensor touch con el que se interactúa.

6.4.5 Diseño de Diagramas

Diagrama de Base de Datos

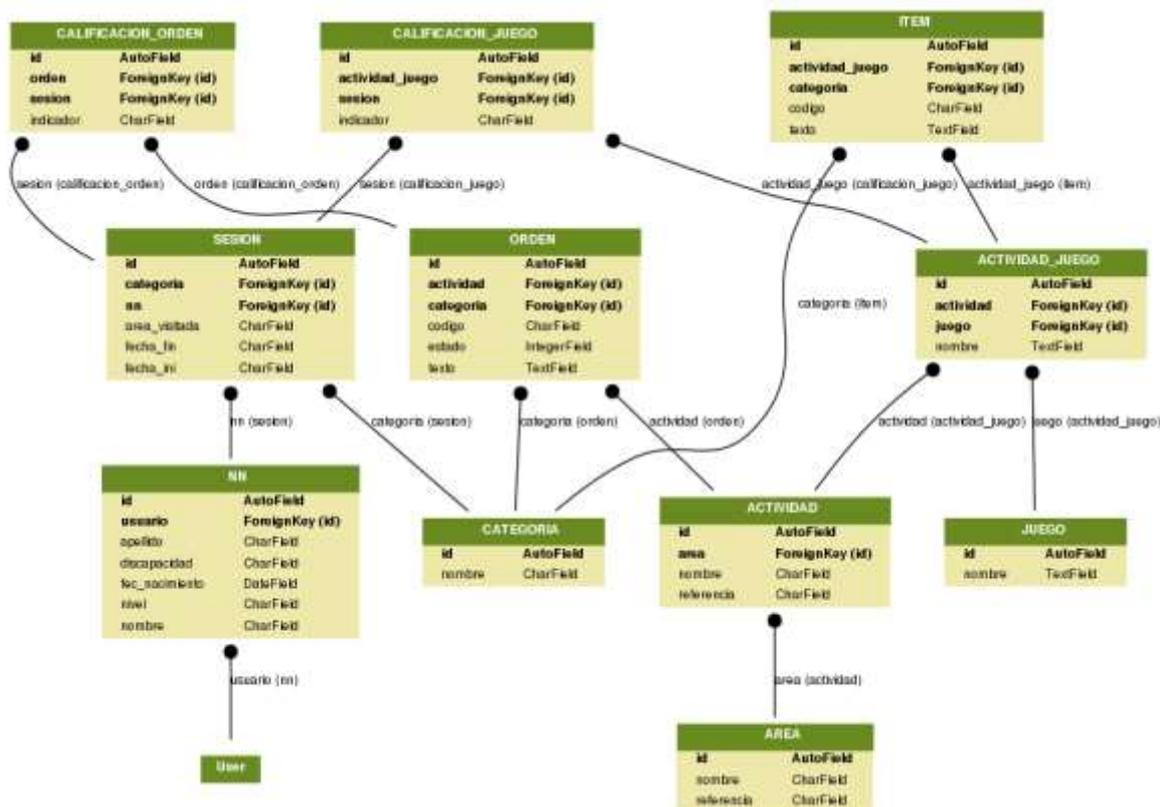


Imagen 6. Esquema de Base de Datos

Como se puede observar en la imagen 6 se detallan las tablas que se utilizan para guardar la información correspondiente al proyecto. La base de datos está diseñada de manera que se pueda guardar las actividades correspondientes al aprendizaje como también a los juegos del área de conocimiento. En la Tabla 9 se puede apreciar una descripción detallada de cada tabla de la base de datos:

Nombre de la Tabla	Descripción
USER	Tabla propia del framework django, se utiliza para almacenar el registro de un docente o profesor.
NN	Sirve para almacenar los datos personales del alumno.
CATEGORIA	Se registran los tipos de categorías con los que se va a trabajar, ya que según este parámetro se crean las órdenes e items de juego correspondiente.

AREA	Se almacenan las áreas de conocimiento.
ACTIVIDAD	Tabla que registra las actividades correspondientes a un área específica.
SESION	Almacena datos con respecto a la fecha y tiempo en que inicia y termina la sesión de trabajo de un estudiante. Así como también se relaciona la categoría elegida y las áreas con las que se ha interactuado.
ORDEN	Registra el listado de todas las órdenes de aprendizaje con respecto a la categoría y a la actividad de un área de conocimiento.
JUEGO	Permite registrar los diferentes tipos de juegos, para ser utilizados con las actividades.
ACTIVIDAD_JUEGO	Tabla intermedia para almacenar la relación existente entre la actividad de un área particular y un juego.
ITEM	Lleva registro de todas las opciones que se incluyen en cada juego con respecto a la categoría. Nótese que se incluye el campo código, que sirve como base para mapear los audios en la aplicación móvil.
CALIFICACIÓN ORDEN	Almacena el indicador de evaluación de una orden específica correspondiente al aprendizaje dentro de un área de conocimiento.
CALIFICACIÓN JUEGO	Almacena el indicador de evaluación de un juego específico correspondiente a un área de conocimiento.

Tabla 9. Descripción detallada de la base de datos

Diagrama de casos de Uso

En el caso de la aplicación web se tiene sólo un usuario con rol de administrador (*Administrador web*), y que efectúa las siguientes operaciones: Ingresar, modificar y eliminar datos de las tablas correspondientes a: AREA, CATEGORIA, ACTIVIDADES, ORDEN, JUEGO, ACTIVIDAD_JUEGO e ITEM desde la página de administración de Django. A continuación, se muestra el caso de uso correspondiente (Imagen 7).

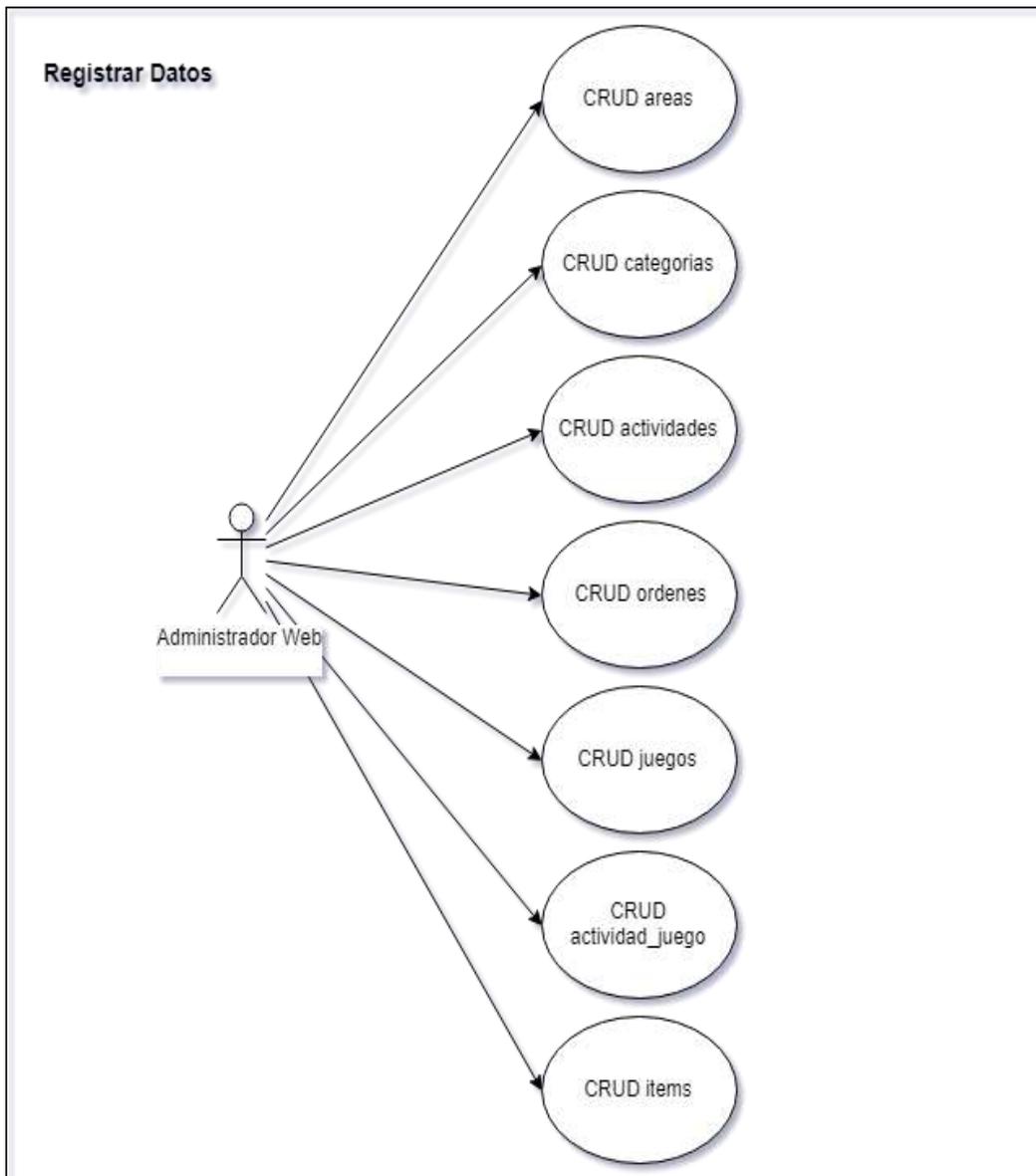


Imagen 7. Caso de uso - Registrar de datos

Para la aplicación móvil se maneja un usuario *Docente*, que puede registrarse en la aplicación con sus datos personales, para luego poder ingresar al sistema mediante su usuario y contraseña. Una vez que ingrese puede crear, editar, ver un listado de alumnos y eliminar los registros seleccionados; así como también acceder a un reporte individual sobre el aprendizaje y los juegos de una sesión realizada. A continuación, se muestra el caso de uso en la imagen 8.

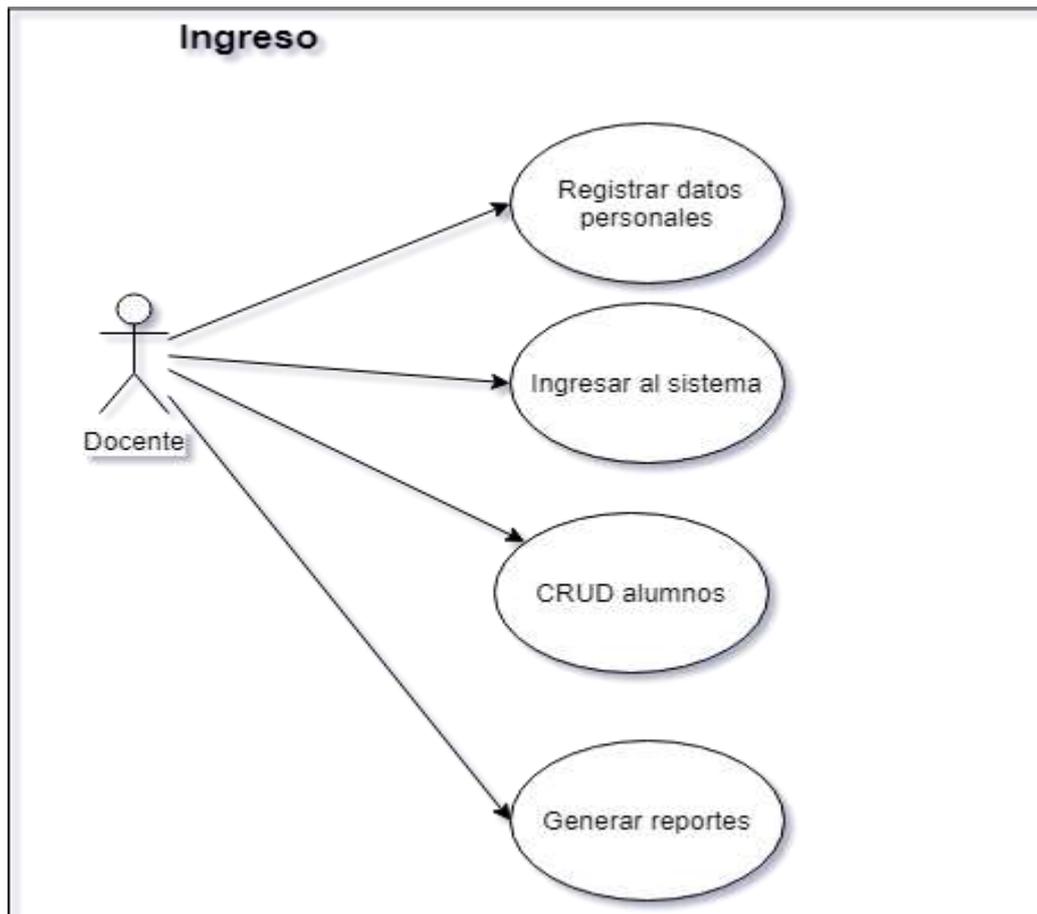


Imagen 8. Caso de uso - Ingreso del usuario Docente

De igual manera, cuando el docente selecciona un alumno puede empezar a trabajar en las diferentes áreas; por lo que debe escoger la categoría deseada: básica, media o avanzada. Después debe seleccionar el área de conocimiento, para que el alumno interactúe con la aplicación mediante un apartado para el aprendizaje y un juego con relación a lo aprendido anteriormente. Existen actividades en la que el docente tiene que calificarlas según los indicadores de evaluación: iniciado, proceso y adquirido. Por último, el docente puede finalizar la sesión cuando lo desee. Se muestra el caso de uso correspondiente en la imagen 9.

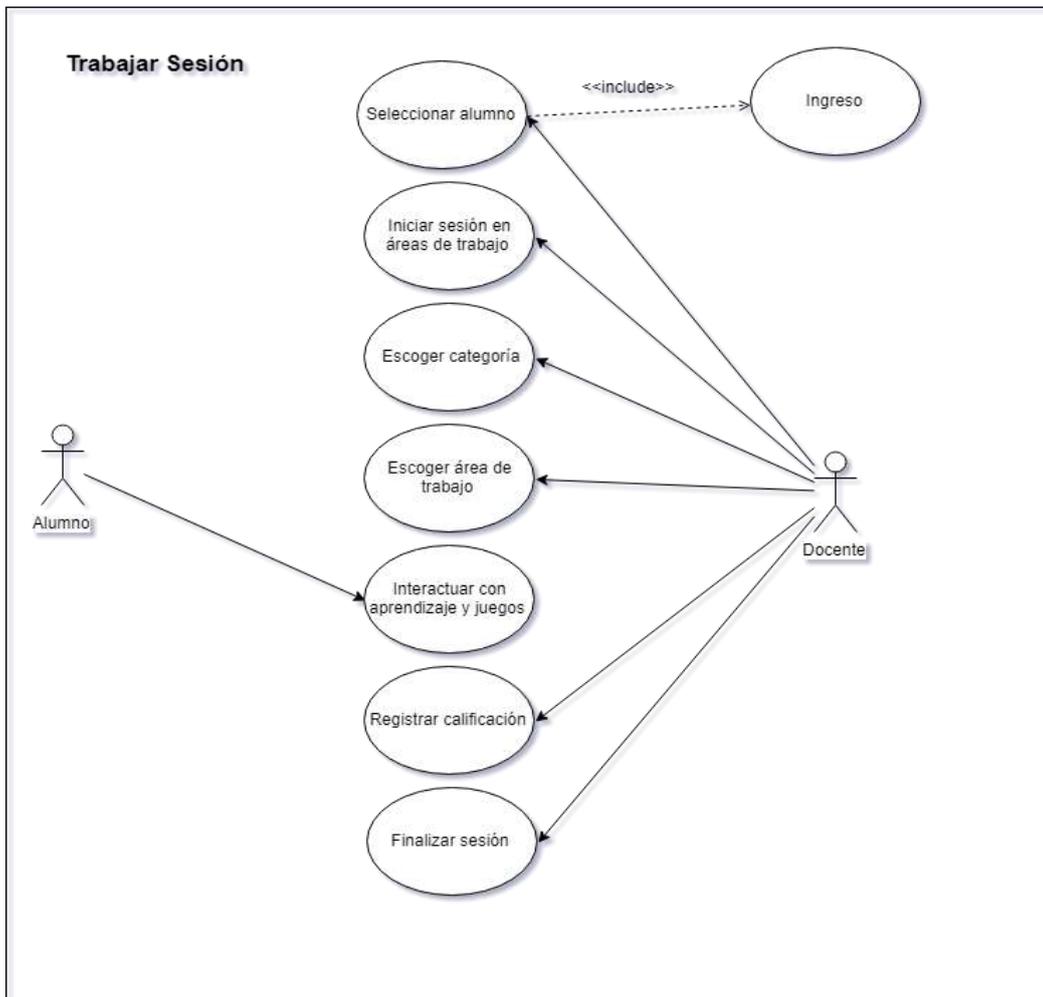


Imagen 9. Caso de uso - Trabajar sesión con las áreas de trabajo

Diagrama de Secuencias (app móvil)

En la imagen 10, se puede apreciar el diagrama de secuencia para que el usuario Docente pueda ingresar a la aplicación móvil, desde crear el usuario, autenticarse, obtener listado de alumnos; poder agregar, editar y eliminar datos del alumno y obtener reportes individuales de las actividades.

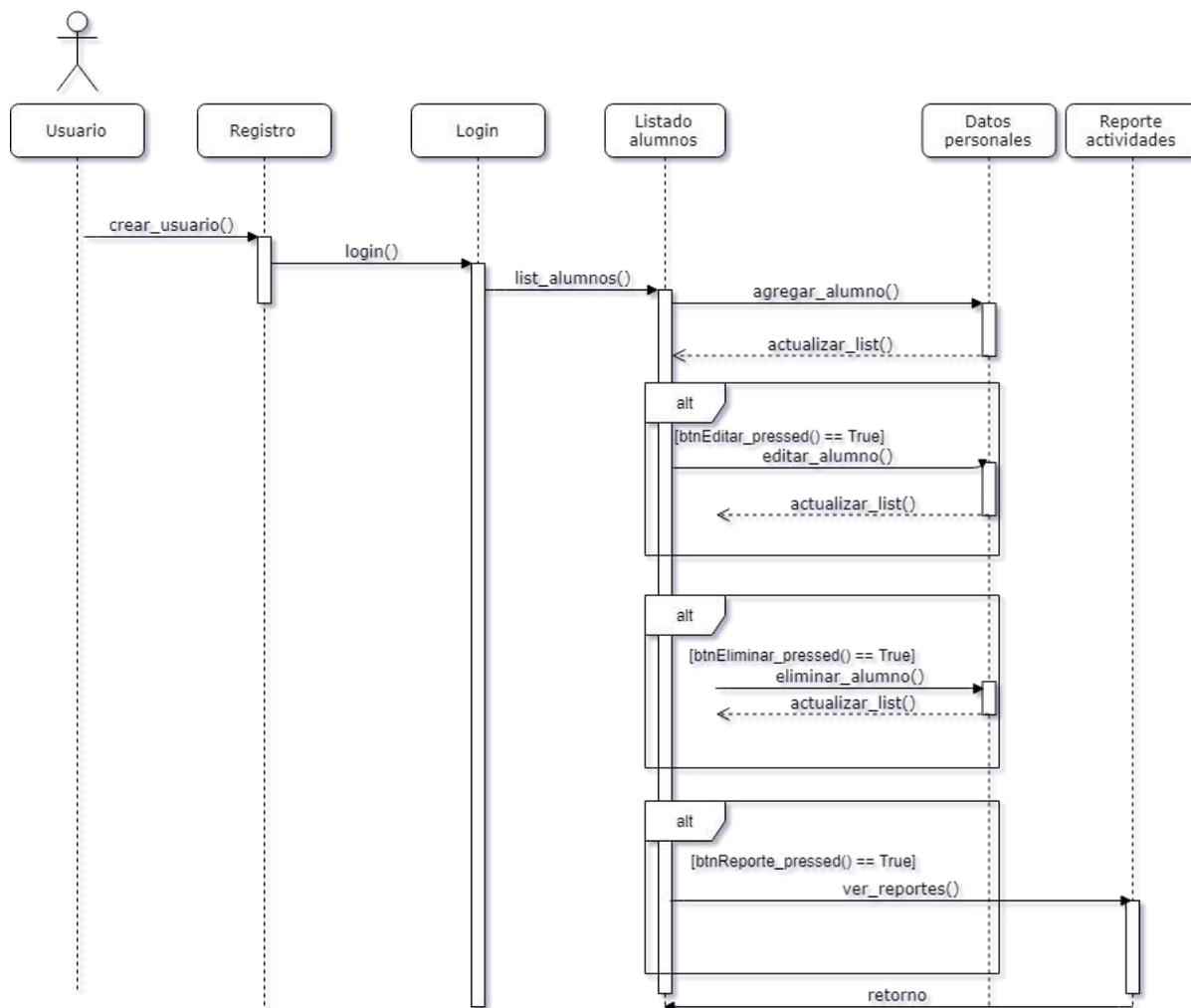


Imagen 10. Diagrama de Secuencia - Ingreso de usuario Docente a la aplicación

En la imagen 11, se puede apreciar el diagrama de secuencia para que el usuario Docente pueda iniciar la sesión de trabajo con cada niño, entonces tiene que seleccionar un niño e iniciar sesión de trabajo, escoger una categoría (básica, media, avanzada), escoger las áreas de trabajo para iniciar el aprendizaje y juegos en donde el alumno interactúa, colocar la calificación correspondiente y finalizar sesión.

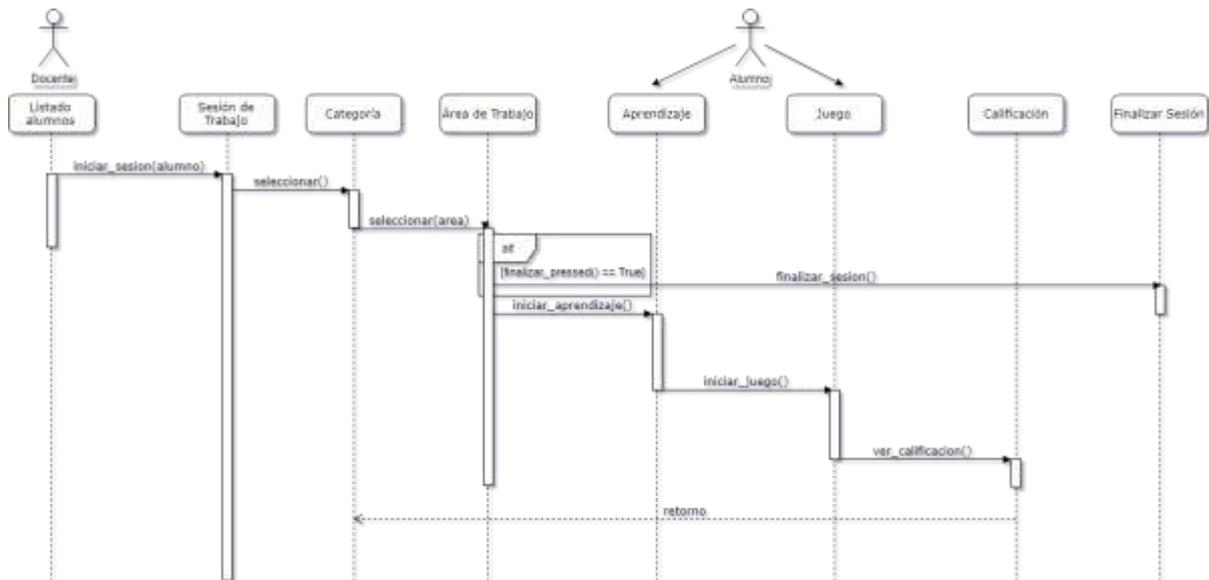


Imagen 11. Diagrama de Secuencia - Trabajar sesión con las áreas

Diagramas o Diseños 3D

Los diseños 3D se desarrollaron con la ayuda de la herramienta Autodesk Inventor en escala 1:1 (tamaño físico real con relación al asistente robótico). Para esto se tomó en cuenta los requerimientos iniciales, en los que se indica que se necesita pulsar ciertas partes del asistente robótico para el aprendizaje del niño en ciertas áreas de conocimiento.

En la imagen 12 se puede apreciar el diseño 3D final del sombrero y la nariz que serán colocados en el asistente robótico.



Imagen 12. Diseño de sombrero y nariz

En la imagen 13 se muestra el diseño 3D de las orejas izquierda y derecha para ser colocadas en el asistente.



Imagen 13. Diseño de Oreja izquierda y derecha

En la imagen 14 se muestra el diseño 3D de las manos izquierda y derecha a ser colocadas en el asistente robótico.

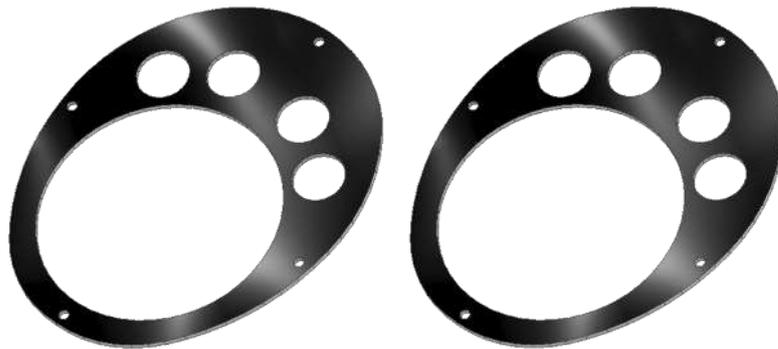


Imagen 14. Diseño de Mano derecha e izquierda

En la imagen 15 se puede apreciar el diseño 3D de las patas izquierda y derecha que serán colocadas en el asistente.



Imagen 15. Diseño de pata derecha e izquierda

En la imagen 16 se muestra el diseño 3D de la caja protectora para cada uno de los anillos led RGB.



Imagen 16. Diseño de caja protectora para anillo LED RGB

6.5 Desarrollo e Implementación

El proyecto se basa en un modelo Cliente-Servidor el cual según indica [52], es un modelo en donde los procesos interactúan mediante peticiones y respuestas. Lo que quiere decir que un cliente realiza una petición a un servidor y este espera su respuesta [53].

La implementación del servidor se realiza con el despliegue de una aplicación web y un servidor de Sockets TCP. En el primer caso, el código desarrollado para Django, se comunica con la base de datos antes mencionada, y devuelve la información a la petición realizada por el cliente. Para el caso del servidor de sockets, permite crear un punto de comunicación para el envío y recepción de datos entre el cliente y el asistente robótico.

6.5.1 Servidor HTTP

Es el encargado de recibir y enviar las peticiones de regreso al cliente móvil. En este caso al utilizar Django con Django Rest Framework como interfaz back-end web, el sistema se puede implementar a través de un servidor ligero que viene integrado por defecto en Django, pero sólo es adecuado para pruebas, por lo que, para obtener un mejor rendimiento, se usa Apache HTTP Server como servidor de código abierto para el despliegue de la aplicación. El objetivo principal es el de proporcionar un servidor eficiente, seguro y extensible [54] hacia el cliente, ya que, al momento de recibir las peticiones, también se encarga de re-dirigirlas hacia Django y Django Rest Framework con la ayuda de un módulo adicional para Apache, tal como *mod_wsgi*, que permite esta interacción [55]. Luego de que el framework haya realizado la operación solicitada, como por ejemplo obtener datos correspondientes a un área de trabajo; se devuelve los mismos al cliente pasando de WSGI a Apache Server, el cual está pendiente y mantiene el registro de la petición del cliente.

La imagen 17 detalla la arquitectura que permite al cliente obtener los datos del servidor web, debido al trabajo conjunto de los elementos antes mencionados.

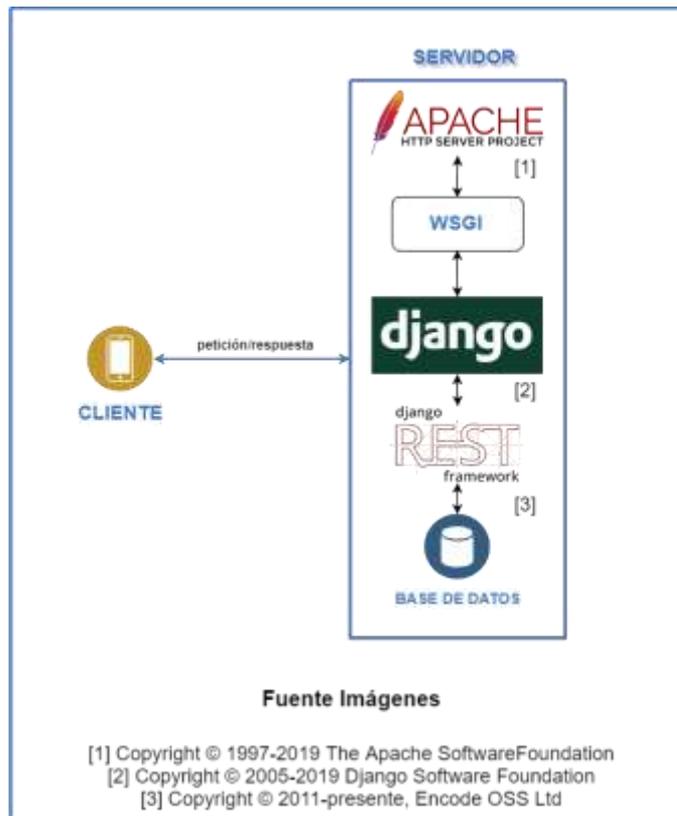


Imagen 17. Esquema de funcionamiento Cliente-Servidor

6.5.2 Desarrollo de la aplicación web

Previo a la codificación del sistema web se tiene que instalar y configurar las herramientas respectivas para poder crear un proyecto, tal como se indica a continuación.

Instalar y configurar Django con PostgreSQL en Raspbian y soporte para Eclipse IDE

Para realizar los siguientes pasos, se debe tener instalado el sistema operativo Raspbian OS en Raspberry PI, además de la configuración inicial con respecto al idioma y la zona horaria. Para instalar el sistema gestor de base de datos PostgreSQL con pgAdmin3, se debe ingresar los siguientes comandos en una terminal de Raspbian.

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo apt update
pi@raspberrypi ~ $ sudo apt install postgresql postgresql-contrib
pi@raspberrypi ~ $ sudo apt install pgadmin3
```

Al iniciar pgadmin3 se debe crear una nueva conexión al host local y crear una nueva base de datos “base_tesis” para la aplicación web (imagen 18).

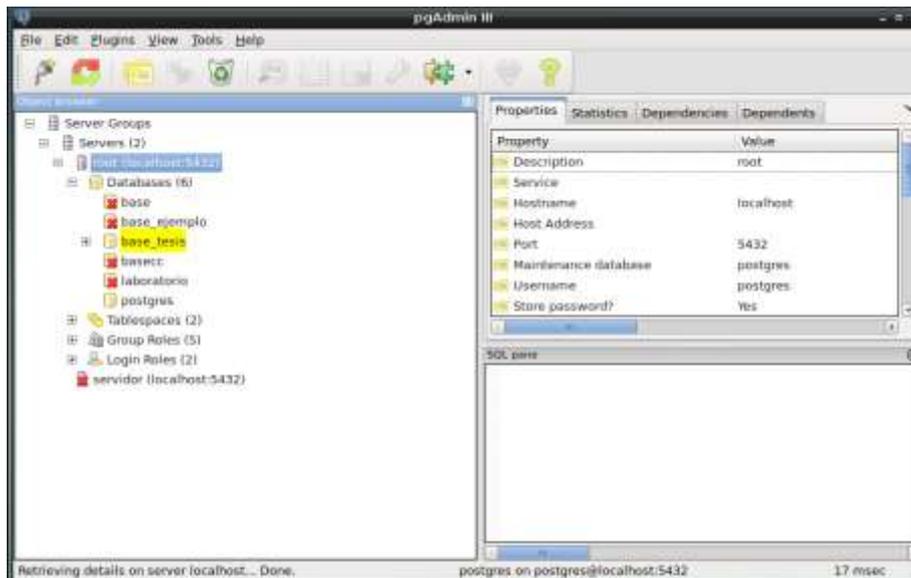


Imagen 18. Gestor gráfico de base de datos pgAdmin3

Para continuar con la instalación se ingresan los siguientes comandos:

- Instalar pip3:

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo apt-get install python3-pip+
```
- Instalar la herramienta para crear entornos virtuales con el comando *virtualenv* mediante pip3:

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo pip3 install virtualenv
```
- Crear un directorio para los proyectos:

```
pi@raspberrypi ~ $ mkdir ~/proyectos
pi@raspberrypi ~ $ cd ~/proyectos
```
- Crear un entorno virtual con soporte para python3 en la carpeta entorno, dentro de la carpeta de proyectos:

```
pi@raspberrypi ~/proyectos $ virtualenv -p python3 entorno
```
- Activar o ingresar al entorno virtual con:

```
pi@raspberrypi ~/proyectos $ source entorno/bin/activate
```
- Se repite desde aquí para instalar django y el soporte para postgresql cuando se desea crear un nuevo proyecto de django, debido a que ya se tiene instalado el entorno virtual. Nótese que, al momento de ingresar al entorno virtual, el bash prompt o aviso de la línea de comandos cambia su formato de la dirección común a (entorno), que hace referencia a que el usuario se encuentra dentro del entorno virtual que se acaba de crear. Por lo tanto, el usuario puede instalar los paquetes necesarios dentro de este entorno, sin que estos tengan conflicto con paquetes que se encuentran instalados en el sistema, como por ejemplo la versión de python 2.7 que es la que existe fuera del entorno virtual, a la versión 3.5.3 que se encuentra instalada dentro de este entorno.

- Instalar Django con extensión para conectarse a PostgreSQL:
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos $ pip install django psycopg2`
- En la actualidad se recomienda utilizar la versión binary de psycopg2:
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos $ pip install django psycopg2-binary`
- Verificar la versión de django:
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos $ django-admin --version`
- Para iniciar un proyecto nuevo en Django:
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos $ django-admin.py startproject tesis`
- Crear directorio `apps` para las aplicaciones del proyecto:
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos $ cd tesis`
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos $ mkdir apps`
- Crear las aplicaciones que forman parte del proyecto web: Nótese que el segundo comando se escribe en la misma línea.
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos/tesis $ cd apps`
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos/tesis/apps $ python ../manage.py startapp areas datos juegos reportes servicios`
- Configurar la conexión a la base de datos: Para este caso es necesario editar el fichero `settings.py` y modificar la sección `DATABASES`, llenando con los datos correspondientes a la creación de la base `"base_tesis"` (imagen 19). Nótese que se utiliza el editor de texto por consola `nano`, sin embargo, se puede utilizar el editor de su preferencia.
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos/tesis $ nano tesis/settings.py`

```
DATABASES = {
    'default': {
        'ENGINE': 'django.db.backends.postgresql_psycopg2',
        'NAME': 'base_tesis',
        'USER': 'uarise',
        'PASSWORD': 'uarise',
        'HOST': 'localhost',
        'PORT': '',
    }
}
```

Imagen 19. Configuración de la conexión a la base de datos

- Realizar la migración inicial a la base de datos:
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos/tesis $ python manage.py makemigrations`
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos/tesis $ python manage.py migrate`
- Crear cuenta administrativa:
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos/tesis $ python manage.py createsuperuser`
- Iniciar servidor de desarrollo:
(entorno) `pi@raspberrypi ~/proyectos/tesis $ python manage.py runserver`

- Acceder a la siguiente URL en un navegador web, para comprobar que se encuentre el servidor en ejecución: <http://localhost:8000>
- Instalar Eclipse IDE: La manera más fácil es descargar el paquete “tar.gz” de la página del proyecto y extraer su contenido en un directorio para ejecutar el fichero binario eclipse. El único requisito es tener instalado Java JRE/JDK.
- Instalar soporte de python para Eclipse IDE: Debido a que este entorno de desarrollo está basado en Java, se necesita de una extensión para crear y editar código fuente para el lenguaje python. Para esto se tiene que instalar el plugin PyDev, los pasos se indican en la página del proyecto: http://www.pydev.org/manual_101_install.html. Ahora que se cuenta con el soporte necesario se puede crear un nuevo proyecto de Django desde Eclipse o importar el existente.

6.5.3 Programación del proyecto web

La organización de un proyecto en Django es mediante aplicaciones que pueden ser reutilizadas en otros proyectos; como norma de programación se recomienda colocar las aplicaciones del proyecto web dentro una carpeta, tal como lo indica la imagen 20.

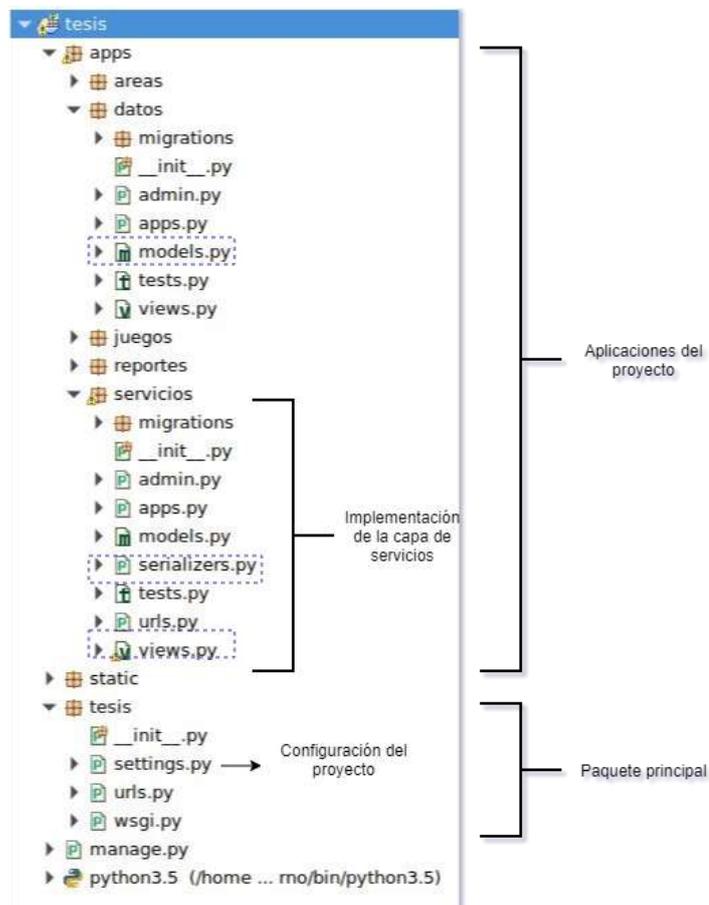


Imagen 20. Organización del Proyecto en Django

Como se puede observar, el paquete principal es donde se configura todas las especificaciones del proyecto como la dirección IP para que se pueda ejecutar el proyecto en el servidor, la conexión a la base de datos, localización, seguridad, entre otros. La aplicación más relevante es la que contiene la implementación de la capa de servicios, porque allí se encuentra todo lo relacionado a los servicios web que serán solicitados desde la aplicación móvil. A continuación, se describe las secciones más relevantes de la aplicación web.

Modelos (models.py)

Los modelos son objetos que representan a las tablas con su respectivo nombre, contienen atributos que representan un campo en la base de datos. También se puede establecer las relaciones entre los diferentes modelos. A continuación, se muestra en la imagen 21 el modelo para el registro del niño/a.

```
class NN(models.Model):
    usuario = models.ForeignKey(User, on_delete=models.CASCADE)
    nombre = models.CharField(max_length=70, blank=False, null=False)
    apellido = models.CharField(max_length=70, blank=False, null=False)
    fec_nacimiento = models.DateField(blank=False, null=False)
    nivel = models.CharField(max_length=10, blank=False, null=False)
    discapacidad = models.CharField(max_length=70, blank=False, null=False)
```

Imagen 21. Modelo para el registro del alumno

Serializadores (serializers.py)

Contiene los campos de los modelos para luego poder representar en un formato JSON y poder controlar las peticiones y respuestas. En la imagen 22 se muestra un ejemplo de una clase Serializer: *NNSerializer*, que en este caso permite indicar los campos del modelo *NN* en un formato JSON.

```
class NNSerializer(serializers.ModelSerializer):
    fec_nacimiento = serializers.DateField(input_formats=DATE_INPUT_FORMATS)

    class Meta:
        model = NN
        fields = ('id', 'nombre', 'apellido', 'fec_nacimiento', 'nivel', 'discapacidad', 'usuario')
```

Imagen 22. Clase Serializer del modelo NN

Vistas (views.py)

Las views o vistas son definiciones basadas en funciones o clases en las que se puede escribir código para gestionar las operaciones de crear, leer, editar y eliminar uno o más registros; equivale a un controlador y contiene la lógica de negocio o de la aplicación. Estas se instancian o son llamadas el momento en que el usuario hace una petición a una URL que hace referencia o está ligada a esa vista. La imagen 23 detalla un ejemplo de una vista para registrar a un alumno; en este caso permite recibir sólo peticiones de tipo POST, haciendo uso del Serializador: *NNSerializer* indicado anteriormente.

```

@api_view(['POST'])
def registro_NN(request):
    if request.method == 'POST':
        serializer = NNSerializer(data=request.data)
        if serializer.is_valid():
            serializer.save()
            return Response(serializer.data, status=status.HTTP_201_CREATED)
        return Response(serializer.errors, status=status.HTTP_400_BAD_REQUEST)

```

Imagen 23. Vista para registrar un alumno

URLs (urls.py)

La aplicación utiliza el archivo de configuración *URLConf*, donde se incluyen las urls de las diferentes aplicaciones y del usuario Administrador, también cada aplicación contiene sus propios archivos para incluir las urls, es decir las urls son las direcciones que instancian a las vistas y estas pueden ser llamadas desde la aplicación móvil mediante los servicios web o desde una página web. En la imagen 24 se detalla las URL que hacen referencia a la creación, listado, actualización y eliminación de un alumno.

```

path('addAlumno/', registro_NN, name="addAlumno"),
path('listAlumnos/<int:id>/', listado_NN, name="listAlumnos"),
path('updateAlumno/<int:id>/', update_NN, name="updateAlumno"),
path('deleteAlumno/<int:id>/', delete_NN, name="deleteAlumno"),

```

Imagen 24. URL para la creación, listado, actualización y eliminación de un alumno

Reportes

Desde la aplicación móvil se puede mostrar un reporte individual de cada alumno, en donde se muestra sus datos personales, fecha de inicio de sesión y finalización, las áreas en la que se trabajó con el niño y de la sección de aprendizaje muestra la orden con su respectivo indicador de evaluación y de la sección de juegos la actividad con su respectivo indicador de evaluación (imagen 25).

```

def reporte_sesion_html(id_sesion, fecha_ini, fecha_fin, cabecera, actA, actB, actC, actD, actE,
nombre = 'sesion' +str(id_sesion)+ '.html'
fichero = crear_html(nombre)
titulo_principal = generarTituloPrincipal('UNIDAD EDUCATIVA "SANTA MARIANA DE JESÚS"')
guardar_html(fichero, titulo_principal)

titulo = generarTitulo('EDUCACIÓN BÁSICA INICIAL', '')
guardar_html(fichero, titulo)

subtitulo = generarTitulo('REGISTRO INDIVIDUAL', '')
guardar_html(fichero, subtitulo)

if fichero != None:
    if cabecera.fec_nacimiento != None:
        nacimiento = formatted_age(cabecera.fec_nacimiento)
    else:
        nacimiento = ''

    estructura = []
    estructura.append([':b:Nombres y Apellidos: ', cabecera.nombre+ ' '+cabecera.apellido])
    estructura.append([':b:Fecha de Nacimiento: ', nacimiento])
    estructura.append([':b:Nivel: ', cabecera.nivel])
    estructura.append([':b:Discapacidad: ', cabecera.discapacidad])
    item_uno = generarTabla(estructura, '1.- IDENTIFICACION PERSONAL', borde=0)
    guardar_html(fichero, item_uno)

```

Imagen 25. Código que implementa el reporte

6.5.4 Servidor Socket TCP

Un socket crea un punto de comunicación, a través de una dirección IP y un puerto [56]; por lo tanto, un servidor de sockets crea un punto final de comunicación para un puerto específico que siempre está a la escucha para una nueva conexión de un cliente. En el momento en el que el servidor está a la escucha en un puerto virtual sobre una dirección IP, el cliente dispone de los datos necesarios para establecer una comunicación con el servidor. En este proyecto, el servidor de sockets está implementado en el lenguaje de programación Python (versión 3), el cual se ejecuta de manera automática luego de iniciar el sistema Raspbian OS y de que los servicios de red estén listos.

Comunicación serial entre Arduino Nano y Servidor Socket TCP

Según, [57] indica que la comunicación serial entre dos dispositivos digitales, es donde cada bit de los datos que se transmiten se envía uno a la vez, a través de una sola línea del canal de comunicación.

Aprovechando que el servidor de sockets mantiene la referencia de la conexión con un cliente, también se implementa el reenvío de datos que llegan al servidor, desde la interfaz serial hacia la placa electrónica, mediante la conexión física entre un puerto serial de Raspberry Pi y Arduino nano. Esto sirve principalmente para coordinar las acciones entre la aplicación móvil y el asistente robótico, ya que en la codificación se especifican todas las reglas de operación con respecto a los sensores y al encendido/apagado de luces.

En la Tabla 10 se puede apreciar los códigos que se envía desde la aplicación móvil al asistente robótico para poder ingresar a cada área correspondiente.

Acción	Código que se envía
Ingresar al área de "Socialización"	A1\n
Ingresar al área de "Aspectos de Lateralidad"	A2\n
Ingresar al área de "Reconocimiento de las partes del cuerpo"	A3\n
Ingresar al área de "Aprendizaje de colores primarios y secundarios"	A4\n
Ingresar al área de "Emociones básicas"	A5\n
Ingresar al área de "Normas de buena educación dentro y fuera del aula de clases"	A6\n
Ingresar al área de "Secuencias rítmicas"	A7\n

Ingresar al área de “Aprendizaje de Números”	A8\n
Entrar al área del sensor touch	TT\n
Salir del área actual	X\n

Tabla 10. Códigos generales para las áreas

En la Tabla 11 se aprecia los códigos que se envía desde la aplicación móvil al asistente para ingresar a las actividades del área de Socialización.

Acción	Código que se envía
Ingresar a la actividad “Siéntate a mi lado”	A11\n
Ingresar a la actividad “Párate a mi lado”	A12\n
Ingresar a la actividad “Abrázame”	A13\n
Ingresar a la actividad “Saludar”	A14\n
Ingresar a la actividad “Juntar palmas”	A15\n
Ingresar a la actividad Actividades de la vida diaria”	A16\n

Tabla 11. Actividades del Área 1

En la Tabla 12 se muestran los códigos que se envían desde la aplicación móvil al asistente para encender la parte indicada.

Acción	Código que se envía
Cabeza	CA#\n
Nariz	NA#\n
Oreja derecha	OD#\n
Oreja izquierda	OI#\n
Mano derecha	MD#\n
Mano izquierda	MI#\n
Pata derecha	PD#\n

Pata izquierda	PI#\n
Apagar luces	AP#\n

Tabla 12. Códigos generales para encender la parte indicada

Nota: El símbolo # se reemplaza por un número entre el 0 y 6, para generar un color de acuerdo con lo que se indica en la Tabla 13.

En la Tabla 13 se puede apreciar los códigos de mapeo de los siete colores.

Número	Color
0	Amarillo
1	Azul
2	Rojo
3	Verde
4	Morado
5	Celeste
6	Naranja

Tabla 13. Códigos de mapeo de colores

En la Tabla 14 se muestra los códigos de la parte que se toca en el asistente y que recibe la aplicación móvil desde el servidor TCP.

Parte que se toca	Código que recibe la aplicación
Cabeza	TCA\n
Nariz	TNA\n
Oreja derecha	TOD\n
Oreja izquierda	TOI\n
Mano derecha	TMD\n
Mano izquierda	TMI\n
Pata derecha	TPD\n
Pata izquierda	TPI\n

Tabla 14. Códigos generales que se envían desde el servidor TCP a la aplicación móvil.

Nótese que el salto de carro o de nueva línea representado por el carácter `\n` es necesario para poder leer el stream de datos.

6.5.5 Descripción de la aplicación móvil

La implementación de la aplicación móvil se realiza utilizando Godot Engine, como un motor de videojuegos, el cual se provee un conjunto de diferentes herramientas para que los usuarios puedan concentrarse en la realización de sus proyectos, más que enfocarse en aspectos técnicos. El engine maneja principalmente dos aspectos para la realización de un proyecto: el manejo de Escenas y la utilización de Nodos. Las escenas representan espacios donde se pueden agregar nodos de diferentes tipos tales como: contenedores, botones, texto, imágenes, animaciones, etc. Cada escena puede representarse como una ventana de la interfaz gráfica, comúnmente conocida como GUI.

Para la ejecución de las escenas y la interacción que existe entre los diferentes componentes, se utiliza GDScript como lenguaje de programación de tipo dinámico simple parecido a Python [58].

Al momento de que se empaqueta o exporta el proyecto para un tipo específico de plataforma, se incluye el engine como una librería que forma parte de la aplicación y que se ejecuta sobre esa plataforma.

Si bien no se va a explicar el código fuente de la aplicación móvil, debido a que ese no es el propósito de este trabajo, vale recalcar dos partes importantes que se codifican, tal como el código que implementa las consultas hacia el Servidor HTTP. Por lo tanto, la imagen 26 muestra un ejemplo de una petición de tipo GET, donde se envía un ID o código del profesor como parte de la URL de la petición; sin embargo, pasa algo contrario cuando se realiza la petición de tipo POST debido a que se incluye el cuerpo (body) donde se incluye todos los parámetros que necesita recibir el Servicio Web en formato Json, tal como se muestra en la imagen 27.

```
var idProfesor = Auxiliar.profesorId
var res = req.get(TCPStream.http_address, "/servicios/listAlumnos/"+idProfesor+"/", TCPStream.http_port, false, [{"Content-Type": "application/json"}])
res.connect("connection_error", self, "_on_connection_error")
res.connect("request_error", self, "_on_request_error")
res.connect("loading", self, "_on_loading")
res.connect("loaded", self, "_on_loaded_ListAlumnos")
```

Imagen 26. Ejemplo de petición GET con GDScript

```
var res = req.dopost(TCPStream.http_address, "/servicios/addAlumno/", TCPStream.http_port, false, body, [{"Content-Type": "application/json"}])
res.connect("connection_error", self, "_on_connection_error")
res.connect("request_error", self, "_on_request_error")
res.connect("loading", self, "_on_loading")
res.connect("loaded", self, "_on_loaded_AlumnoCrear")
```

Imagen 27. Ejemplo de petición POST con GDScript

En el caso del sistema Android, se tiene que descargar y utilizar plantillas que permiten adecuar la aplicación para puede ejecutarse sobre esta plataforma. A continuación, se presentan capturas de diversas escenas que indican el registro de un usuario, hasta las áreas de conocimiento.

La imagen 28 representa el registro de un profesor o docente, por lo cual debe ingresar los datos personales como su correo electrónico y una contraseña para poder utilizar la aplicación.

Campos	Valor	Estado
Nombres	Liliana	✓
Apellidos	Matute	✓
E-mail	lilimatus123@gmail.com	✓
Clave	12345	
Repetir Clave	12345	✓

Crear Profesor

Imagen 28. Registro del docente

La imagen 29 detalla los campos que se deben llenar para poder ingresar a la aplicación; ésta es la primera interfaz que se muestra al usuario al iniciar la aplicación. Además, se puede observar que existe la opción de iniciar como invitado y el registro de usuario que se indicó anteriormente.

FELPUDO

lilimatus123@gmail.com

¿Olvidaste tu Contraseña?

Inicio **Registro** **Invitado**

Imagen 29. Login

La imagen 30 representa los datos personales que deben ser llenados para poder crear el registro de un alumno.



Imagen 30. Agregar Alumno

La imagen 31 muestra los datos correspondientes a un alumno, para su posible edición y actualización.



Imagen 31. Editar Alumno

La imagen 32 muestra las opciones cuando se desea eliminar un registro de la lista de alumnos.



Imagen 32. Eliminar Alumno

En la imagen 33 se observa que el registro seleccionado se ha eliminado del listado.



Imagen 33. Registro Eliminado

La imagen 34 muestra el listado de alumnos para el docente Liliana Matute, así como las opciones para Agregar, Editar, Eliminar, Comenzar Sesión y Reportes del alumno que se seleccione.



Imagen 34. Listado Alumnos

La imagen 35 detalla el tipo de categoría que se debe seleccionar previo al inicio de la sesión de trabajo con el alumno.



Imagen 35. Selección Categoría

La imagen 36 muestra una ventana con las diferentes áreas de trabajo de la sesión actual.



Imagen 36. Áreas de Trabajo

La imagen 37 muestra parte del aprendizaje que se lleva a cabo cuando se ingresa al área de lateralidad. Se puede observar los botones deshabilitados para las opciones de: “Iniciado”, “Proceso” y “Adquirido”, los cuales se activan siempre que exista una orden que no tenga que ver con la interacción directa del asistente robótico. Éstos sirven para que el docente emita una calificación acorde a la respuesta que dé el estudiante para el ejercicio que se lleva a cabo, por ejemplo “Levantar la mano derecha”. El botón “Jugar” sirve para saltarse la sección de aprendizaje e ir directamente a los juegos.



Imagen 37. Sección de Aprendizaje, Nivel Básico - Área: Lateralidad

Luego del aprendizaje se tiene una sección de juegos, acorde al área en la que se esté trabajando. Por ejemplo, la imagen 38 muestra un juego, en el que se tiene que seleccionar la imagen, con respecto a la orden mostrada. Para este caso el juego corresponde a la categoría básica del área de lateralidad.



Imagen 38. Sección de Juego, Nivel Básico - Área: Lateralidad

La imagen 39 muestra otro tipo de juego en el que se tiene que emparejar las imágenes correspondientes a las emociones básicas. Nótese que en la parte inferior izquierda se detallan la cantidad de "Vidas" o intentos que tiene el alumno para completar el juego, debido a que la funcionalidad del mismo provoca este tipo de operación.



Imagen 39. Sección Juego, Nivel Básico - Área: Emociones Básicas

6.5.6 Armado del Asistente Robótico

Para el proceso de armado del asistente robótico, se realizó la conexión del Raspberry Pi con el Arduino Nano mediante la comunicación serial; la placa Arduino conecta a los anillos RGB para encender y apagar las luces, también se conecta con el sensor táctil mediante el protocolo de comunicación I2C y luego cada pin de este sensor se conecta con cada parte táctil a ser colocado en el asistente robótico. El circuito electrónico está alimentado con una fuente externa de 12 voltios, 5 amperios. La aplicación móvil se comunica mediante un parlante bluetooth externo para reproducir la voz de dicho asistente. A continuación, se muestra la imagen 40 con la especificación del proceso de comunicación.

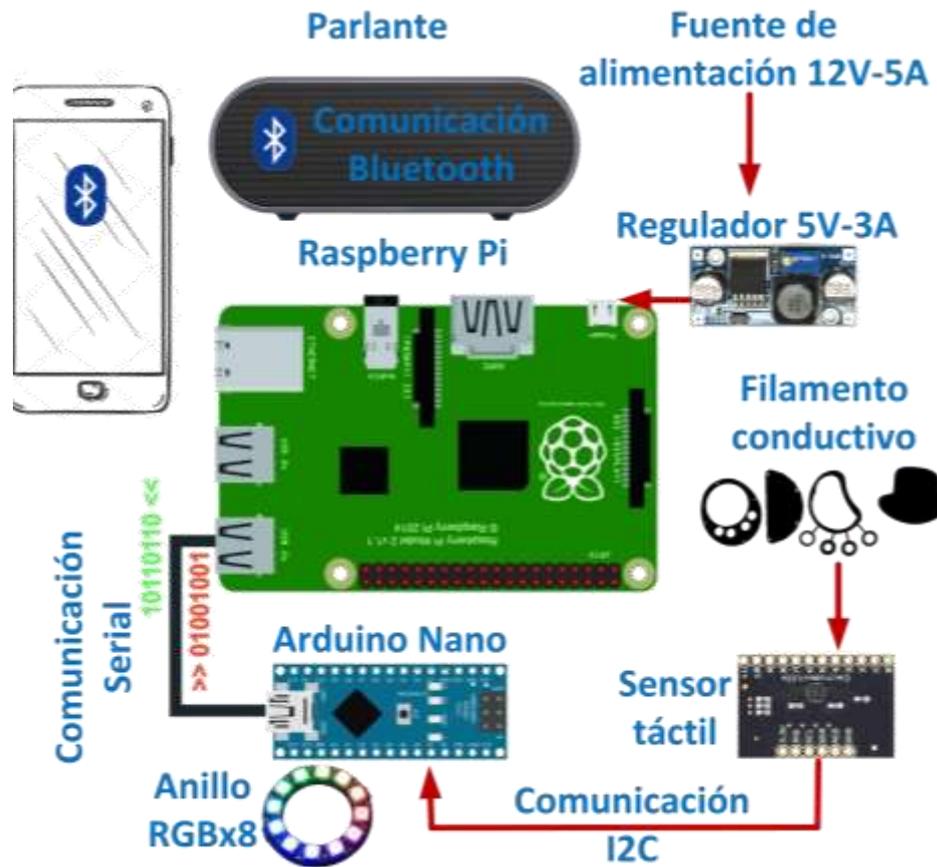


Imagen 40. Armado del Circuito Electrónico

Para colocar el circuito electrónico se realizó un corte en la parte de atrás del peluche y se armó una especie de funda cobertora con un cierre para guardar el circuito electrónico. Luego se procedió a coser cada impresión de filamento conductivo en el asistente robótico y se realizó la conexión de las mismas, junto con las luces led RGB tal como se muestra en la imagen 41:

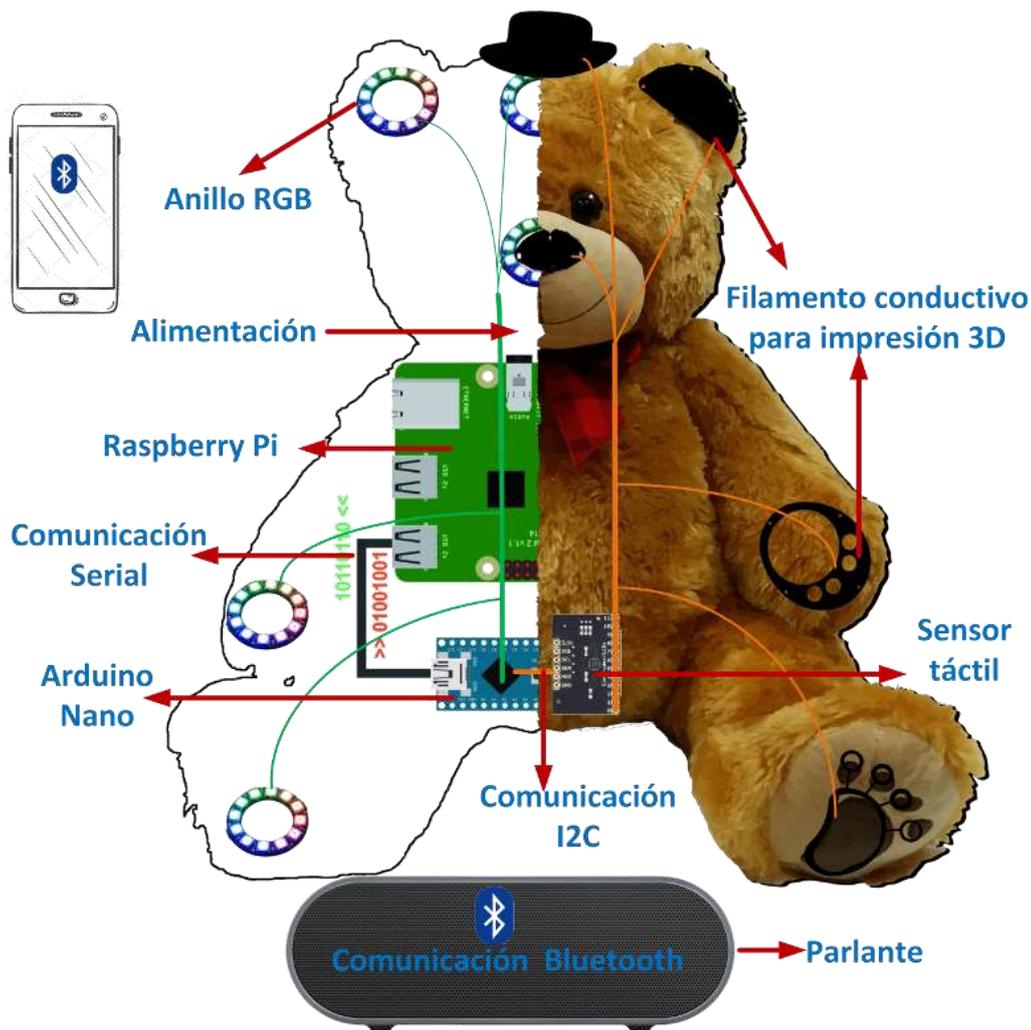


Imagen 41. Conexión del Circuito Electrónico dentro del Asistente Robótico [1]

Código que se ejecuta en la placa Arduino

En la placa Arduino se carga el código que sirve para encender las luces LED RGB, así como también la parte correspondiente para detectar que parte del asistente robótico se ha presionado. De igual manera se utiliza bloques de control para que se ejecute código correspondiente al área de conocimiento en la que se está trabajando, debido a que Arduino maneja la estructura de ejecución del código principal en un bucle. A continuación, se presentan capturas del código fuente sobre las secciones más relevantes:

La imagen 42 muestra parte del código fuente que se utiliza en la placa Arduino, para configurar los pines que se conectan para cada anillo de luz RGB. Para el caso de la imagen 43 detalla parte que permite comprobar si la llamada al método contiene un valor definido para el color con el que se quiere encender el anillo de luz RGB, caso contrario se tiene que colocar un valor aleatorio entre 0 y 6. Por último, la imagen 44 muestra el código que sirve para verificar que parte táctil del asistente robótico se ha presionado; en esta parte se incluye a: la cabeza, oreja izquierda, oreja derecha, nariz, mano izquierda, mano derecha, pierna izquierda y pierna derecha.

```

#include <Adafruit_NeoPixel.h>
#include "Adafruit_MPR121.h"
Adafruit_MPR121 cap = Adafruit_MPR121();

#ifdef __AVR__
#include <avr/power.h>
#endif

#define PIN8 6
#define PIN1 9
#define PIN2 10
#define PIN3 11
#define PIN4 A0
#define PIN5 A1
#define PIN6 A2
#define PIN7 A3

Adafruit_NeoPixel pixel1 = Adafruit_NeoPixel(NUMPIXELS, PIN1, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
Adafruit_NeoPixel pixel2 = Adafruit_NeoPixel(NUMPIXELS, PIN2, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
Adafruit_NeoPixel pixel3 = Adafruit_NeoPixel(NUMPIXELS, PIN3, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
Adafruit_NeoPixel pixel4 = Adafruit_NeoPixel(NUMPIXELS, PIN4, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
Adafruit_NeoPixel pixel5 = Adafruit_NeoPixel(NUMPIXELS, PIN5, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
Adafruit_NeoPixel pixel6 = Adafruit_NeoPixel(NUMPIXELS, PIN6, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
Adafruit_NeoPixel pixel7 = Adafruit_NeoPixel(NUMPIXELS, PIN7, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
Adafruit_NeoPixel pixel8 = Adafruit_NeoPixel(NUMPIXELS, PIN8, NEO_GRB + NEO_KHZ800);

```

Imagen 42. Inclusión de librerías y definición de pines para luces LED RGB

```

// Código para colocar color y encender neopixel
void setColor(long color_llega, Adafruit_NeoPixel *pixelN) {
  long clr;
  if (color_llega == -1) {
    clr = random(0, 7);
  } else {
    clr = color_llega;
  }

  switch (clr) {
    case 0:
      R = 255; G = 255; B = 0; // Amarillo
      break;
    case 1:
      R = 0; G = 0; B = 255; // Azul
      break;
    case 2:
      R = 255; G = 0; B = 0; // Rojo
      break;
    case 3:
      R = 0; G = 128; B = 0; // Verde
      break;
    case 4:
      R = 128; G = 0; B = 128; // Morado
      break;
    case 5:
      R = 0; G = 255; B = 255; // Celeste
      break;
    case 6:
      R = 255; G = 128; B = 0; // Naranja
      break;
  }
  encenderNeoPixel(pixelN);
}

```

Imagen 43. Código para configurar un anillo LED RGB de un color determinado

```

currouched = cap.touched();
for (uint8_t i = 0; i <= 7; i++) {
  // it if *is* touched and *wasnt* touched before, alert!
  if ((currouched & _BV(i)) && !(lasttouched & _BV(i)) ) {
    //if (currouched & _BV(i)) {
      x = i;
      //Serial.println(x);
      //Serial.flush();
      if (x == 0) {
        Serial.print("TCA\n");
        idArea = "ST";
      }
      if (x == 1) {
        Serial.print("TOI\n");
        idArea = "ST";
      }
      if (x == 2) {
        Serial.print("TOD\n");
        idArea = "ST";
      }
      if (x == 3) {
        Serial.print("THA\n");
        idArea = "ST";
      }
      if (x == 4) {
        Serial.print("TMI\n");
        idArea = "ST";
      }
      if (x == 5) {
        Serial.print("TMD\n");
        idArea = "ST";
      }
      if (x == 6) {
        Serial.print("TPI\n");
        idArea = "ST";
      }
      if (x == 7) {
        Serial.print("TPD\n");
        idArea = "ST";
      }
    }
  }
  lasttouched = currouched;
}
)

```

Imagen 44. Código para detectar la parte que se ha presionado del asistente robótico

6.5.7 Codificación e implementación del sistema experto

Como trabajo añadido al presente proyecto se implementa un sistema experto con el fin de obtener un generador de planes educativos que ayuda a determinar si un niño necesita realizar ejercicios en el área de socialización y en el área de conocimiento de las partes del cuerpo, basado en factores como: el nivel de timidez, si presenta o no dificultades motoras y la habilidad para hablar y relacionarse con sus compañeros de clase. Este sistema se basa en un módulo de razonamiento basado en reglas que ayudan a determinar las áreas en las que debe trabajar el profesor con un niño, con respecto al perfil del niño. Las imágenes 45 y 46 muestran un ejemplo de las reglas usadas por el motor de inferencia para determinar los ejercicios que debe realizar un niño con respecto a sus habilidades.

```

(defrule alert-socializationb
  (data (cod ?c1) (name ?na ?ln) (age ?ag) (gender ?ge))
  (shyness-verified (cod ?c2) (name $?names) (prom ?pro) (t-shyness ?ts))
  (areas (ide ?idar) (name ?nar) (activity ?actar) (basic $?basics) (medium $?mediums) (advanced $?advanceds))
  (and
    (test (= ?c1 ?c2))
    (test (< ?pro 1.51))
  )
  =>
  (printout t "Ejercicios bajos a realizar " $?basics crlf)
  (printout t "Estudiante [" ?na "." ?ln "]" " $" ?basics crlf)

  (open "/home/pi/proyectos/tesis/sistema_experto/data.txt" data "a")

  (printout data "Ejercicios bajos a realizar " $?basics crlf)
  (printout data "Estudiante [" ?na "." ?ln "]" " $" ?basics crlf)
  (printout t "Area Básica" crlf)
  (printout data "Area Básica" crlf)
  (printout t "Instrucción {" ?actar "}" crlf)
  (printout data "Instrucción {" ?actar "}" crlf)
  (loop-for-count (?i 1 (length$ $?basics))
    (bind ?aux (nth$ ?i $?basics))
    (printout t "Actividad: " ?aux crlf)
    (printout data "Actividad: " ?aux crlf)
    (assert (savedata (cod ?aux))))
  )
  (close data)
)

```

Imagen 45. Regla del área de socialización

```

(defrule shyness-validation-basic
  (data (cod ?c1) (name ?na ?ln) (age ?ag) (gender ?ge))
  (student (cod ?c2) (speech ?sp) (play ?pl) (participate ?pa) (shyness ?sh) (motord ?md))
  (and
    (test (= ?c1 ?c2))
    (test (< ?sp 3))
    (test (< ?pl 3))
    (test (< ?pa 3))
    (test (> ?sh 3))
  )
  =>
  (bind ?promed (/ (+ ?sp ?pl ?pa) 3 ))
  (assert
    (shyness-verified
      (cod ?c1)
      (name ?na ?ln)
      (prom ?promed)
      (t-shyness ?sh)
    )
  )
  (printout t "Child [" ?na "|" ?ln "]" Code {" ?c1 "} Average " ?promed " Shyness: " ?sh crlf)
  (open "/home/pi/proyectos/tesis/sistema_experto/data.txt" data "a")
  (printout data "Child [" ?na "|" ?ln "]" Code {" ?c1 "} Average " ?promed " Shyness: " ?sh crlf)
  (close data)
)

```

Imagen 46. Regla de validación del nivel de timidez

7. EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS

El proceso de evaluación del asistente robótico y la aplicación móvil se realizó con la ayuda del experto en educación inicial, la Lcda. Paola Suquilanda y la Dra. Yaroslava Robles, mediante la validación de una encuesta.

7.1 Datos de la población de estudio

La ciudad de Cuenca también conocida como Santa Ana de los cuatro Ríos se encuentra ubicada en un valle interandino de la Sierra Austral Ecuatoriana, es la capital del Azuay. Limita al Este con las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe y al Oeste con Guayas y El Oro [59].

Cuenca se divide en 15 parroquias urbanas y 21 rurales, su extensión es de 8.639 km^2 y consta de una población de aproximadamente de 580.000 habitantes. Está conformado por cuatro ríos importantes: Yanuncay, Tomebamba, Machángara, y Tarqui los cuales atraviesan la ciudad [59].



Imagen 47. Mapa de Cuenca y de la Unidad Educativa Particular "Santa Mariana de Jesús"

7.1.1 Instituciones Educativas de Cuenca

La Tabla 15 muestra que en el cantón Cuenca existen 529 unidades educativas correspondientes a las parroquias urbanas y rurales, según los Registros Administrativos del Ministerio de Educación del Ecuador [59] para el año 2017-2018.

Parroquia	Número de Instituciones
BAÑOS	20
BELLAVISTA	21
CAÑARIBAMBA	20
CHAUCHA	13

CHECA (JIDCAY)	3
CHIQUINTAD	3
CUMBE	6
EL BATAN	18
EL SAGRARIO	12
EL VECINO	19
GIL RAMIREZ DAVALOS	15
HERMANO MIGUEL	11
HUAYNACAPAC	26
LLACAO	7
MACHANGARA	8
MOLLETURO	57
MONAY	9
NULTI	12
OCTAVIO CORDERO PALACIOS	3
PACCHA	4
QUINGEO	13
RICAURTE	17
SAN BLAS	14
SAN JOAQUIN	7
SAN SEBASTIAN	29
SANTA ANA	11
SAYAUSI	8
SIDCAY	3
SININCAY	9
SUCRE	32
TARQUI	15
TOTORACOCHA	17
TURI	13
VALLE	15
VICTORIA DEL PORTETE	1
YANUNCAY	38

Tabla 15. Instituciones Educativas del Cantón Cuenca [60]

La imagen 48 representa un gráfico de barras correspondiente a la Tabla 15 sobre el número de instituciones del cantón Cuenca en las diferentes parroquias urbanas y rurales.

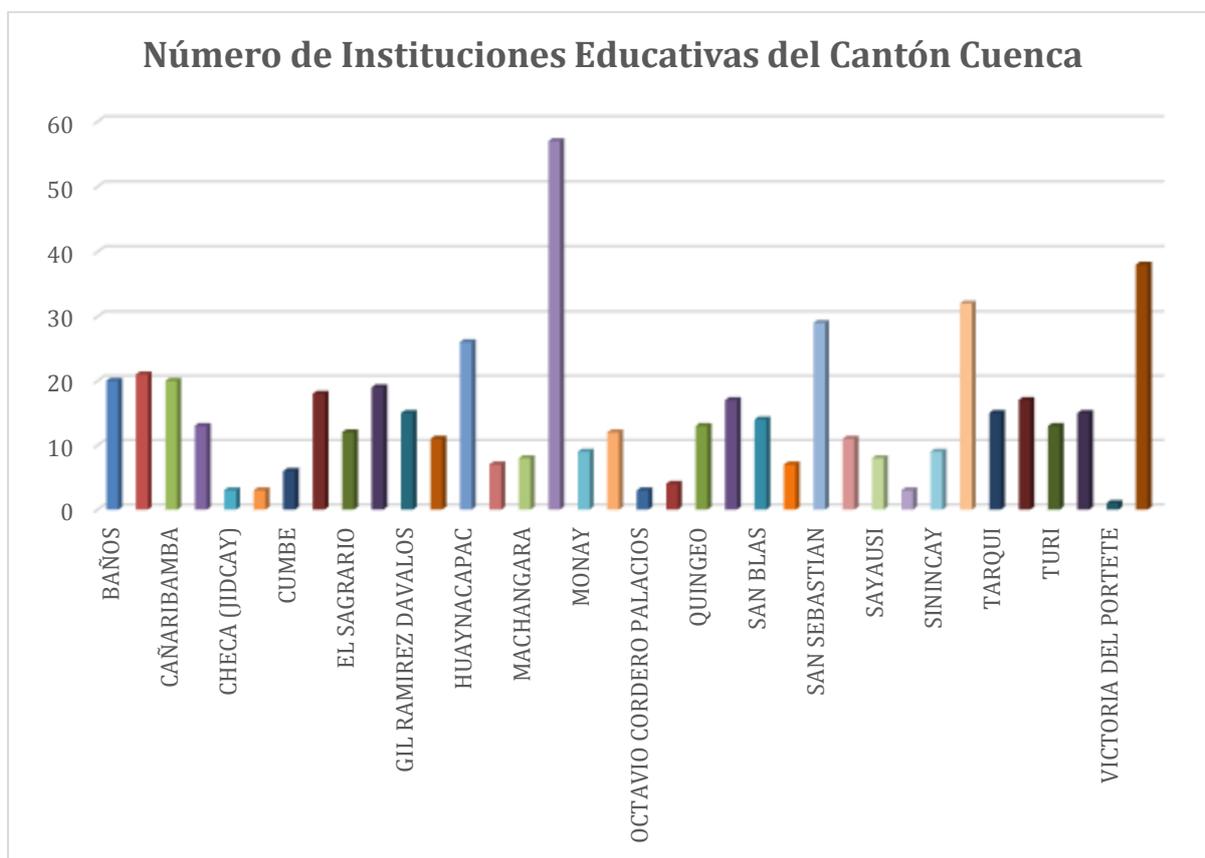


Imagen 48. Número de Instituciones Educativas del Cantón Cuenca [60]

7.1.2 Tasa Neta de Asistencia de Educación General Básica a nivel Nacional.

Como se muestra en la imagen 49, para el año 2017 existe un 96.06% de la población de niños y niñas de 5 a 14 años que asisten a clases en nivel de Educación Básica, correspondiente a su edad en territorio nacional [61].



Imagen 49. Tasa neta de asistencia de Educación General Básica a nivel nacional [61]

7.1.3 Tasa Neta de Asistencia de Educación General Básica en Zonas Urbanas y Rurales

Como se muestra en la imagen 50, se visualiza un cambio porcentual del 10.46% aproximadamente, con respecto a la zona rural desde el año 2013 hasta el año 2017, en el nivel de Educación Básica [61].

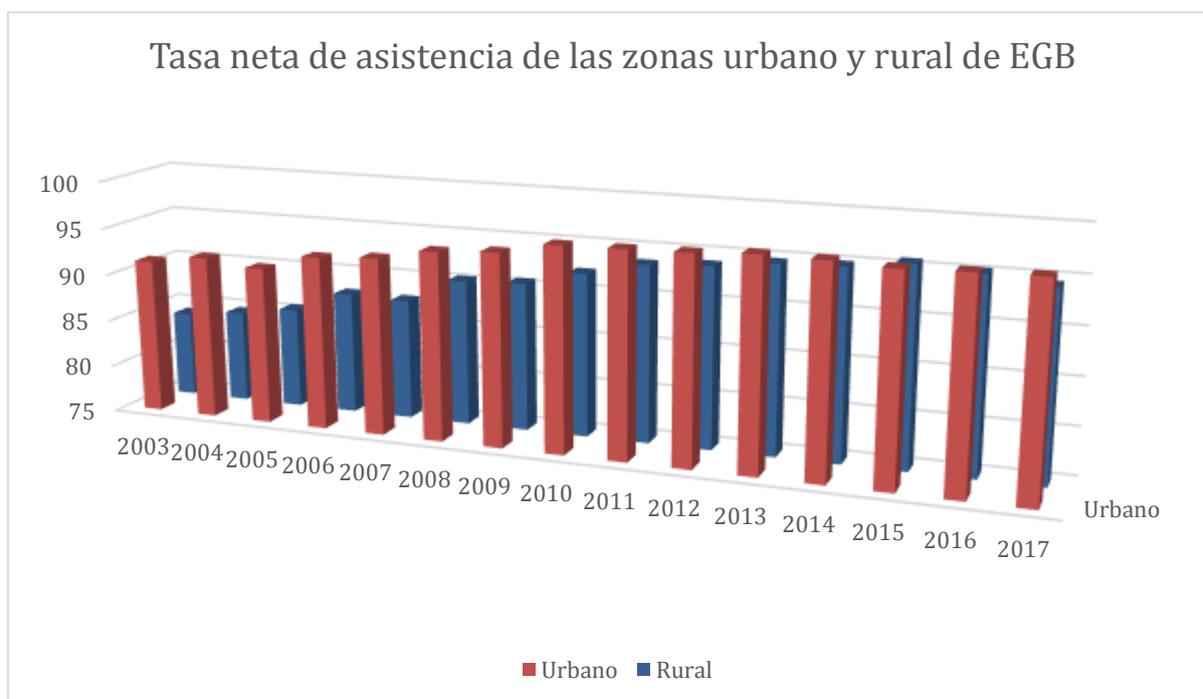


Imagen 50. Tasa neta de asistencia de Educación General Básica en zonas urbanas y rurales [61]

7.2 Escenario de pruebas

Para la realización de las pruebas sobre la factibilidad de aceptación del asistente robótico y la aplicación móvil, se llevó a cabo un experimento con cuarenta y siete niños de la Unidad Educativa Particular “Santa Mariana de Jesús” de la ciudad de Cuenca. Los niños encuestados tienen entre cuatro y cinco años, siendo 18 niños y 29 niñas que se encuentran en un nivel de educación inicial y preparatoria.

7.3 Instrumento de validación

Para determinar la percepción de los niños con respecto a la aplicación móvil y el asistente robótico “Felpudo” como una herramienta de soporte para mejorar el aprendizaje, se empleó una encuesta que consta de 14 preguntas, las cuales se validan mediante la escala de Likert según los parámetros: muy bajo (1), bajo (2), medio (3), alto (4), muy alto (5). Las preguntas se centran en: si les gusta varios aspectos del asistente robótico, los gráficos e imágenes correspondientes a los juegos de la aplicación móvil, el tamaño del asistente, la voz de interacción para la sección de juegos, entre otros.

La encuesta fue validada por un grupo multidisciplinario conformado por: Licenciada en educación inicial, antropóloga, Ingeniero en Electrónica, e Ingeniero en Sistemas. En la sección de Anexos se presenta el diseño de la encuesta.

7.4 Resultados Obtenidos

Para validar la encuesta se utilizó medidas de coherencia o consistencia interna que permiten obtener coeficientes para estimar la confiabilidad. Por lo tanto, se usó el coeficiente Alfa de Cronbach (J.L. Cronbach) para medir la confiabilidad de la escala antes mencionada, obteniendo un valor alfa de 0.70 que representa un porcentaje aceptable, tal como menciona el Dr. Roberto Hernández Sampieri donde establece que “0.60 es aceptable para propósitos exploratorios y 0.70 para fines confirmatorios” [62].

Cuando se realizaron las preguntas sobre los ítems en escala de Likert los niños contestaron con una opinión altamente positiva tanto los de cuatro como los de cinco años. Por lo que se puede determinar que el asistente robótico “FELPUDO” tiene una acogida positiva por parte de los niños y niñas de la Unidad Educativa “Santa Mariana de Jesús”. Los ítems observados en el multipanel de la siguiente imagen en orden desde el cuadrante superior derecho hasta el inferior izquierdo son: aprendizaje, voz del robot, jugar con el robot para aprender y percepción general de dicho asistente. Los resultados de la encuesta muestran los siguientes aspectos [1]:

- El robot se considera una herramienta excelente para apoyar el proceso de aprendizaje (como herramienta de apoyo en las clases).
- La voz del robot se percibe como buena y excelente para niños con edades de cuatro y cinco años, respectivamente.
- Los niños consideran el robot y la aplicación móvil como herramientas buenas/ excelentes no sólo para aprender sino también para jugar.

- La percepción general de todo el sistema alcanzó las puntuaciones altas y muy altas según los criterios de los niños con edades de cuatro y cinco años, respectivamente.

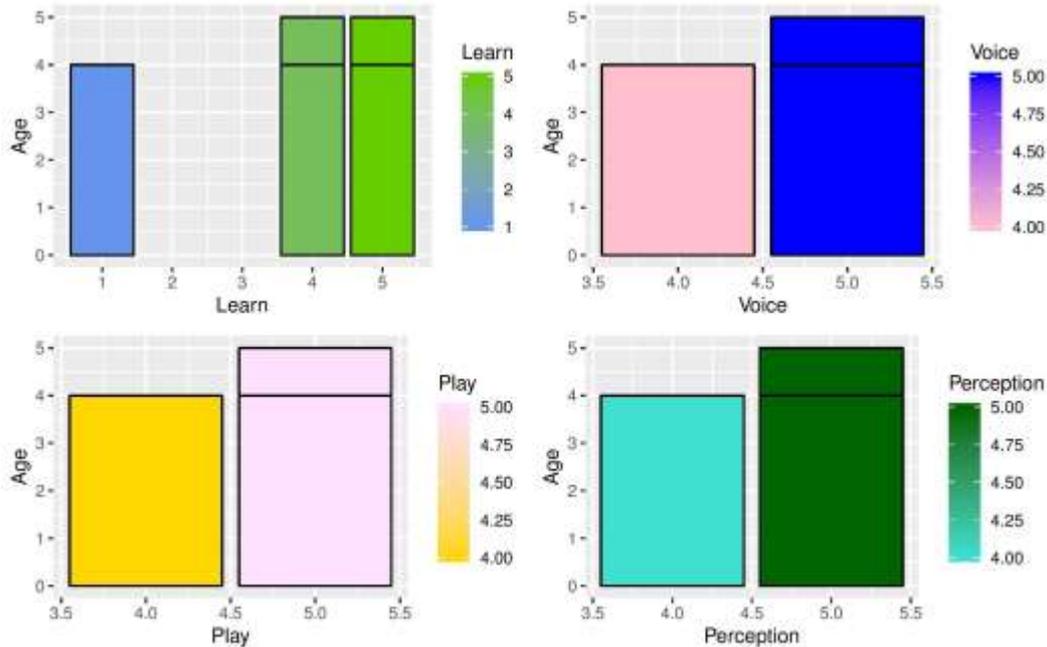


Imagen 51. Resultados obtenidos de la encuesta

7.5 Firma de convenio

Se realizó un convenio de cooperación interinstitucional entre la Universidad Politécnica Salesiana, representada por el Econ. César Vásquez Vásquez, Vicerrector de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca y la Unidad Educativa Particular “Santa Mariana de Jesús” de la ciudad de Cuenca, representada por la Hna. Gladys María del Carmen Aguilar Freire en calidad de Rectora. El convenio tiene una duración de cinco años.

La Universidad Politécnica Salesiana, entregará en comodato el asistente robótico en forma de peluche, para lo cual los beneficiados serán los niños en nivel de Educación Inicial de la Unidad Educativa antes mencionada. En la sección de Anexos se presenta el convenio.

8. CONCLUSIONES

El proceso de diseño y desarrollo del asistente robótico con la aplicación móvil, se ha llevado a cabo a través de una planificación ordenada, de manera que la parte medular del proyecto se refleja principalmente en las reuniones realizadas con las expertas en educación inicial, ya que los resultados de éstas aportaron de manera significativa al desarrollo del proyecto. Su aporte se centró en las características básicas y los puntos de mejora para que principalmente el niño pueda vencer la timidez e interactuar con el asistente sin ningún recelo. La aplicación móvil representa el espacio donde los niños pueden aprender, pero también contar con juegos

interactivos sobre lo aprendido y de la misma manera se pudo establecer que cada escena de juego contenga diferentes imágenes relacionadas con cada área; así como la voz del asistente robótico sea lo más amigable posible.

De igual manera, hemos podido constatar la importancia que tiene la inclusión de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje para la etapa de educación inicial de los niños; es decir, se pudo comprobar la motivación generada en los estudiantes, como respuesta, a la inclusión de elementos físicos-táctiles y lúdicos en las áreas de trabajo. Por ello, es importante destacar que la inclusión de gráficos y elementos relacionados para los diferentes juegos y actividades proyecta en los niños la apertura y el entusiasmo de interactuar y aprender con el asistente robótico.

Además, se pudo verificar que para que exista la interacción entre: el niño, el docente, el asistente y la aplicación móvil, se requiere que los actores tengan una mayor atención al momento de realizar las actividades; lo cual permite desarrollar en el niño la concentración, la memoria, pero sobre todo sirve de ayuda para que desde su temprana edad desarrolle el razonamiento y pueda mejorar la toma de decisiones.

Por otra parte, se pudo observar que el desarrollo de sistemas expertos para brindar soporte en la toma de decisiones en el ámbito educativo es hoy en día un requerimiento que despierta gran interés en los educadores. Esto se debe a que ellos deben realizar varias tareas y manejar grupos numerosos de niños, y una herramienta de este tipo permite reducir los tiempos que requieren para llevar a cabo procesos de planificación y seguimiento.

En cuanto a los resultados obtenidos, mediante la aplicación de la encuesta sobre el asistente robótico y la aplicación móvil, se determina una gran aceptación de los niños entre las edades de cuatro y cinco años de la Unidad Educativa Particular “Santa Mariana de Jesús”, de la misma manera los docentes se encontraban muy entusiasmados con el asistente.

En definitiva, cabe recalcar que, para llegar a cumplir los objetivos planteados, se ha tenido que pasar por un proceso previo de validación, que ha permitido mejorar ciertos aspectos con respecto al armado del asistente robótico y el desarrollo de la aplicación móvil.

9. RECOMENDACIONES

Después de haber llegado a la culminación del desarrollo del proyecto de titulación, se puede compartir ciertos aspectos que resultan relevantes para quienes estén interesados en darle continuidad o una mejora al mismo.

Con respecto al hardware hay que tomar en cuenta el voltaje y corriente necesaria para el correcto funcionamiento de la placa de Raspberry PI con Arduino Nano. La anotación al respecto se debe a que en un inicio se tenía previsto utilizar una batería recargable de tipo Lipo con tres celdas y un voltaje de salida 11.4 y 5.0 amperios, se tenía un funcionamiento adecuado; sin embargo, por motivos de

seguridad para las personas que van a utilizar el asistente robótico y debido a que Raspberry Pi consumía mayor parte de la batería, se cambió este esquema de alimentación interno por una fuente externa. Por lo tanto, ahora se cuenta con un adaptador externo que entrega 12V y 5.0A continuos, por lo que el uso del dispositivo puede prolongarse sin necesidad de tener que preocuparse en aspectos relacionados a la carga y balanceo de la batería; además de que al encontrarse fuera del asistente robótico ya no representa un riesgo para las personas que lo utilicen. Además, se puede cambiar el peluche por otro de menor tamaño, debido a que para algunos niños resultó un poco difícil abrazar el asistente robótico.

En cuanto al software de desarrollo, es recomendable exportar el proyecto para la plataforma Android con soporte para OpenGL 3, debido a que la versión 2 tarda un tiempo considerable en cargar los elementos, además de que se tendría que cambiar ciertos parámetros de los elementos para poder ser visualizados correctamente.

10. TRABAJO FUTURO

Con miras a mejorar el presente proyecto, a continuación, se detallan algunos cambios que se pueden realizar:

Agregar en el asistente robótico un sensor de movimiento o giroscopio para detectar cuando se levanta o sacude el mismo. También se puede agregar sensores touch en las regiones de los hombros y rodillas para aumentar más opciones a las áreas de lateralidad y reconocimiento de las partes del cuerpo.

Por otra parte, se puede incluir en el sistema web una aplicación para que los profesores ingresen al listado de alumnos mediante el navegador web y puedan obtener los datos de las sesiones realizadas, así como también sus respectivos reportes. En la parte referente a la aplicación móvil se podría agregar más juegos y actividades relacionadas.

En cuanto al sistema experto, se sugiere que se desarrolle un esquema basado en redes neuronales que permitan conocer el estilo de aprendizaje de los niños y sugerir actividades específicas para cada caso.

11. ATRIBUCIÓN Y LICENCIAS DE CONTENIDO MULTIMEDIA

En la aplicación móvil se utilizan diferentes imágenes, gráficos y sonidos para los juegos y las actividades de aprendizaje. Cabe mencionar el crédito que concierne a la Cátedra UNESCO de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca, ya que fue la que entregó la mayoría de los gráficos para la realización de este proyecto, por lo general corresponde a los archivos que tienen la apariencia de “dibujos a mano”; desarrollados con la ayuda de la compañera, Jessica Karina Panamá Mazhenda.

Las imágenes e íconos restantes fueron obtenidos del sitio web [openclipart](https://openclipart.org/) (“<https://openclipart.org/>”) cuya licencia está liberada en el Dominio Público

(<https://openclipart.org/share>) y representada por la Creative Commons Zero 1.0 Public Domain License (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0>) y del sitio Vecteezy (<https://www.vecteezy.com/>) con licencia tipo Attribution (<https://support.vecteezy.com/hc/en-us/articles/360021447651-What-is-attribution-How-and-when-should-I-give-attribution->). También se utilizó elementos del sitio KENNEY para los assets (<https://www.kenney.nl/assets/>) con licencia tipo Dominio Público y los componentes gráficos para la interfaz de usuario del sitio GAME ART 2D (<https://www.gameart2d.com/freebies.html>) con licencia tipo Dominio Público (<https://www.gameart2d.com/license.html>) para los Free Assets.

Con respecto al audio, se realizó un proceso de grabación y edición, tanto para las instrucciones de aprendizaje-juego y voz del asistente robótico, con el apoyo de la Lcda. Jazmín Porras (Comunicador Social), siendo los autores del presente proyecto de titulación, los dueños del contenido. Además, se utiliza música de fondo y otros sonidos que se obtuvieron de fuentes de libre acceso y de tipo Royalty Free o Libre de Derecho. Estos corresponden al sitio Bensound (<https://www.bensound.com/>) con licencia tipo Creative Commons License y al sitio DL Sounds (<https://www.dl-sounds.com/>) con licencia tipo Royalty Free License.

Además, se incluyen algunos efectos de sonido que fueron tomados del sitio OpenGameArt (<https://opengameart.org/>) y corresponden a ciertos ficheros de las siguientes referencias: 512 Sound Effects (8-bit style) (<https://opengameart.org/content/512-sound-effects-8-bit-style>), 51 UI sound effects (buttons, switches and clicks) (<https://opengameart.org/content/51-ui-sound-effects-buttons-switches-and-clicks>) con licencia de tipo Dominio Público; y del sitio ZAPSLAT (<https://www.zapsplat.com/>) con licencia tipo Attribution (<https://www.zapsplat.com/license-agreement/>).

12. REFERENCIAS

- [1] V. Robles, C. Contreras, L Matute, E.Lema, Y.Robles, 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, 2019.
- [2] M. C. Romero, Estimulación Temprana, VCR Impresores S.A., 2013.
- [3] E. S. Duarte, «Las tecnologías de información y comunicación (TIC) desde una perspectiva Social,» Revista Electrónica Educare, vol. XII, Costa Rica, 2008.
- [4] C. Belloch, «Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aprendizaje,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA1.pdf>.
- [5] L. Torre Navarro, J. Domínguez Gómez, «Las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje a través de los objetos de aprendizaje,» RCIM vol.4, Ciudad de la Habana, 2012.
- [6] Ministerio de Educación, «Currículo Educación Inicial 2014,» 2014. [En línea]. Available: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/CURRICULO-DE-EDUCACION-INICIAL.pdf>.
- [7] R. M. R. Lizano, «Danza folclórica en el desarrollo de secuencias rítmicas en niños de 4 a 5 años del centro educativo “Tomás Abel Rivadeneira” Quito, periodo 2015-2016,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12967/1/T-UCE-0010-013-2017.pdf>.
- [8] Ministerio de Educación, «Instructivo para la Aplicación de la Evaluación Estudiantil,» 2016. [En línea]. Available: <https://educacion.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2016/07/Instructivo-para-la-aplicacion-de-la-evaluacion-estudiantil.pdf.

- [9] D. Azcurra, s. Rojo, D. Rodríguez, «Arquitecturas de control para robots autónomos móviles didácticos basadas en sistemas embebidos,» Laboratorio de Sistemas Embebidos y Robótica: Grupo Investigación en Sistemas de Información, 2012.
- [10] V. Robles, M. López, J. Ochoa, J. García, J. Pazos, « SPELTRA: A Robotic Assistant for Speech-and-Language Therapy,» 2015.
- [11] T. Luna, « SPELTRA: A Robotic Assistant for Speech-and-Language Therapy,» 2018.
- [12] V. Robles-Bykbaev, E. Andrade-Prieto, P. Solorzano-Guerrero, Y. Robles-Bykbaev, F. Pesantez-Avilés, «An educational support tool based on robotic assistants, mobile apps, and expert systems for children with Down syndrome,» 2018.
- [13] F. Bellas, M. Naya, A. Prieto, R. Duro, «Robobo: The Next Generation of Educational Robot,» 2018.
- [14] L. Dickstein-Fischer, G. Fischer, « Combining psychological and engineering approaches to utilizing social robots with children with autism,» 2014.
- [15] D. Benchimol, «Proyectos con microcontroladores aprenda a desarrollar sus propias aplicaciones,» Buenos Aires, Argentina: Dalaga, p. 76.
- [16] M. Barr, A. Massa, «Programming Embedded Systems,» O'Reilly Media, 2006.
- [17] A. Tanenbaum, H. Bos, «Modern operating systems,» 4th ed. Prentice Hall, 2014.
- [18] V. Hamacher, Z. Vranesic, S. Zaky, N. Manjikian, «Computer Organization and Embedded Systems,» 6th ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 2012.
- [19] J. E. C. Guambuquete, «Aplicación web para la gestión de documentos del área administrativa de Uniandes - Babahoyo,» 2016. [En línea]. Available: <http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/6109>.
- [20] A. Rodríguez, «Servicios Web de RESTful: Los aspectos básicos,» 09 febrero 2015. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/ws-restful/index.html>.
- [21] V. Freitas, «How to Use RESTful APIs with Django,» 03 febrero 2018. [En línea]. Available: <https://simpleisbetterthancomplex.com/tutorial/2018/02/03/how-to-use-restful-apis-with-django.html>.
- [22] J. Enriquez, S. Casas, «Usabilidad en Aplicaciones Móviles. Informes Científicos-Técnicos UNPA,» 2014. [En línea]. Available: <http://secyt.unpa.edu.ar/journal/index.php/ICTUNPA/article/viewFile/ICT-UNPA-62-2013/62>.
- [23] Raspberry Pi Foundation, «Raspberry Pi 3 Model B+ - Raspberry Pi,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>. [Último acceso: 24 marzo 2019].
- [24] arduino.cc, «What is Arduino?,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>.
- [25] Adafruit Industries, «Adafruit 12-Key Capacitive Touch Sensor Breakout - MPR121,» [En línea]. Available: https://www.adafruit.com/product/1982?fbclid=IwAR0E17W3vEgK_0v9EyHbJ-iGhokxFY7p0k9yrS-41iE_SRMAq5fExUJP2pk. [Último acceso: 01 abril 2019].
- [26] Naylamp Mechatronics, «Convertidor Voltaje DC-DC Step-Up-Down 1A LM2577S + LM2596S,» [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/conversores-dc-dc/196-convertidor-voltaje-dc-dc-step-down-3a-lm2596.html>. [Último acceso: 01 abril 2019].
- [27] Electronilab, «Anillo NeoPixel – 24 x LED RGB WS2812 5050 – Drivers Integrados,» [En línea]. Available: <https://electronilab.co/tienda/anillo-neopixel-24-x-led-rgb-ws2812-5050-drivers-integrados/>. [Último acceso: 01 abril 2019].
- [28] Proyecto Godot, «Godot Docs – 3.1 branch,» [En línea]. Available: <https://docs.godotengine.org/en/3.1/>. [Último acceso: 29 marzo 2019].
- [29] Android Developers, «Android Studio,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/studio?hl=es>. [Último acceso: 29 marzo 2019].

- [30] Android Developers, «Cómo comenzar a usar el NDK,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/ndk/guides>. [Último acceso: 27 marzo 2019].
- [31] Proyecto Gimp, «GIMP, un potente editor de imágenes gratuito.,» [En línea]. Available: <https://gimp.es/>. [Último acceso: 27 marzo 2019].
- [32] Inkscape Website Developers, «Inkscape Draw Freely,» [En línea]. Available: <https://inkscape.org/es/acerca-de/resumen/>. [Último acceso: 27 marzo 2019].
- [33] JGraph, «We Diagrams,» [En línea]. Available: <https://www.draw.io/>. [Último acceso: 27 marzo 2019].
- [34] Proyecto Adobe, «Adobe Audition CC: una estación de trabajo de audio profesional,» [En línea]. Available: <https://www.adobe.com/la/products/audition.html>. [Último acceso: 26 marzo 2019].
- [35] D. S. Foundation, «Django the web framework for perfectionists with deadlines.,» [En línea]. Available: <https://www.djangoproject.com/>. [Último acceso: 25 marzo 2019].
- [36] T. Christie, «Django Rest Framework,» 14 marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.django-rest-framework.org/>.
- [37] Postdot Technologies, «Postman Fundamentals,» [En línea]. Available: https://training.getpostman.com/instructor-led-training/postman-fundamentals?_ga=2.90271708.736482241.1552152922-1782076111.1552152922. [Último acceso: 26 marzo 2019].
- [38] Postdot Technologies, «Customizing Postman,» [En línea]. Available: https://learning.getpostman.com/docs/postman/customizing_postman/. [Último acceso: 26 marzo 2019].
- [39] P. Python, «About Python,» [En línea]. Available: <https://www.python.org/about/>. [Último acceso: 25 marzo 2019].
- [40] T. P. G. D. Group, «PostgreSQL: About,» 14 febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.postgresql.org/about/>.
- [41] BLFSof, «Yattag - Generate HTML with Python,» [En línea]. Available: <http://www.yattag.org/>. [Último acceso: 26 marzo 2019].
- [42] D. Varrazzo, «Psycopg,» 09 noviembre 2018. [En línea]. Available: <http://initd.org/psycopg/>.
- [43] P. S. Foundation, «xhtml2pdf Project description,» [En línea]. Available: <https://pypi.org/project/xhtml2pdf/0.0.2/>. [Último acceso: 26 marzo 2019].
- [44] Proyecto Django, «Welcome to the django-extensions documentation! — django-extensions 2.1.4 documentation,» [En línea]. Available: <https://django-extensions.readthedocs.io/en/latest/index.html>. [Último acceso: 26 marzo 2019].
- [45] Proyecto Graphviz, «Graphviz - Graph Visualization Software,» [En línea]. Available: <https://www.graphviz.org/>. [Último acceso: 24 marzo 2019].
- [46] Raspberry Pi Foundation, «Welcome to Raspbian,» [En línea]. Available: <https://www.raspbian.org/>. [Último acceso: 24 marzo 2019].
- [47] Proyecto Arduino, «Arduino - Software,» [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. [Último acceso: 24 marzo 2019].
- [48] Adafruit Industries, «Adafruit MPR121 Library,» [En línea]. Available: https://github.com/adafruit/Adafruit_MPR121. [Último acceso: 24 marzo 2019].
- [49] Repetier, «Repetier Software,» [En línea]. Available: <https://www.repetier.com/>. [Último acceso: 24 marzo 2019].
- [50] Ultimaker B.V., «Ultimaker Cura software,» [En línea]. Available: <https://ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software>. [Último acceso: 24 marzo 2019].
- [51] Wikilengua del español, «transparente,» [En línea]. Available: <http://www.wikilengua.org/index.php/transparente>. [Último acceso: 24 marzo 2019].
- [52] N. O. Alonso, Redes de Comunicaciones Industriales, Madrid, 2013.
- [53] I. Sommerville, Ingeniería de Software, Mexico: PEARSON EDUCACIÓN, 2011.

- [54] Documentation Group, «Welcome! - The Apache HTTP Server Project,» [En línea]. Available: <https://httpd.apache.org/>. [Último acceso: 24 marzo 2019].
- [55] Graham Dumbleton, «mod_wsgi Documentation,» [En línea]. Available: <https://modwsgi.readthedocs.io/en/develop/>. [Último acceso: 24 marzo 2019].
- [56] F. G. Carballeira, «Comunicación con sockets,» Madrid, 2018.
- [57] F. Perea, Arduino Essentials, Birmingham: Packt Publishing, 2015.
- [58] J. Linietsky, A. Manzur y Godot community, «GDScript: An introduction to dynamic languages,» [En línea]. Available: https://docs.godotengine.org/en/3.1/getting_started/scripting/gdscript/gdscript_advanced.html. [Último acceso: 24 marzo 2019].
- [59] Fundación Municipal Turismo para Cuenca, «Conoce Cuenca,» [En línea]. Available: Conoce Cuenca | Turismo Cuenca Ecuador. [Último acceso: 29 marzo 2019].
- [60] Gobierno de la República del Ecuador, «Ministerio de Educación,» 16 2018. [En línea]. Available: <https://educacion.gob.ec/amie/>. [Último acceso: 3 abril 2019].
- [61] INEC, «Educación,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/educacion/>.
- [62] R. H. Sampieri, Metodología de la Investigación, México: McGRAW-HILL, 2014.

ANEXOS

Anexo 1: encuesta realizada



ENCUESTA SOBRE EL USO DE UN ASISTENTE ROBÓTICO Y UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE EN NIVEL DE EDUCACIÓN INICIAL Y PREPARATORIA DE LA UNIDAD EDUCATIVA “SANTA MARIANA DE JESÚS” DE CUENCA.

Esta encuesta tiene por objetivo determinar la percepción de niñas y niños entre tres y cinco años de edad de la Unidad Educativa “Santa Mariana de Jesús” de Cuenca - Ecuador respecto al uso del asistente robótico y la aplicación móvil, cuya finalidad es mejorar el aprendizaje en el desarrollo del área de lateralidad de las niñas.

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

- ¿Cuántos años tienes?:

* Encierra en un círculo tu edad

3

4

5

- ¿En qué escuela estudias?:

- ¿En qué grado estás?:

1. ¿Te gusta el peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gustó
muchísimo



Me gustó



Me da igual



No me gustó



No me gustó
nada

2. ¿Qué te parece el tamaño del peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Es
demasiado
grande



Es grande



Normal



Es un poco
pequeño



Es demasiado
pequeño

3. ¿Te gusta los colores de la carita del peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gustaron
muchísimo



Me gustaron



Me da igual



No me
gustaron



No me
gustaron nada

4. ¿Qué te parece los colores de las piernas del peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gustaron
muchísimo



Me gustaron



Me da igual



No me
gustaron



No me
gustaron nada

5. ¿Te gustan los colores de las orejas del peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gustaron
muchísimo



Me gustaron



Me da igual



No me
gustaron



No me
gustaron nada

6. ¿Te gusta la carita del peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gusta
muchísimo



Me gusta



Me da igual



No me gusta



No me gusta
nada

7. ¿Te gusta tocar las manos del peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gustó
muchísimo



Me gustó



Me da igual



No me gustó



No me gustó
nada

8. ¿Te gusta tocar la cabeza del peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gustó
muchísimo



Me gustó



Me da igual



No me gustó



No me gustó
nada

9. ¿Te gusta jugar con el peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gustó
muchísimo



Me gustó



Me da igual



No me gustó



No me gustó
nada

10. ¿Te gusta aprender con el peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gustó
muchísimo



Me gustó



Me da igual



No me gustó



No me gustó
nada

11. ¿Te gusta abrazar al peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gustó
muchísimo



Me gustó



Me da igual



No me gustó



No me gustó
nada

12. ¿Entiendes lo que te dice el peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Entiendo
todo lo que
dice



Entiendo la
mayor parte



Entiendo
algunas
partes



Entiendo muy
poco



No entiendo
nada

13. ¿Qué opinas de la voz que tiene el peluche Felpudo?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gustó
muchísimo



Me gustó



Me da igual



No me gustó



No me gustó
nada

14. ¿Qué opinas sobre las imágenes de los juegos?:

***Para responder encierra la carita en un círculo.**



Me gustó
muchísimo



Me gustó



Me da igual



No me gustó



No me gustó
nada

¡Muchas Gracias!

Anexo 2: Firma de Convenio

Ver siguiente página.

CONVENIO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA Y LA UNIDAD EDUCATIVA PARTICULAR SANTA MARIANA DE JESÚS DE LA CIUDAD DE CUENCA.

Comparecen a la suscripción del presente Convenio, por una parte la Universidad Politécnica Salesiana, representada por el Econ. César Vásquez Vásquez, en su calidad de Vicerrector de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca; y, por así disponer el Estatuto Universitario, actúa el Dr. Jeffrey Zúñiga Rulíova, en su calidad de Procurador de la misma, a quienes en adelante y para efectos del presente Convenio se les denominará "UPS", y por otro lado, la Unidad Educativa Particular Santa Mariana de Jesús de la ciudad de Cuenca, representada por la Hña. Gladys María del Carmen Aguilar Freire en calidad de Rectora, a quien en adelante se denominará "UNIDAD EDUCATIVA". Los representantes institucionales antes mencionados son hábiles de contratar y obligarse, para celebrar el presente Convenio de **Cooperación Interinstitucional**, al tenor de las siguientes cláusulas:

PRIMERA.- ANTECEDENTES.

1.- LA UPS, la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador creada mediante Ley N° 63, publicada en el Registro Oficial N° 499 de 5 de agosto de 1994, es una Institución de Educación Superior particular, católica. Es una persona jurídica de derecho privado, con finalidad social sin fines de lucro. Su domicilio principal y matriz se halla en la ciudad de Cuenca con 20 años de experiencia en las diferentes ramas de la educación superior universitaria. Entre otros, su fin es formar personas con madurez humana que sepan hacer coherentemente la síntesis de ética, vida y cultura, para que actúen en la historia en la línea de la justicia, solidaridad y fraternidad, testimoniando los valores éticos más altos del hombre.

En su estructura organizacional cuenta con el Departamento de Vinculación con la Sociedad cuyo objetivo es el gestionar actividades de pasantías, prácticas pre-profesionales, extensión universitaria y formación continua de la institución con la demanda proveniente de los sectores sociales.

2.- LA UNIDAD EDUCATIVA, es una Institución de educación privada ubicada en el Centro de la Ciudad de Cuenca, que impulsa acciones pertinentes en el campo especial, beneficiando a la niñez y juventud de la región emprendiendo procesos académicos de educación regulados dentro de la ley de la república del Ecuador.

SEGUNDA.- OBJETIVO GENERAL DEL CONVENIO.

Coordinar acciones que contribuyan al fortalecimiento del talento humano del personal de la UPS como de la UNIDAD EDUCATIVA acordando propuestas cuya finalidad se centre en la realización de pasantías, prácticas pre-profesionales, extensión universitaria, formación continua y actividades varias que propicien procesos de vinculación interinstitucional.

TERCERA.- DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LAS PARTES.

1.- LA UNIDAD EDUCATIVA:

Es una entidad de educación privada y aportará con sus espacios educativos (estudiantes y aulas), para permitir la puesta en marcha la Implementación de las actividades pertinentes a la labor que realiza el Departamento de Vinculación con la Sociedad; esto es pasantías, extensión universitaria, capacitación y demás actividades que serán invertidos según los requerimientos de operación.

RESOLUCIÓN N° 079-04-2016-04-20

Página 1 de 3

VICERRECTORADO

SEDE CUENCA • Calle Vieja 12-30 y Eja Liut • Casilla 2074 • Telef: (593 7) 2862213 Ext: 1160 • Fiac 2869112
E-mail: vicerrectorcue@ups.edu.ec • <http://www.ups.edu.ec> • Cuenca - Ecuador

2.- LA UPS:

- Las acciones de la Universidad Politécnica Salesiana están orientadas a organizar, coordinar, ejecutar y evaluar, conjuntamente con los delegados de las Instituciones y Participantes, la marcha de las actividades del Convenio por medio del Departamento de Vinculación con la Sociedad.
- Contribuirá con estudiantes y docentes con miras a propiciar las actividades de vinculación, de acuerdo a sus posibilidades.
- A través del Departamento de Vinculación con la Sociedad realizará el seguimiento a la ejecución de las actividades.
- Proporcionar a la empresa o institución, la información académica del practicante, en caso de ser necesaria su verificación, previa autorización por escrito del estudiante.

CUARTA.- PLAZO.

El Convenio interinstitucional, tendrá una duración de cinco años contados a partir de la fecha de suscripción del mismo, pero sin embargo podrá darse por terminado en cualquier momento de manera unilateral o por mutuo acuerdo, para lo cual se requerirá tan solo pronunciamiento por escrito de una de las partes o de manera conjunta. Para darse por terminado el presente Convenio, la parte interesada presentará por escrito las razones para tal acción, con un mes de anticipación a la fecha que señale para la terminación, en ningún caso por este motivo, podrán suspenderse acciones que hubiesen iniciado y que estuvieran en proceso de ejecución y tramitación.

QUINTA.- RECEPCIÓN.

Una vez que hayan culminado la o las actividades emprendidas a través de este Convenio, los representantes institucionales, realizarán una reunión para evaluar el proceso, previo a la elaboración, presentación y aprobación del informe.

SEXTA.- DE LAS MODIFICACIONES.

El presente Convenio puede ser modificado o enmendado únicamente por acuerdo expreso y escrito entre las dos partes suscriptoras, caso contrario no podrá sufrir ninguna variación en su contenido.

SÉPTIMA.- DE LAS COMUNICACIONES.

Toda solicitud, comunicación y notificación que las partes deban realizar en relación al presente Convenio, se efectuará por escrito y se considerará realizado desde el momento en que la correspondencia se entregue al destinatario en las direcciones que se indican a continuación:

LA UNIDAD EDUCATIVA:

Dirección: Benigno Malo y Sangurima
Teléfono: 2827 815
Email: gladysaguilar08@gmail.com
Responsable: Lcda. Paola Suquilanda
Email: pao.suquilanda94@gmail.com
Docente de la UEPSMJ

LA UPS:

Dirección: Calle Vieja 12-30 y Eña Liut,
Casilla 46 Sect. 2
Teléfono: 2862-213. Fax: 2869-112
Email: dorellana@ups.edu.ec

RESOLUCIÓN N° 079-04-2016-04-20

VICERRECTORADO

SEDE CUENCA. • Calle Vieja 12-30 y Eña Liut. • Casilla 2074 • Telf: (593 7) 2862213 Ext: 1160 • Fax: 2869112
E-mail: vicerektorcue@ups.edu.ec • <http://www.ups.edu.ec> • Cuenca - Ecuador

Página 2 de 3

Responsable: Ing. Vladimir Robles PhD.
Email: vrobles@ups.edu.ec
Docente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas UPS

OCTAVA.- SOLUCIÓN DE CONFLICTOS.

Cualquier disputa, controversia o reclamación que surja o esté relacionada con este Convenio, se resolverá mediante un acuerdo directo entre las partes, caso contrario y si no fuere posible un acuerdo directo entre las mismas, se resolverá conforme a lo previsto en la Ley de Mediación y Arbitraje en uno de los Centros previstos para el efecto en la ciudad de Cuenca.

NOVENA.- FIRMAS RESPONSABLES.

Las Partes declaran expresamente su aceptación de todo el contenido de este Convenio, por haber sido elaborado en seguridad de sus respectivos intereses.
Para constancia de las declaraciones presentes y ratificándose en su contenido y fiel cumplimiento de lo establecido, firman tres (3) ejemplares de igual tenor, en la ciudad de Cuenca, a los 13 días del mes febrero del 2019.

**POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA:**

**POR LA UNIDAD EDUCATIVA
PARTICULAR SANTA MARIANA DE JESUS:**



Econ. César Vasquez Vásquez, M.A.
VICERRECTOR DE LA SEDE CUENCA



Dra. Gladys María del Carmen Aguilar Freire
DIRECTORA



Dr. Jeffrey Zúñiga Rulova
PROCURADOR

RESOLUCIÓN N° 079-04-2016-04-20

Página 3 de 3

VICERRECTORADO

SEDE CUENCA • Calle Vieja 12-30 y Eña Liut • Casilla 2074 • Telf: (593 7) 2862213 Ext: 1160 • Fax: 2869112
E-mail: vicerecortorcue@ups.edu.ec • <http://www.ups.edu.ec> • Cuenca - Ecuador

CONVENIO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA Y LA UNIDAD EDUCATIVA PARTICULAR "SANTA MARIANA DE JESÚS" DE CUENCA

Comparecen a la suscripción del presente Convenio, por una parte la Universidad Politécnica Salesiana, representada por el Econ. César Vásquez Vásquez, en su calidad de Vicerrector de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca; y, por así disponer el Estatuto Universitario, actúa el Dr. Jeffrey Zúñiga Rulova, en su calidad de Procurador de la misma, a quienes en adelante y para efectos del presente Convenio se les denominará "UPS", y por otro lado, la Unidad Educativa Particular Santa Mariana de Jesús de la ciudad de Cuenca, representada por la Hna. Gladys María del Carmen Aguilar Freire en calidad de Rectora, a quien en adelante se denominará "UNIDAD EDUCATIVA". Los representantes institucionales antes mencionados son hábiles de contratar y obligarse, para celebrar el presente Convenio de **Cooperación Interinstitucional**, al tenor de las siguientes cláusulas:

PRIMERA.- ANTECEDENTES.

1.- LA UPS, la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador creada mediante Ley N° 63, publicada en el Registro Oficial N° 499 de 5 de agosto de 1994, es una Institución de Educación Superior particular, católica. Es una persona jurídica de derecho privado, con finalidad social sin fines de lucro. Su domicilio principal y matriz se halla en la ciudad de Cuenca con 20 años de experiencia en las diferentes ramas de la educación superior universitaria. Entre otros, su fin es formar personas con madurez humana que sepan hacer coherentemente la síntesis de ética, vida y cultura, para que actúen en la historia en la línea de la justicia, solidaridad y fraternidad, testimoniando los valores éticos más altos del hombre.

En su estructura organizacional cuenta con el Departamento de Vinculación con la Sociedad cuyo objetivo es el gestionar actividades de pasantías, prácticas pre-profesionales, extensión universitaria y formación continua de la institución con la demanda proveniente de los sectores sociales.

2.- LA UNIDAD EDUCATIVA, es una Institución de educación privada ubicada en el Centro de la Ciudad de Cuenca, que impulsa acciones pertinentes en el campo especial, beneficiando a la niñez y juventud de la región emprendiendo procesos académicos de educación regulados dentro de la ley de la república del Ecuador.

La UPS y UNIDAD EDUCATIVA de la Ciudad de Cuenca, celebraron un Convenio General de Colaboración en el mes de marzo del año 2019, con base en el cual realizan el presente Convenio Específico de Colaboración.

Para llevar a cabo la realización del presente Convenio Específico, todas y cada una de las declaraciones y cláusulas contenidas en el Convenio General de Colaboración mencionado en el antecedente anterior se hace constar que siguen vigentes, salvo disposición en contrario establecida en el presente instrumento.

Que La UPS ofrece el programa de Ingeniería en Sistemas e Ingeniería Electrónica y el Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia y la Cátedra UNESCO "Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa" y es intención realizar proyectos en conjunto

Página 1 de 5

VICERRECTORADO

SEDE CUENCA • Calle Vieja 12-30 y Elia Llut • Casilla 2074 • Telf: (593 7) 2662213 Ext: 1160 • Fax: 2869112
E-mail: vicerrectorcue@ups.edu.ec • <http://www.ups.edu.ec> • Cuenca - Ecuador

con la UNIDAD EDUCATIVA de la Ciudad de Cuenca, para favorecer la proyección social y el fortalecimiento de las funciones sustantivas de las instituciones.

PRIMERA. OBJETO

En virtud del presente Convenio Específico las partes convienen en establecer las bases para el desarrollo de un programa de soporte académico con el fin de beneficiar el aprendizaje áulico de niños y niñas a través del uso de TICs y sistemas inteligentes.

SEGUNDA. OBLIGACIONES DE LA "UPS" Y LA "UNIDAD EDUCATIVA"

La "UPS" y la "UNIDAD EDUCATIVA" se obligan, durante la vigencia del presente Convenio Específico, a:

1. Designar el recurso humano que se requiera para desarrollar los proyectos aprobados por la "UNIDAD EDUCATIVA" y la "UPS".
2. La "UPS" entregará en comodato un asistente robótico en forma de peluche que permite desarrollar actividades educativas en las siguientes áreas:
 - a. Socialización.
 - b. Aspectos de lateralidad.
 - c. Reconocimiento de las partes del cuerpo.
 - d. Aprendizaje de colores primarios.
 - e. Emociones básicas.
 - f. Normas de buena educación dentro y fuera del aula de clase.
 - g. Secuencias rítmicas.
 - h. Aprendizaje de números.

Los componentes del robot son los siguientes:

• Hardware

1 Microcomputador Raspberry PI con 2 GB de Memoria RAM, Bluetooth y Wi-Fi incorporados y una tarjeta de memoria micro SD de 32 GB.
1 Sistema embebido Arduino Nano
12 Módulos Neopixel de 12 LEDS RGB Adafruit
1 Estructura impresa en 3D que aloja la microcomputadora Raspberry y el sistema embebido Arduino.

• Software

Sistema operativo Raspbian.
Aplicación multiplataforma enfocada a dar soporte educativo en las siguientes áreas: Socialización, Aspectos de lateralidad, Reconocimiento de las partes del cuerpo, Aprendizaje de colores primarios, Emociones básicas, Normas de buena educación dentro y fuera del aula de clase, Secuencias rítmicas y Aprendizaje de números.

3. El asistente robótico y el software será entregados en comodato a "UNIDAD EDUCATIVA" en el mes de marzo del 2019 y permanecerán en dicha institución 5 años, con renovación automática de 5 años más si las partes han respetado los acuerdos del convenio. Para ello, la "UNIDAD EDUCATIVA" se compromete a realizar la adecuación de un espacio a fin de poder realizar las prácticas educativas en base a las herramientas entregadas.

Página 2 de 5

VICERRECTORADO

SEDE CUENCA • Calle Vieja 12-30 y Eja Llut • Casilla 2074 • Telef: (593 7) 2862213 Ext: 1160 • Fax: 2869112
E-mail: svicerrectorcue@ups.edu.ec • <http://www.ups.edu.ec> • Cuenca - Ecuador

4. La "UPS" se compromete a brindar capacitación y mantenimiento en el manejo del asistente robótico.
5. La "UNIDAD EDUCATIVA" se compromete en cuidar el asistente robótico para su buen funcionamiento, permitiendo que únicamente el personal designado y capacitado trabaje con el mismo. De igual forma, la "UNIDAD EDUCATIVA" se compromete a que únicamente el personal designado por la "UPS" pueda realizar mantenimiento o reparación del **asistente robótico**.
6. La "UPS" y "UNIDAD EDUCATIVA" realizarán un seguimiento conjunto sobre el funcionamiento del **asistente robótico y el software educativo**, a fin de determinar el impacto que tienen los niños y niñas. Para ello "UNIDAD EDUCATIVA" registrará la información que permita determinar los beneficios del uso del **asistente robótico**.
7. La "UNIDAD EDUCATIVA" se compromete a facilitar datos e información general a fin de que la "UPS" pueda llevar a cabo procesos de análisis estadístico y aprendizaje de máquina con fines académicos y de investigación. Estos datos e información no contendrán referencias personales de los niños y niñas (nombres, números de cédula o datos similares que puedan develar la identidad de la persona). La "UPS" se compromete a no divulgar la información que provea la "UNIDAD EDUCATIVA".
8. La "UPS" y "UNIDAD EDUCATIVA" se comprometen a colaborar en los programas de extensiones universitarias y prácticas pre-profesionales.
9. La "UPS" y "UNIDAD EDUCATIVA" se comprometen a suministrar los recursos de infraestructura, mobiliario y de tecnología necesarios para la ejecución de los proyectos que se deriven del presente Convenio Específico.
10. La "UPS" y "UNIDAD EDUCATIVA" se comprometen a brindar las facilidades necesarias para que al final de la ejecución de los proyectos se pueda realizar un evento académico donde se presenten los resultados alcanzados con la investigación.

TERCERA. PROPIEDAD INTELECTUAL

Los diferentes productos desarrollados por las partes, ya sean programas informáticos, prototipos, informes, análisis, etc., serán propiedad intelectual de la "UPS" y "UNIDAD EDUCATIVA", y deberán ser reconocidos como tal en cualquier publicación que se realice. En el caso de artículos científicos, libros, manuales o productos similares, constarán como coautores los participantes del proyecto.

Ninguna de las partes podrá utilizar la marca, logotipo o emblema de la otra institución en publicaciones, programas o en forma alguna si antes no está autorizado o expresamente convenido por escrito entre las partes.

CUARTA. RELACIÓN LABORAL

Las partes acuerdan que este Convenio específico no podrá interpretarse de ninguna manera como constitutivo de ningún tipo de asociación o vínculo de carácter laboral entre las partes, y que la relación en todos los casos entre la institución contratante y su personal respectivo; aún realizados conjuntamente y que se desarrollen en las instalaciones o con las instituciones. En ningún caso podrá considerarse a la otra parte como patrón sustituto, quedando fuera de toda responsabilidad en asuntos relacionados con dicho personal, debiendo la institución que contrató al personal de que se trate, sacar en paz y a salvo a la otra institución en caso de conflictos laborales provocados por personal de la primera.

Página 3 de 5

VICERRECTORADO

SEDE CUENCA • Calle Vieja 12-30 y Eña Luit • Casilla 2074 • Telf: (593 7) 2862213 Ext: 1160 • Fax: 2869112
E-mail: vicerectoradocue@ups.edu.ec • <http://www.ups.edu.ec> • Cuenca - Ecuador

QUINTA. CASO FORTUITO O FUERZA MAYOR

Queda expresamente pactado que las partes no serán responsables de ningún retardo o incumplimiento de las obligaciones contraídas conforme este Convenio específico cuando se vean impedidas para ello por caso fortuito o fuerza mayor. En estos supuestos, la parte afectada deberá de notificarlo a la otra parte tan pronto como le sea posible, así como tomar las provisiones que se requieran para el remedio de la situación de que se trate.

Una vez superados estos eventos se reanudarán las actividades en la forma y términos que acuerden las partes.

SEXTA. CONFIDENCIALIDAD

Las partes convienen en no revelar o divulgar a ninguna persona física o moral la información de carácter confidencial a la que tuvieron acceso los involucrados de las partes, ya sea en forma escrita o verbal, directa o indirectamente y a utilizarla Única y exclusivamente para el propósito o fin para el cual les fue proporcionada. Las partes convienen que mediante acto expreso determinen la información que tenga el carácter de confidencial y, por tanto, que está protegida por la reserva.

OCTAVA. REPRESENTACIÓN INSTITUCIONAL Y RESPONSABLES OPERATIVOS

Para todo lo relacionado con el presente Convenio Específico, las partes designan a los siguientes funcionarios, y en el futuro a quienes los sustituyan en sus funciones.

Representantes Institucionales:

Por la "UPS", el Dr. Fernando Pesántez Avilés, Director de la Cátedra UNESCO "Tecnologías de Apoyo para la Inclusión Educativa" y los Ingenieros Bertha Tacuri, Directora de Carrera en Ciencias de la Computación y René Ávila, Director de Carrera de Ingeniería Electrónica.

Por "UEPSMJ", la Hna. Gladys Aguilar Freire, Rectora.

Responsables Operativos:

Por la "UPS", el Ing. Vladimir Robles Bykbaev, Coordinador del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia y el Ing. Luis Serpa, investigador y docente de la Carrera de Ingeniería Electrónica.

Por la "UNIDAD EDUCATIVA", la Lda. Paola Suquilanda docente de la institución.

OCTAVA. VIGENCIA

El presente Convenio Específico tendrá una vigencia de cinco (5) años que iniciará a partir de la fecha de su firma. Ambas partes podrán dar por terminado el presente Convenio específico en forma anticipada, sin responsabilidad alguna, mediante notificación por escrito entregada con por lo menos (30) treinta días naturales de anticipación a la fecha efectiva de terminación.

No obstante, lo anterior, las obligaciones pendientes de cumplimiento derivadas de este Convenio específico deberán ser atendidas hasta en tanto venzan los plazos correspondientes de acuerdo con las características descritas en el presente Convenio específico.

NOVENA. AVISOS Y NOTIFICACIONES

Todas las notificaciones que deban realizarse serán por escrito con acuse de recibo a las direcciones que se señalan en las declaraciones. En caso de que cualquiera de las partes cambie de domicilio de notificarlo a la otra parte, de no ser así, cualquier notificación realizada en los domicilios señalados será considerada como efectivamente realizada.

Página 4 de 5

VICERRECTORADO

SEDE CUENCA • Calle Vieja 12-30 y Eja Llut • Casilla 2074 • Telf: (593 7) 2862213 Ext: 1160 • Fax: 2869112
E-mail: vicerecutorcue@ups.edu.ec • <http://www.ups.edu.ec> • Cuenca - Ecuador

DÉCIMA. MODIFICACIONES

Este Convenio Específico podrá ser modificado mediante acuerdo por escrito entre las partes. Dichas modificaciones o adiciones entrarán en vigor a partir de la fecha de su firma.

DÉCIMA PRIMERA. CESIÓN DE DERECHOS Y OBLIGACIONES

Ninguna de las partes podrá ceder o transmitir los derechos y las obligaciones derivados del presente Convenio específico, salvo que cuente con la autorización previa y por escrito de la otra parte.

DECIMOSEGUNDA. INTERPRETACIÓN Y JURISDICCIÓN

Cualquier disputa, controversia o reclamación que surja o esté relacionada con este Convenio, se resolverá mediante un acuerdo directo entre las partes, caso contrario y si no fuere posible un acuerdo directo entre las mismas, se resolverá conforme a lo previsto en la Ley de Mediación y Arbitraje en el Centro de Mediación de la Universidad Católica de Cuenca.

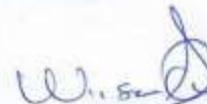
DÉCIMA TERCERA. FIRMAS RESPONSABLES

Las Partes declaran expresamente su aceptación de todo el contenido de este Convenio, por haber sido elaborado en seguridad de sus respectivos intereses.

Para constancia de las declaraciones presentes y ratificándose en su contenido y fiel cumplimiento de lo establecido, firman tres (3) ejemplares de igual tenor, en la ciudad de Cuenca, a los 13 días del mes febrero del 2019.

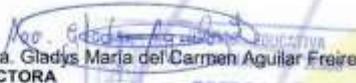
**POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA:**

**POR LA UNIDAD EDUCATIVA
PARTICULAR SANTA MARIANA DE JESUS:**


Econ. César Vásquez Vásquez
VICERRECTOR DE LA SEDE CUENCA




Hna. Gladys María del Carmen Aguilar Freire
RECTORA




Dr. Jeffrey Zúñiga Rulova
PROCURADOR

Página 5 de 5

VICERRECTORADO

SEDE CUENCA • Calle Vieja 12-30 y Ela Luit • Casilla 2074 • Telf: (593 7) 2862213 Ext: 1160 • Fax: 2869112
E-mail: vicerektorcu@ups.edu.ec • <http://www.ups.edu.ec> • Cuenca - Ecuador