UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS:

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS

PROYECTO TÉCNICO:

Diseño y desarrollo de una aplicación multiplataforma educativa y un módulo de soporte a la toma de decisiones para brindar apoyo en el desarrollo léxico-semántico de niños de 2 a 3 años.

Autores:

Jonnathan Alejandro Chalco Bermeo

Edisson Paúl Redrován Reyes

Tutor:

Ing. Vladimir Espartaco Robles Bykbaev

Cuenca – Ecuador:

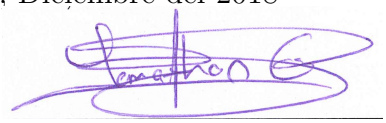
2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Edisson Paúl Redrován Reyes con C.I.: 010563074-3 y Jonnathan Alejandro Chalco Bermeo con C.I.: 010685007-6, 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 UNA APLICACIÓN MULTIPLATAFORMA EDUCATIVA Y UN MÓDULO DE SOPORTE A LA TOMA DE DECISIONES PARA BRINDAR APOYO EN EL DESARROLLO LÉXICO-SEMÁNTICO DE NIÑOS DE 2 A 3 AÑOS", mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de 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, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, Diciembre del 2018



Jonnathan Alejandro Chalco Bermeo

CI.:0106850076

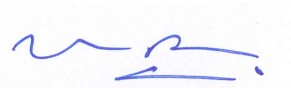
Edisson Paúl Redrován Reyes

CI.:0105630743

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MULTIPLATAFORMA EDUCATIVA Y UN MÓDULO DE SOPORTE A LA TOMA DE DECISIONES PARA BRINDAR APOYO EN EL DESARROLLO LÉXICO-SEMÁNTICO DE NIÑOS DE 2 A 3 AÑOS", realizado por los autores Jonnathan Alejandro Chalco Bermeo y Edisson Paúl Redrován Reyes, obteniendo el proyecto técnico, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, Diciembre del 2018.



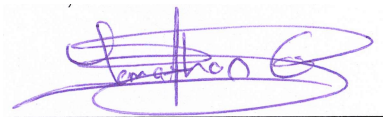
Ing. Vladimir Espartaco Robles Bykbaev

CI: 0300991817

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Edisson Paúl Redrován Reyes con número de cédula 0105630743 y Jonnathan Alejandro Chalco Bermeo con C.I.: 0106850076, autores del trabajo de titulación "DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MULTIPLATAFORMA EDUCATIVA Y UN MÓDULO DE SOPORTE A LA TOMA DE DECISIONES PARA BRINDAR APOYO EN EL DESARROLLO LÉXICO-SEMÁNTICO DE NIÑOS DE 2 A 3 AÑOS"; certificamos que el total contenido de este proyecto técnico es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, Diciembre del 2018



Jonnathan Alejandro Chalco Bermeo

CI.:0106850076

Edisson Paúl Redrován Reyes

CI.:0105630743

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestra sincera gratitud con la Universidad Politécnica Salesiana la cual nos ha impartido una educación de calidad y por habernos permitido formarnos como profesionales, gracias a todas esas personas que nos apoyaron en este proceso de aprendizaje, ya sea de manera directa o indirecta, en especial a nuestro tutor de tesis Ing. Vladimir Robles, por la predisposición, comprensión y paciencia que ha tenido para con nosotros en el desarrollo del proyecto y para resolver nuestras dudas, brindándonos la asesoría adecuada para culminar con éxito este trabajo.

Un agradecimiento a nuestros compañeros y amigos que formaron parte de esta etapa de nuestra vida, en donde nos supimos brindar el suficiente apoyo para ayudarnos en todos estos años de la Universidad.

De la misma forma queremos agradecer de manera muy especial a nuestro compañero y ahora ya ingeniero Carlos Mauricio Espinoza quien nos supo apoyar de forma desinteresada en el principio de nuestro trabajo de titulación con tutorías del funcionamiento del motor de juego que empleamos para el desarrollo de nuestro proyecto técnico.

También queremos agradecer a todos quienes forman parte del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GIIATA) de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca y a la catedra UNESCO por su apoyo durante todo el proceso de desarrollo, sobre todo al ingeniero Diego Quisi, que, en un principio del proyecto, nos ofreció su apoyo de manera desinteresada.

Jonnathan Chalco - Edisson Redrován

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada:

A Dios, Por ser el forjador de mi camino, el que siempre me acompaña y me levanta de mis tropiezos; por brindarme su amor, bondad y salud, además por haberme permitido llegar hasta esta etapa de mi vida y lograr mis objetivos.

A mi madre Soledad Bermeo, Por su amor incondicional y por todos tus esfuerzos, desvelos y preocupaciones, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Alejandro Chalco, Por sus ejemplos de perseverancia, constancia y arduo trabajo por tratar de sacar a su familia adelante. Junto a mi madre siempre buscabas la manera de ofrecernos lo mejor, por que hasta en los momentos más difíciles y sin importar tu cansancio me brindabas una sonrisa. Esta tesis es un logro que en gran parte te lo debo a ti, y no se en donde me encontraría de no ser por tu apoyo, amor y paciencia gracias por todo.

A mi hija Allison, porque tu afecto y tu cariño son la razón de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de superarme y buscar lo mejor para ti. Porque a tu corta edad, te convertiste en mi inspiración para salir adelante, has sido sin lugar a duda la motivación más grande para concluir con éxito este proyecto de tesis. Gracias mi Ali.

A mi hermano Fernando, por siempre estar conmigo, y apoyarme siempre, a mis abuelos María, Esther y Pedro, y en fin a toda mi familia por quererme y brindarme su comprensión y paciencia, por ser un ejemplo de amabilidad y apoyo hacia los demás. ¡Gracias a ustedes!.

Jonnathan Alejandro Chalco Bermeo.

El presente trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios por ser una guía espiritual, por haberme dado la suficiente fuerza y paciencia para poder culminar con éxito esta meta planteada en mi vida, además por haberme dado una gran familia que me ha sabido apoyar en todas las metas que me he propuesto hacer durante todo este tiempo.

A mis padres José Redrován y Luz Reyes quienes han sido un pilar fundamental en mi vida, que me han sabido inculcar de buenos valores que hoy en día forman parte de mí, es a ellos que les debo mi perseverancia, mis ganas de seguir adelante ante cualquier obstáculo que se me ha presentado, me enseñaron que todo sacrificio tiene su recompensa a pesar que el camino al logro traiga lágrimas y malas noches, es por ello que sin el apoyo de mis padres no me encontraría aquí ahora tan cerca de ser un profesional y por eso me encuentro bien agredido con Dios con los padres que me dio.

A mi hermana Mayra Redrovan quien ha sido para mí un gran ejemplo a seguir, en ella pude ver cómo la dedicación y la perseverancia nos puede llegar hacer grandes profesionales en la vida.

Finalmente dedico a todas esas personas que de una u otra manera contribuyeron en mi formación profesional, a mis docentes, amigos, compañeros de trabajos, que me pudieron dar su ayuda para adquirir algún nuevo conocimiento.

Edisson Paúl Redrován Reyes.

Índice general

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR **I**

CERTIFICACIÓN **II**

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD **III**

AGRADECIMIENTOS **IV**

DEDICATORIA **V**

Lista de figuras **XI**

Lista de tablas **XIV**

1 Resumen **1**

2 Abstract **2**

3 Introducción **3**

4 Objetivos **5**
4.1 General 5
4.2 Específicos 5

5 Fundamentos Teóricos y estado del Arte **7**
5.1 Aspectos Fundamentales del desarrollo léxico – semántico en niños de 2 a 3 años. 7
5.2 Campos Semánticos 9
5.3 Aplicaciones (móviles) de soporte al desarrollo léxico - semántico 10
5.4 Sistemas expertos como herramientas de soporte en el desarrollo léxico – semántico 13

6 Arquitectura general de la propuesta **15**
6.1 Diseño y Desarrollo del Sistema 15
6.1.1 Requerimientos para el Desarrollo del Sistema 15
6.1.2 Diseño y construcción de la arquitectura tecnológica del sistema 15
6.1.3 Especificaciones técnicas del Sistema 16
6.1.4 Especificaciones de hardware 16
6.1.5 Especificaciones de software 16
6.1.6 Herramientas de software elegidas para el desarrollo 16
6.1.6.1 Java 17

6.1.6.2 Clips . . . 17
6.1.6.3 Python . . . 18
6.1.6.4 Gdevelop . . . 18
6.1.6.5 PostgreSQL . . . 18
6.1.6.6 Paquetes adicionales . . . 18
6.1.7 Diagramas de Casos de Uso . . . 19
6.1.8 Diagramas de Secuencias . . . 23
6.2 Diseño e Implementación del módulo Central . . . 25
6.2.1 Capa de Conocimiento . . . 26
6.2.1.1 Razonamiento basado en reglas . . . 26
6.2.1.2 Contenido educativo . . . 26
6.2.1.3 Perfil de los niños . . . 27
6.2.1.4 Módulo de minería de datos . . . 27
6.2.2 Capa de Servicios . . . 28
6.2.2.1 Módulo de Gestión de Usuarios . . . 28
6.2.2.2 Módulo de Generación de Reportes . . . 28
6.2.2.3 Módulo de Reconocimiento de Voz . . . 28
6.2.2.4 Módulo de Web Services Access . . . 28
6.2.3 Capa de Interfaz de Usuario . . . 28
6.2.3.1 Plataforma Web . . . 28
6.2.3.2 Aplicación Móvil . . . 29
6.3 Especificación detallada de los Componentes Principales . . . 29
6.3.0.1 Especificación de la Base de Datos . . . 29
6.4 Aplicación lúdica multiplataforma (web y móvil) . . . 31
6.4.0.1 Análisis de requerimientos de las Actividades del Sistema . . . 31
6.4.0.2 Diseño y construcción de la arquitectura tecnológica del sistema 31
6.4.0.3 Clasificación de las actividades por Campos Semánticos y diseño de interfaces . . . 31
6.5 Plataforma web para la gestión de información . . . 45
6.5.0.1 Capa de Presentación . . . 46
6.5.0.2 Capa de Negocio . . . 46
6.5.0.3 Capa de Datos . . . 46
6.6 Sistema Experto para recomendación de actividades . . . 47
6.6.1 Parámetros para utilizar . . . 49
6.6.2 Definición de plantillas . . . 49
6.6.3 Definición de reglas . . . 50
6.6.3.1 Reglas para conocer nivel de destrezas . . . 50
6.6.3.2 Reglas para determinar las actividades a repetir . . . 52
6.6.3.3 Reglas para guardar la información . . . 53
6.7 Módulo de Reconocimiento de voz . . . 54
6.7.1 API de Web Speech . . . 54
6.7.2 Algoritmo de Levenshtein Distance . . . 55

7 Experimentación y Resultados 58
7.1 Características de la población de estudio . . . 58
7.2 Resultados de la validación de la aplicación Lúdica . . . 59

7.3 Resultados del módulo de reportes basado en minería de Datos. 63
7.4 Resultados de la validación del Sistema Experto 65

8 Conclusiones **83**

9 Recomendaciones **85**

10 Trabajos Futuros **86**

11 Anexos **87**
11.1 Manual de Usuario del sistema 87
11.1.1 Requerimientos 87
11.1.1.1 Hardware 87
11.1.1.2 Software 87
11.1.2 Funcionamiento del Sistema 87
11.1.2.1 Funcionamiento de la Plataforma Web para la gestión de información. 87
11.1.2.1.1 Gestión Terapista 87
11.1.2.1.2 Inicio de sesión del Terapista 89
11.1.2.1.3 Registro de Niños. 89
11.1.2.1.4 Listar Niños. 91
11.1.2.1.5 Filtro y Búsqueda de Niños. 91
11.1.2.1.6 Modificar los datos de los Niños. 93
11.1.2.1.7 Sistema de Recomendación de Actividades 95
11.1.2.2 Funcionamiento del Juego 96
11.1.2.2.1 Ingreso al Juego 96
11.1.2.2.2 Interfaces del video Juego. 97
11.1.2.2.3 Actividades del videojuego 98
11.1.2.2.4 Interacción con el juego (Area de las partes de la cara) 99

Índice de figuras

Figura5.1 Análisis de notas promedio de los errores obtenidos por los 32 niños . . . 12

Figura6.1 Casos de Uso, Registro de Terapista 19
Figura6.2 Casos de Uso, Iniciar Sesión. 20
Figura6.3 Casos de Uso, Terapista. 21
Figura6.4 Casos de Uso, Terapista Listar - Detalle Niños. 21
Figura6.5 Casos de Uso, Aplicación Móvil. 22
Figura6.6 Diagrama secuencias – Registro de Terapista. 23
Figura6.7 Diagrama secuencias – Iniciar Sesión. 23
Figura6.8 Diagrama secuencias – Terapista-Registro Niño. 24
Figura6.9 Diagrama secuencias – Registro de Terapista - Detalle Niño. 24
Figura6.10 . Diagrama secuencias – Aplicación Móvil. 25
Figura6.11 Diagrama del Sistema. 26
Figura6.12 Transformada de Fourier adaptada a la ecuación plateada. 28
Figura6.13 Diagrama Entidad Relación del Sistema. 30
Figura6.14 Interfaz Gráfica del Menú de Actividades de la Aplicación Lúdica. 32
Figura6.15 Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de La Familia (Reconocimiento y Pronunciación del nombre de cada miembro de la Familia). 33
Figura6.16 Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de la Familia (Tarjetas de los Miembros de La Familia). 33
Figura6.17 Interfaz Gráfica de la Actividad 3 de La Familia (Reconocimiento de los miembros de la Familia en base a las acciones que realizan). 34
Figura6.18 Interfaz Gráfica de la Actividad de Completar las partes de la Cara. . . . 34
Figura6.19 Interfaz Gráfica de la Actividad de Rompecabezas de las partes de la Cara". 35
Figura6.20 Interfaz Gráfica de la Actividad Çanción de las Partes de la Cara". 35
Figura6.21 Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de Los animales (Reconocimiento de los Animales). 36
Figura6.22 Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Los Animales (Arrastrar y Soltar). . 36
Figura6.23 Interfaz Gráfica de la Actividad de Prendas de Vestir. 37
Figura6.24 Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de Reconocimiento de las Emociones. . 37
Figura6.25 Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Las Emociones (Emociones en base a Acciones). 38
Figura6.26 Interfaz Gráfica de la Actividad 3 de Las Emociones (Ruleta de Emociones). 38
Figura6.27 Interfaz Gráfica de la Actividad de Los Juguetes. 39
Figura6.28 Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de Los medios de Transporte (Sonido de los medios de Transporte). 39
Figura6.29 Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Los medios de Transporte (Pronunciación del Nombre). 40

Figura6.30 Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de Las Frutas (Encontrar las Frutas). . 40
Figura6.31 Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Las Frutas (Arrastrar y soltar). . . . 41
Figura6.32 Interfaz Gráfica de la Actividad de Los Colores (Reventar Los Globos). . 41
Figura6.33 Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Los Colores (Reconocimiento de Objetos). 42
Figura6.34 Interfaz Gráfica de la Actividad 3 de Los Colores (Dibujo Libre). 42
Figura6.35 Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de Profesiones (Vestir al Profesional). . 43
Figura6.36 Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Profesiones (Arrastrar y Soltar). . . 43
Figura6.37 Interfaz Gráfica de la Actividad de Nociones (noche-día). 44
Figura6.38 Interfaz Gráfica de la Actividad de Nociones (dentro-fuera). 44
Figura6.39 Interfaz Gráfica de la Actividad de Nociones (poco-muchos). 45
Figura6.40 Interfaz Gráfica de la Actividad de Alimentos y Bebidas. 45
Figura6.41 Ejemplo, estructura general de la plataforma web. 46
Figura6.42 El diagrama esquemático de la estructura del sistema experto. 48
Figura6.43 Ejemplo, definición de plantilla niño. 49
Figura6.44 Ejemplo de diagrama de reglas, definición de hechos iniciales. 51
Figura6.45 Ejemplo, descripción de los id de las reglas definidas en el diagrama. . . . 52
Figura6.46 Ejemplo, definición reglas para validar rango de destrezas. 52
Figura6.47 Ejemplo, definición reglas para determinar las actividades a repetir. . . . 53
Figura6.48 Ejemplo, definición reglas para imprimir resultado. 54
Figura6.49 Ejemplo, del uso de API de Web Speech dentro del módulo. 55
Figura6.50 Ejemplo, algoritmo de levenstein distance. 56
Figura6.51 Ejemplo, Validación de las palabras obtenidas por el Web Speeh API. . . 57

Figura7.1 Comparación del nivel léxico en los niños del CIBV “Perpetuo Socorro” . 59
Figura7.2 Comparación del nivel léxico en los niños del CIBV “La Florida” 60
Figura7.3 Comparación del nivel léxico en los niños del CIBV “Los Juguetones” . . 60
Figura7.4 Comparación del nivel léxico en los niños del CIBV “El Vecino” 61
Figura7.5 Comparación del nivel léxico en los niños del CIBV “San Francisco” . . . 62
Figura7.6 Categorización de condición de léxico 62
Figura7.7 Diagrama de Andrews, que analiza el comportamiento de 3 variables que corresponden a las actividades de(La familia, Frutas y Los colores) 63
Figura7.8 Gráficas de Frecuencia de las puntuaciones obtenidas 64
Figura7.9 Análisis de la relación entre las siguientes variables (Edad-meses, Habilidad, Valor obtenido y valor esperado) 65
Figura7.10 Gráfico estadístico de los resultados obtenidos de una destreza a realizar . 82

Figura11.1 Portal Web del proyecto Pike - Aprende. 88
Figura11.2 Página de registro de Terapistas. 88
Figura11.3 Menú de acciones del portal web. 89
Figura11.4 Portal Web con información de los campos semánticos. 89
Figura11.5 Menú de opciones del Terapista 89
Figura11.6 Página de registro del niño. 90
Figura11.7 Opción para añadir más terapistas, que estén a cargo del niño. 90
Figura11.8 Menú Listar Niños. 91
Figura11.9 Portal web con Listado de Niños 91
Figura11.10Botón para descargar Reporte en PDF. 91

Figura11.11Botón para descargar Reporte en PDF. 92
Figura11.12Gráficas (Análisis de variables en un diagrama de Fourier y graficas de frecuencias con los puntajes obtenidos por cada área) que forman parte del reporte en pdf. 92
Figura11.13Página de Edición de los datos del Niño. 93
Figura11.14Listado de niños con las opciones por cada uno de ellos. 93
Figura11.15Página de detalles y sesiones realizadas por el niño. 94
Figura11.16Botón que permite ver los puntajes 94
Figura11.17Tabla de puntajes por sesión 95
Figura11.18Sesión de Recomendaciones, con lista de destrezas. 95
Figura11.19Resultado de Recomendaciones Generadas. 96
Figura11.20Diagrama de rutas que se siguió para obtener las recomendaciones. 96
Figura11.21Portal de administración para el terapista de la Pagina de Pike Aprende . 97
Figura11.22Interfaz de inicio de la aplicación educativa. 97
Figura11.23Ingreso del usuario único del niño. 98
Figura11.24Actividad 1 del área (Partes de la cara). Asignación de las partes. 99
Figura11.25Actividad 1 del área (Partes de la cara). Reconocimiento de voz. 100

Índice de cuadros

Tabla 5.1 Listado de actividades que componen la aplicación SpeechViewer III [1] . 11

Tabla 6.1 Herramientas utilizadas, con su respectiva versión 17
Tabla 6.2 Registro de Terapista, Registro de Terapista 20
Tabla 6.3 Caso de Uso – Iniciar Sesión. 20
Tabla 6.4 Caso de Uso – Terapista Registro del Niño. 21
Tabla 6.5 Caso de Uso – Terapista Listar Niños. 22
Tabla 6.6 Campos Semánticos que componen la aplicación Lúdica. 32

Tabla 7.1 Datos de prueba - Perfiles de los niños, con los niveles de evaluación por cada destreza a mejorar [2]. 71
Tabla 7.2 Recomendaciones por cada uno de los caos propuestos en el Cuadro 7.1. . 80
Tabla 7.3 Resultados de las destrezas calificadas a graficar. 81

Tabla 11.1 Opciones de cada una de las Actividades. 98
Tabla 11.2 Indicadores empleados en ciertas actividades. 98

Resumen

El lenguaje es uno de los medios más importantes de comunicación que tiene la humanidad para poder socializar, permitiéndonos como individuos poder expresarnos, compartir ideas y sentimientos. Para ello, es importante que se desarrolle y se adquiera de manera correcta el lenguaje en los niños desde su temprana edad, especialmente en el área léxico-semántica. Al presentarse un inconveniente en esta área, ocasionará que los niños no puedan expresarse de forma adecuada y que tampoco puedan comprender correctamente el contenido de los mensajes.

Este proyecto tiene como objetivo hacer uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), para ser un apoyo terapéutico en niños de 2 a 3 años que manifiestan problemas en el componente léxico-semántico del lenguaje. Para esto, se desarrollará un videojuego denominado "Pike Aprende" que contenga diferentes ejercicios que permitan estimular el aprendizaje en el componente léxico-semántico del lenguaje de un niño.

El proyecto involucra la creación de una aplicación lúdica (videojuego) multiplataforma (web y móvil - Android) que contenga módulos para brindar soporte en el desarrollo léxico-semántico de los niños de 2 a 3 años, así como el desarrollo de un módulo prototipo basado en sistemas expertos para brindar soporte en la toma de decisiones en la aplicación de actividades terapéuticas y de desarrollo léxico-semántico. Para el desarrollo de la aplicación, se usó el software GDevelop y el lenguaje CLIPS, el primero es un motor de videojuegos que no requiere conocimientos de programación para implementar comportamientos y eventos, aunque también se puede integrar código JavaScript si se desea. Y el segundo que es una herramienta que provee un entorno de desarrollo para la producción y ejecución de sistemas expertos basados en reglas y hechos.

El videojuego abarca doce campos semánticos entre ellos se encuentran los siguientes: nociones espaciales, miembros de la familia, esquema corporal, animales domésticos, prendas de vestir, alimentos líquidos-sólidos, elementos lúdicos, medios de transporte, frutas, colores, emociones y profesiones. Además, la aplicación, consta de un módulo para el registro de niños y educadores, la misma que ha sido desarrollada en java y otro módulo para la gestión de reportes basado en minería de datos que ha sido desarrollado en Python.

Abstract

Language is one of the most important means of communication that humanity has to be able to socialize, allowing us as individuals to express ourselves, share ideas and feelings. For this, it is important that language is developed and acquired correctly in children from an early age, especially in the lexical-semantic area. When a problem arises in this area, it will cause the children to not be able to express themselves adequately and that they can not correctly understand the content of the messages.

This project aims to make use of information and communication technologies (ICT), to be a therapeutic support in children from 2 to 3 years old who manifest problems in the lexical-semantic component of language. For this, a videogame called "Pike Learn"will be developed that contains different exercises that allow stimulating learning in the lexical-semantic component of a child's language.

The project involves the creation of a multiplatform ludic (video game) application (web and mobile - Android) that contains modules to provide support in the lexical-semantic development of children from 2 to 3 years old, as well as the development of a prototype based module in expert systems to provide support in making decisions in the application of therapeutic activities and lexical-semantic development. For the development of the application, the GDevelop software and the CLIPS language were used, the first is a video game engine that does not require programming knowledge to implement behaviors and events, although JavaScript code can also be integrated if desired. And the second one is a tool that provides a development environment for the production and execution of expert systems based on rules and facts.

The game covers twelve semantic fields among them are the following: spatial notions, family members, body schema, pets, clothing, liquid-solid foods, playful elements, means of transport, fruits, colors, emotions and professions . In addition, the application consists of a module for the registration of children and educators, the same that has been developed in java and another module for the management of reports based on data mining that has been developed in Python.

Introducción

Hoy en día existen diversos factores que afectan el adecuado desarrollo en el componente léxico - semántico de los niños y niñas. Esta situación tiende a empeorar con el transcurso del tiempo, presentándose en las personas inconvenientes en la comunicación, que a la larga los llevan a desenvolverse de forma inadecuada con la sociedad.

Es común observar en niños y niñas de temprana edad, que acuden a centros educativos básicos, el empleo de un vocabulario muy reducido y la falta de comprensión del significado de las palabras más comunes. Esto conlleva a dificultades para construir adecuadamente oraciones con la utilización correcta de palabras, según su significado y su papel dentro del contexto expresado. Además de dificultades en su manera de expresar, con titubeos frecuentes o el uso de palabras como... mmm..., estas dificultades indican que el niño no encuentra las palabras correctas para comunicarse.

En una publicación en la página de NIDCD (National Institute of Deafness and Other Communication Disorders) [3], se explica Cómo se desarrollan el habla y el lenguaje, a la vez que se confirma la importancia de la estimulación en los 3 primeros años de vida de una persona, que es cuando el cerebro está en proceso de desarrollo y maduración. Este tiempo es el más intensivo para que el niño pueda adquirir las habilidades del habla y el lenguaje, estas habilidades se desarrollan de mejor manera cuando el niño vive en un entorno lleno de imágenes, herramientas interactivas, sonidos y sobre todo la comunicación de las demás personas.

Los niños en los 3 primeros años de vida, con el apoyo y la estimulación adecuada, ya son capaces de aprender y captar de manera más rápida la información y estímulos del medio, cómo se puede confirmar en ASHA (American Speech-Language-Hearing Association) [4], que asegura que en esta edad el niño/a, en cuanto a comprensión debería entender palabras opuestas como abrir y cerrar, adentro y afuera etc, también debería seguir instrucciones compuestas o frases largas como "Busca la pelota y juega con ella", entre otras. En cuanto a pronunciación y habla, debería conocer palabras para las personas, los lugares, las cosas y acciones. Además, puede imitar, por ejemplo, el motor de un auto al jugar con el mismo, usar los sonidos g, f, s en las palabras, realizar preguntas de manera correcta usando la palabra ¿Por qué? y también describir o pedir las cosas mediante frases compuestas de hasta 3 palabras.

Es por ello, que en los últimos años se han optado por nuevas formas de enseñanza y estimulación temprana en los niños, aprovechando sobre todo la tecnología que día a día se encuentra en un constante crecimiento y a la cual los niños se sienten más atraídos. Estas

tecnologías como (tablets, celulares u ordenadores), llaman la atención de los niños en la actualidad y sobre todo, sirven de apoyo a maestros para facilitar la enseñanza por medio de material multimedia como videos, presentaciones, etc.

En consecuencia, a lo planteado anteriormente, en este proyecto se da a conocer una nueva propuesta, destinada al proceso de enseñanza – aprendizaje del lenguaje, y el desarrollo del componente léxico semántico. con el fin de brindar una herramienta que sirva tanto a padres como terapistas para apoyar el desarrollo del niño.

En el capítulo 1 se abordarán aspectos fundamentales del tema principal a tratar, así como los trabajos relacionados que corresponden a las aplicaciones móviles y sistemas Expertos orientados a la estimulación temprana del niño preescolar. En el capítulo 2, se presentará el desarrollo de la propuesta, desglosado en 4 partes que son: Aplicación lúdica multiplataforma, Plataforma gestión de la información, Módulo de Recomendación de actividades y módulo de reconocimiento de voz. Y para culminar en el Capítulo 3 se da a conocer la experimentación y los resultados que corroboran la validez del sistema.

Objetivos

4.1. General

Diseñar y desarrollar una aplicación multiplataforma educativa y un módulo de soporte a la toma de decisiones para brindar apoyo en el desarrollo léxico-semántico de niños de 2 a 3 años.

4.2. Específicos

- Estudiar y conocer los aspectos fundamentales del desarrollo léxico-semántico de niños de 2 a 3 años de edad en el contexto Ecuatoriano.

- Diseñar y desarrollar una aplicación lúdica multiplataforma (web y móvil - Android) que contenga módulos para brindar soporte en el desarrollo de los siguientes campos semánticos:

  - Nociones espaciales
  - Miembros de la familia
  - Esquema corporal
  - Animales domésticos
  - Prendas de vestir
  - Alimentación - líquidos
  - Alimentación - sólidos
  - Elementos lúdicos
  - Medios de transporte
  - Frutas
  - Colores
  - Emociones
  - Profesiones

- Estudiar un esquema de reconocimiento de voz e incorporarlo a la aplicación educativa para realizar actividades relacionadas con el desarrollo fonético.

- Diseñar y desarrollar un módulo prototipo basado en sistemas expertos para brindar soporte en la toma de decisiones en la aplicación de actividades terapéuticas y de desarrollo léxico-semántico.
- Diseñar y desarrollar un módulo de gestión de reportes basado en minería de datos.
- Diseñar y desarrollar un módulo de registro de niños y educadores que emplearán la aplicación.
- Diseñar y ejecutar un plan de experimentación que permita validar la aplicación.
- Elaborar manuales técnicos y de usuario de la aplicación.

Fundamentos Teóricos y estado del Arte

Durante la infancia, el desarrollo léxico – semántico, es uno de los temas más atrayentes y uno de los aspectos a fortalecer en un niño, aspectos que permanecerán por el resto de su vida, siendo un factor importante en el aprendizaje y la interacción social.

Hoy en día, gracias a las herramientas modernas, la tecnología y áreas de estudio como la psicología, ha sido posible describir de distintas formas el desarrollo del lenguaje en los niños, así como también las diferentes etapas por las que atraviesan para alcanzar una capacidad de comunicación propia de un adulto.

El desarrollo del lenguaje es un elemento importante en el desarrollo del ser humano, puesto que también se considera como un logro universal para las personas, el cual atraviesa por varias etapas, conforme transcurren los años de vida [5].

Según se explica en [5], antes de nacer, los niños ya escuchan el idioma que se habla a su alrededor. El bebé al inicio de sus primeros meses, comienzan a adquirir distintas habilidades que les permiten comunicarse, puesto que ya son considerados como seres con una gran vida social, también poseen una sensibilidad a las voces que oyen y sobre todo prestan atención al lenguaje que se utiliza para hablar. Completados los primeros 6 meses los bebés empiezan a balbucear, jugando con los sonidos. Cumplidos los dos años el niño pronuncia sus primeras palabras.

El desarrollo del lenguaje en el niño, progresa de una manera favorable, al iniciar las interacciones comunicativas en un entorno familiar, pero requiere de apoyo para perfeccionar estas habilidades, como es en el caso del desarrollo fonético/fonológico que se da con la paulatina adquisición de todos los fonemas, para el desarrollo morfosintáctico con la perfección de la gramática y de la oración y para el caso del desarrollo semántico que se dará con el aumento del léxico [6].

5.1. Aspectos Fundamentales del desarrollo léxico – semántico en niños de 2 a 3 años.

El desarrollo léxico engloba un gran número de habilidades de los niños/as, empezando por las más elementales que son de tipo sensorio-motriz, hasta llegar a las habilidades sociales y las cognitivas. En este desarrollo tiene gran importancia las experiencias o atenciones tempranas, en especial en el proceso de adquisición de lenguaje y vocabulario [7].

"Se entiende por Atención Temprana el conjunto de intervenciones, dirigidas a la población infantil de 0-6 años, a la familia y al entorno, que tienen por objetivo dar respuesta lo más pronto posible a las necesidades transitorias o permanentes que presentan los niños con trastornos en su desarrollo o que tienen el riesgo de padecerlos. Estas intervenciones, que deben considerar la globalidad del niño, han de ser planificadas por un equipo de profesionales de orientación interdisciplinar o transdisciplinar" [8].

La intervención o atención temprana juega un papel muy importante en el área del lenguaje, durante el transcurso de la vida de un niño, abordando el tema del componente léxico-semántico que contribuirán al desarrollo de los desafíos lingüísticos que serán parte de la persona a lo largo de su vida, tanto familiar como escolar.

El desarrollo del lenguaje en los seres humanos se manifiesta en dos etapas: la primera que es la etapa pre lingüística en la cual se dan las primeras manifestaciones con un carácter no propiamente lingüístico, entre ellas están los balbuceos. La segunda es la etapa lingüística, que da inicio una vez completado un año aproximadamente, en esta etapa se da a lugar a la pronunciación de las primeras palabras, así como al inicio del desarrollo de todos los componentes que conforman el lenguaje [9].

Para comprender de mejor manera el desarrollo del componente léxico-semántico, en [9] ofrecen una síntesis de las etapas de este desarrollo mediante características específicas según las edades, partiendo desde los 12 meses hasta los 4 años, debido a que los autores de dicha investigación se centran en niños con edades entre 3 y 4 años y que además manifiestan que las primeras emisiones de palabras empiezan aproximadamente a los 12 meses, concluyendo con las siguientes etapas:

12-18 meses: Aparecen las primeras palabras, mismas que son acompañadas con gestos. Además de que reflejan relaciones entre él y los objetos, adquieren pronombres "yo", "eso", vocabulario compuesto básicamente de nombres. También se da lugar a los sonidos onomatopéyicos [9].

18 - 24 meses: Los niños les dan significados a las palabras, asociando los mismos con una idea o significado que ellos mismos se han formado sobre dichas palabras. Además de que se va añadiendo a su vocabulario la presencia de adjetivos y verbos [9].

24 - 30 meses: Las palabras dan paso a las frases de 3 o 4 palabras que no necesariamente tienen un orden correcto. Se da lo que son los enunciados compuestos con significado léxico, sin usar aún las palabras gramaticales o funcionales, además del aprendizaje de verbos relacionados a experiencias significativas. Al final este periodo el niño puede tener un dominio de 400 a 500 palabras [9].

30 - 36 meses: en esta etapa se da un aumento en su vocabulario tanto en cantidad como variedad de las categorías de las palabras, sobre todo los verbos. Los enunciados son más completos tomando un orden más correcto, y ya pueden incluir más de una relación semántica [7].

3 - 4 años: Los niños realizan de forma correcta preguntas y oraciones, , puesto que aprenden a usar pronombres, interrogaciones, preposiciones de localización y relaciones temporales [9].

5.2. Campos Semánticos

Los Campos semánticos son un conjunto de palabras relacionadas entre sí, gracias a la misma categoría gramatical a la cual pertenecen y de la cual comparten su significado.

"El campo semántico queda definido por el sema o los semas que comparten todas las palabras que pertenecen a él: el cuadro de la página anterior refleja el campo semántico de los vehículos que pueden ser conducidos por menores de edad" [10].

"La teoría de los campos semánticos es uno de los logros más importantes en los estudios semánticos modernos. De acuerdo con esta teoría, entendemos que las palabras en el lenguaje son auto sistemáticas, aunque el número es muy grande" [11].

De acuerdo con esta teoría, podemos sintetizar que el campo semántico, engloba palabras bajo un concepto común. Se puede tomar como ejemplo el concepto de animal, o familia; dentro de la primera opción se podría tener los siguientes, como gato, perro, caballo, tigre, elefante, etc.; en la segunda opción se podría tener los siguientes como: padre, madre, hijo, hija, abuelo, etc. Lo que se pretende recalcar con esto es que las palabras en el mismo campo semántico son interdependientes y están indeterminados, pero para reconocer el significado de una de ellas hay que entender su relación con otras palabras y sobre todo su posición en el campo semántico.

Hoy en día, diversos estudios se centran en potenciar el desarrollo en el componente léxico - semántico de niños y niñas preescolares, mediante la aplicación de test de vocabularios u otras herramientas psicológicas, para ello optan por determinados campos semánticos a evaluar o enseñar a los menores de edad.

En [12] se manifiesta que la educación preescolar debe centrarse en la consecución activa y creativa del aprendizaje en los niños, proceso en el cual toma un gran papel el desarrollo de la lengua; es en la escuela en donde se propicia el enriquecimiento de sus habilidades. Frente a todo esto los autores de este trabajo tienen como objeto el componente léxico y proponen el aprendizaje del vocabulario por medio de los campos semánticos, para lo cual se tomaron los siguientes: ropa, plantas y medios de comunicación, con el fin de conocer la disponibilidad que tiene el preescolar con respecto a dichos campos y planificar el vocabulario que queda por enseñar. Además, plantean el siguiente dato a tomar en cuenta:

"La maestra de escolar tiene en sus manos, la responsabilidad de facilitar el acceso a un código de lengua elaborado y el trabajo con campos semánticos es una alternativa por considerar" [12].

5.3. Aplicaciones (móviles) de soporte al desarrollo léxico - semántico

Hoy en día la tecnología se ha convertido en uno de los pilares fundamentales y de apoyo en la educación, como herramientas mediadoras del proceso enseñanza - aprendizaje que pasan a ser usados por maestros y alumnos, tal y como como se explica en [13], que consideran a la tecnología en la educación como una forma de inspirar en los estudiantes el interés y la motivación por el aprendizaje, "originando beneficios tanto en la comprensión y acumulación de conocimientos, como en la capacidad y habilidad de usar la tecnología" [13].

Los niños y niñas pueden ser beneficiados por la tecnología, siempre y cuando esta sea aplicada de forma adecuada. Esta tecnología reflejada como recursos multimedia, videos, presentaciones o aplicaciones lúdicas (videojuegos) que estén implementadas en ordenadores o dispositivos móviles, ayudan a la preparación de niños y niñas para enfrentarse a la era de la información y avance tecnológico que actualmente se vive.

Entre las aplicaciones educativas, está SENIP [14], que se trata de un software educativo diseñado para niños en edad preescolar con el objetivo de mejorar sus destrezas cognitivas. Según los autores de dicho trabajo este software le permite al niño obtener conocimiento y a la par reforzar sus actividades mentales y cotidianas, y a los educadores o especialistas en la educación mediante esta herramienta, les sirve como apoyo en la enseñanza y estimulación en distintas áreas de desarrollo en niños de temprana edad. Además, SENIP también cuenta con una guía didáctica, un registro de las actividades realizadas y un módulo para el análisis del desempeño del niño.

En [15] se presenta a VISP (Videos for Speaking), el cual se trata de una aplicación móvil de fácil acceso y simple manejo, tal y como lo explican sus autores en dicho artículo, esta herramienta se centra en el apoyo a los estudiantes de inglés como lengua extranjera con el fin de mejorar su idiomaticidad (léxico, fraseología, sintaxis) en la producción oral, solicitando a los usuarios, realizar una descripción hablada acerca de un clip mediante una tarea comunicativa.

"Este software está basado en un repaso a lo que se ha hecho hasta ahora en el campo de la enseñanza de lenguas basada en dispositivos móviles (a la que nos referimos como MALL, del inglés Mobile Assisted Language Learning) y una descripción de los principios básicos de la Audiodescripcion" [15].

También tenemos a SpeechViewer III, como se explica en [14], esta herramienta contiene un conjunto de ejercicios, pensados directamente para pacientes con trastornos en el lenguaje, la audición, y el habla. Esta aplicación es útil para personas que deseen modificar su inflexión y mejorar su pronunciación y calidad vocal, ejercitando las características de la voz como son: el tono, la intensidad, la duración y la sonoridad; gracias a la retroalimentación tanto visual como auditiva que la herramienta posee, para de esta manera tener conocimiento sobre los errores. Las actividades que presenta este software son las siguientes:

Cuadro 5.1: Listado de actividades que componen la aplicación SpeechViewer III [1]

Otra de las herramientas que trata sobre el desarrollo fonético, y trastornos del habla es ADACOF, esta aplicación ha sido desarrollado como proyecto final de tesis por estudiantes de la "Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Cuenca". En [16], los autores dan a conocer la propuesta de este programa, considerándolo como un nuevo enfoque para dar soporte en la terapia del lenguaje, usando como apoyo las TIC "tecnologías móviles". Además, confirman la utilidad que se puede dar al software en las sesiones de terapia con los niños que tienen trastornos del habla u otras patologías asociadas como parálisis cerebral o autismo.

Esta aplicación móvil desarrollada en Android está compuesta de 5 módulos que son: Módulo de ejercicios fonatorios orientados a la practica del soplo y respiración, módulo de ejercicios logo cinéticos que están relacionados al movimiento de la boca, módulo de ejercicios de percepción que permite captar y lograr la atención de la forma y sonido de las letras, módulo del cuaderno de articulación que esta orientada al aprendizaje de los fonemas y finalmente el módulo de construcción de oraciones.

"Además, el sistema cuenta con módulos de gestión de datos y de registro del TAR mismo que está compuesto por dos evaluaciones: el TAR (test de articulación repetitivo) en el cual se registra el progreso de los niños en cuanto al tema de articulación, además se evalúa si en las palabras emitidas por los niños existe sustitución, omisión o agregación de elementos lingüísticos. Por otra parte, está el TAE en el cual se emplea láminas ilustrativas que le

permiten al terapista identificar el resultado de la pronunciación del niño al ver la lámina" [16].

Con el fin de analizar y evaluar su propuesta, los desarrolladores de dicho proyecto realizaron una prueba inicial con 32 niños del "Instituto Piloto de Integración del Azuay" (IPIA), a los cuales se les aplicó el TAR. Los elementos fonológicos que incluye el TAR son los fonemas, los difonos vocálicos, los difonos consonánticos y las oraciones; concluyendo con un análisis de notas promedio de los errores obtenidos por los 32 niños, mediante una grafica de barras con los porcentajes de errores obtenidos por cada elemento fonológico [16].

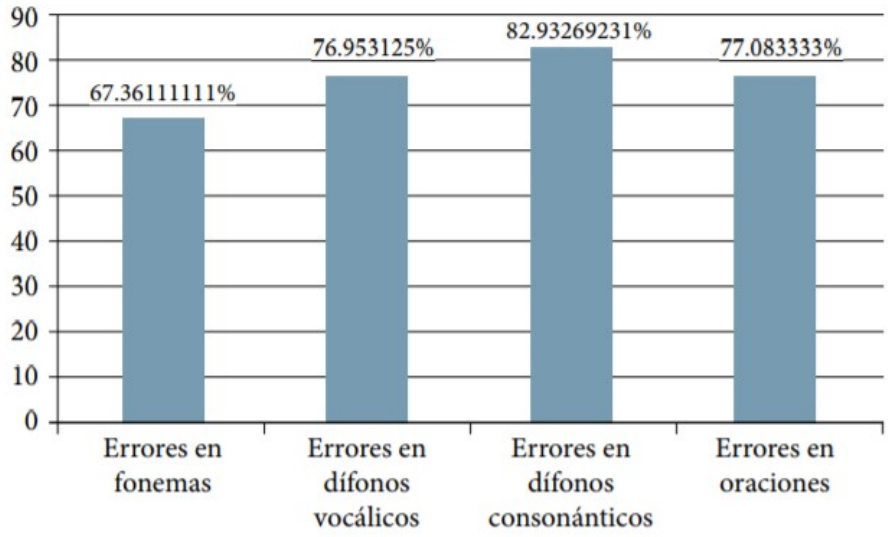


Figura 5.1: Análisis de notas promedio de los errores obtenidos por los 32 niños [16].

Curiosityville, es otra de las aplicaciones lúdicas orientadas al aprendizaje de los niños, este software fue creado por Susan Magsamen y se basa en la biología de lo que ha sido el aprendizaje de los niños hasta el día de hoy, esta aplicación fue creada para niños de 3 a 7 años de edad, con el objetivo de cultivar en ellos la curiosidad y la pasión por el aprendizaje, además que se trata de un sistema apoyo a los educadores o terapistas, que se enfocan en el área de la educación inicial [17].

Esta aplicación además se encarga de la recopilación de datos con un motor analítico que proporciona información en tiempo real, sobre los avances de qué y el cómo aprenden los niños, además aporta con recomendaciones personalizadas para los terapistas encargados de la enseñanza, con actividades prácticas e interactivas [17].

Otra de las herramientas a mencionar es Speech Sounds On Cue, la misma que esta orientada a la terapia del lenguaje, apropiada para la articulación del habla, Apraxia / Dispraxia, la producción del habla y recuperación de palabras; este software posee movimientos y señales para fonemas individuales que son los sonidos de las palabras completas. Tal y como lo plantean sus desarrolladores "este software es especialmente útil para aquellos que necesitan escuchar y ver un sonido emitido, por ejemplo, pacientes con dificultad de articulación, posiblemente debido a la apraxia del habla (apraxia verbal u oral que afecta el habla)" [18].

5.4. Sistemas expertos como herramientas de soporte en el desarrollo léxico – semántico

Hoy en día resulta imprescindible el apoyo en la toma de decisiones, en especial en los diagnósticos en cuanto a trastornos, enfermedades o necesidades a solventar o tratar. Ante estas necesidades se han venido desarrollando y dando uso a lo que son los sistemas de apoyo a la toma de decisiones que se basan en sistemas expertos, que, tomando como base, reglas o hechos planteados por profesionales en el área, ofrecen planes de acciones a llevar a cabo, que relacionados a nuestro proyecto vendrían a ser planes de terapia que servirán para cubrir o mejorar la situación en la que se encuentra un determinado paciente o usuario a tratar.

En [19], se presenta una nueva propuesta de un sistema experto, para la generación de planes de terapia, para trastornos en la comunicación de los niños. Esta propuesta según explican los autores en dicho artículo se basa en el procesamiento del lenguaje natural, clasificación mutietiqueta y clustering. Con esta Propuesta que el profesional del área o terapista pueda planificar de manera efectiva procesos de rehabilitación para los pacientes, con el fin de ofrecer una atención favorable, a un gran número de personas posibles.

En el proyecto planteado en [19], se ha utilizado una base de datos que contiene 53 casos reales de niños de 1 a 7 años de edad, datos que han sido recopilados por el "grupo de Investigación de Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GIIATA), de la universidad politécnica Salesiana de Cuenca". Estos casos se han obtenido de tres instituciones principales que son: IPCA (Institutos de parálisis cerebral del Azuay), CEDEI School y la fundación "General Davalos" todas estas pertenecientes a la ciudad de Cuenca. Hay que recalcar que el sistema ha sido probado en caos reales de niños con trastornos en la comunicación.

Para la experimentación y validación del sistema los desarrolladores plantean lo siguiente:

"A los trastornos de la comunicación les agrupamos en 5 áreas que son audición, formulación lingüística, estructura y función oral, comprensión de lenguaje y lenguaje expresivo y articulación, logrando resultados prometedores con una tasa de acierto superior al 90 %, verificadas y validadas por fonoaudiólogos expertos" [19].

APLo es un sistema experto que esta destinado a ser utilizado por profesionales que trabajan en el tema aprendizaje del lenguaje oral, además del fortalecimiento de las capacidades en niños de edades de entre 4 y 7 años. APLo posee conocimientos de expertos en el análisis del lenguaje oral, dicho sistema ha sido desarrollado mediante un enfoque híbrido, que une reglas simbólicas y redes neuronales para de esta manera representar el conocimiento que tendría dicho sistema [20].

Otro Sistema Experto a mencionar es SPELTA cuyo significado es el de "SPEech and Language Therapy Assistant" o Asistente en terapias de habla y Lenguaje. En el artículo SPELTA: An Expert System to generate therapy plans for speech and language disorders [21], publicado por la revista Expert Systems with Applications, se da a conocer esta propuesta que tiene como objetivo, generar automáticamente planes de trabajo con actividades orientadas a las áreas de audición, formulación Lingüística, estructura y función oral, lenguaje receptivo

y lenguaje expresivo + articulación. El sistema es un apoyo para los patólogos del habla y el lenguaje, mismos que tienen que discutir con un amplio número de casos relacionados a los trastornos en la comunicación, y que requieren generar planes de trabajo personalizados para un paciente determinado.

"El sistema se basa en una implementación del algoritmo Partition Around Medoids (PAM) para generar grupos de perfiles de materia con dos niveles de granularidad, primero considerando términos de diagnóstico amplios y condiciones médicas, y luego observando las habilidades de comunicación específicas afectadas" [21].

Para la validación de SPELTA, se han realizado las pruebas correspondientes en colaboración con expertos de tres instituciones que brindan educación especial en el Ecuador, obteniendo el 90 % de satisfacción por parte de los expertos en cuanto a la calidad de planes de trabajo obtenidos. Además de los resultados obtenidos, los autores de dicho artículo concluyen con lo siguiente:

"Se descubrió que la agrupación de dos niveles es una característica crucial para diferenciar a las personas que tienen limitaciones similares de habla y lenguaje, pero que surgen de diferentes condiciones médicas y, por lo tanto, requieren un tratamiento diferente" [21].

En conclusión con respecto a este capitulo se puede observar que la mayoría de las aplicaciones y proyectos anteriores se enfocan en el apoyo a los docentes, terapistas o especialistas en el área de la educación, a personas con trastornos en el lenguaje o en la audición. Entre ellos podemos recalcar, las funcionalidades de ADACOF que es una herramienta que según su explicación abarca la mayoría de las funcionalidades de los demás proyectos, presentando módulos de aprendizaje para los pacientes, gestión de datos y recomendaciones para los terapistas.

La propuesta detallada en este proyecto (PikeAprende), al igual que la mayoría de proyectos citados, esta dedicada a los niños y niñas de 2 a 3 años de edad y especialistas en el área de educación inicial, con una aplicación lúdica, que cuenta con actividades orientadas al desarrollo léxico semántico de los niños, actividades que se encuentran clasificadas en 12 campos semánticos, además, cuenta con módulos de gestión de datos, reportes basada en minería de datos, apoyo para los terapistas mediante la recomendación de actividades con sus respectivas repeticiones, mismos que se encuentran en una plataforma web, a la cual tienen accesos los terapistas una vez registrados. También cuenta con un modulo de reconocimiento de voz para calificar la pronunciación del niño de acuerdo a las palabras que se le pida pronunciar, puesto que la aplicación lúdica cuenta con un avatar para hacer mas interactiva cada sesión que tenga el niño.

Arquitectura general de la propuesta

6.1. Diseño y Desarrollo del Sistema

6.1.1. Requerimientos para el Desarrollo del Sistema

Como un dato inicial debemos saber que el sistema está enfocado para ser un apoyo terapéutico en niños de 2 a 3 años que manifiestan problemas en el componente léxico-semántico del lenguaje.

Por lo cual, se llegó a trabajar conjuntamente con profesionales de las áreas de educación inicial y estimulación temprana; los cuales nos pudieron proporcionar información precisa en cuanto a los requerimientos que debía tener el sistema, para que este pueda llegar a cumplir las necesidades planteadas en este proyecto.

El aporte ofrecido por parte los psicólogos educativos fue fundamental, ya que nos permitió saber con exactitud que parámetros y métricas debían estar automatizados tales como: composición del juego, registros de los niños, sistema de recomendación base.

6.1.2. Diseño y construcción de la arquitectura tecnológica del sistema

El sistema fue diseñado y desarrollado como una aplicación lúdica multiplataforma (web y móvil - Android), puesto que está enfocado a dos tipos de usuarios, la parte web está dirigida así los terapistas que tienen funciones administrativas de la información de los niños que tengan registrados; la parte móvil en cambio está enfocada hacia el niño en donde se encuentra un juego con diferentes módulos educativos de campos léxicos – semánticos.

En la parte del servidor tenemos alojado el servidor de aplicaciones Wildfly 10.0.1 y la base de datos PostgreSQL 9.6. Para el desarrollo web se utilizó Java EE ya que es una potente herramienta para el desarrollo de aplicaciones web, además se hizo uso de lenguajes adicionales como Javascript y de frameworks como JSF, Bootstrap y Primafaces.

En el servidor se encuentra además la parte de la minería de datos, la cual fue desarrollada en Python ya que es un lenguaje de programación que nos permite usar librerías tales como: numpy, pandas, matplotlib; permitiéndonos que el desarrollo de la minería de datos sea de una forma más ágil y dinámica.

En el servidor también se encuentra un sistema recomendador desarrollado en Clips, la cual es una herramienta enfocada para la implementación de sistemas expertos; la misma que nos permite modelar el conocimiento humano en reglas.

6.1.3. Especificaciones técnicas del Sistema

El sistema consta de un servidor para la parte de la aplicación web y de un smartphone para la aplicación móvil (juego), por lo tanto a continuación se detallará los requerimientos de hardware y software de los tipos de equipos que se utilizaron para desarrollar este proyecto.

6.1.4. Especificaciones de hardware

El servidor ha sido implementado en un ordenador personal:

- Procesador: Intel Core I7
- Memoria RAM: 16GB
- Disco Duro: 1TB

La aplicación móvil (juego) se implementó en una Tablet de gama media.

- Procesador: Qualcomm Snapdragon 410
- Memoria RAM: 1.5GB
- Espacio de almacenamiento: 1gb

6.1.5. Especificaciones de software

El servidor se ejecuta bajo el siguiente software:

- Sistema Operativo: Ubuntu 16.04

La aplicación móvil (juego) se ejecuta bajo el siguiente software:

- Sistema Operativo: Android

6.1.6. Herramientas de software elegidas para el desarrollo

Para el desarrollo del sistema se ha hecho uso de diferentes herramientas de software las cuales detallaremos a continuación:

Herramienta	Versión	Sitio de descarga
Ubuntu	16.04	https://www.ubuntu.com/download/desktop
Clips	V6.4	Gestor de paquetes Ubuntu
PostgreSQL	9.5	https://www.postgresql.org/download/
Python	3.5	Gestor de paquetes Ubuntu
Pandas	0.23.0	https://pandas.pydata.org/
Eclipse	4.7.3	https://www.eclipse.org/downloads/packages/release photon/r/eclipse-java-photon-r
Wildfly	10.1.0.Final	http://wildfly.org/downloads/
JBoss Tools	4.5.3.Final	http://marketplace.eclipse.org/content/jboss-tools?mpc=true&mpc-state=
Bootstrap	4.0	https://getbootstrap.com/docs/4.0/getting-started/download/
Primefaces	6.0	https://mvnrepository.com/artifact/org.primefaces/primefaces
JavaScript	9.0.1	Gestor de paquetes Ubuntu
Gdevelop	4.0	Gestor de paquetes Ubuntu

Cuadro 6.1: Herramientas utilizadas, con su respectiva versión

6.1.6.1. Java

Hoy en día, tenemos que el lenguaje de programación Java es el más utilizado por la comunidad orientada al desarrollo de programas. Java está orientado a la programación de objetos. El lenguaje Java fue creado por la empresa Sun Mycrosystems, para funcionar en diferentes plataformas.

Para el desarrollo de la aplicación web se utilizó Java como lenguaje de programación ya que este lenguaje nos ofrece diferentes plataformas, tales como Java Enterprise Edition que nos permite crear plataformas web.

6.1.6.2. Clips

"Clips es una herramienta que permite la construcción de sistemas expertos basados en reglas y/o objetos" [22]. La herramienta fue creada por el Centro Espacial Joson de la NASA en el año de 1984 [22].

La herramienta Clips ha sido elegida para el desarrollo del prototipo del sistema experto de nuestro sistema, ya que Clips nos ofrece diferentes características que pueden ser aprovechadas

por nuestra aplicación tales como:

- Programación basada en reglas y/o objetos, modela de mejor manera el conocimiento adquirido para la aplicación.
- Permite el manejo de archivos para lectura y escritura, lo cual facilita tener un medio de comunicación al exterior.
- Permite ser llamado desde el exterior a través de un lenguaje procedural, mediante el uso de funciones específicas.

6.1.6.3. Python

"Python es un lenguaje de programación interpretado orientado a objetos" [23]. Este lenguaje de programación nos permite trabajar con grandes cantidades de datos, lo cual es ideal para realizar funciones que realicen minería de datos.

El uso de este lenguaje de programación para el desarrollo de la parte de la minería de datos en el sistema que desarrollamos fue muy importante ya que nos permite hacer uso de librerías que nos facilitan el análisis de los datos.

6.1.6.4. Gdevelop

Gdevelop es un motor de juegos gratuito y multiplataforma, que permite la creación de juegos en HTML5 para Windows y Linux. No se requiere habilidades de programación para la utilización de este software [24].

La elección de este motor de juegos para el desarrollo del video juego "Pike Aprende", se ha debido a que este software nos facilita la creación del juego a través de todos los elementos de desarrollo, además permite el uso de javascript y la exportación a HTML5.

6.1.6.5. PostgreSQL

"PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional de objetos, de código abierto, desarrollado por el departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de California en Berkeley" [25].

El uso de este gestor de datos nos permite el almacenamiento de toda la información registrada por los usuarios del sistema; se almacenara información del terapista, información de los niños a ser tratados por el terapista y puntuaciones que el niño obtenga en cada una de las actividades del juego.

6.1.6.6. Paquetes adicionales

Para el desarrollo de algunas funcionalidades que ofrece el sistema se tuvo que integrar diferentes librerías externas al entorno del lenguaje de programación que se utilizó.

Reportes PDF – jasperreport-6.0.3 "Esta es una librería de java de código abierto que facilita a los desarrolladores la tarea de generación de reportes desde cualquier tipo de aplicación Java" [24]. El uso de esta librería permite entregar el reporte a la pantalla, impresora o archivos PDF, HTML, XLS, CSV y XML [26].

Componente Visual – primefaces-6.1 El componente visual primefaces es una librería de java de código abierto que se integra al conjunto Java Server Faces para facilitar la creación y el diseño de aplicaciones web [27]. Esta librería fue desarrollada por Prime Technology, "los componentes de primeface cuentan con soporte nativo de Ajax" [27], pero siempre se tiene que indicar al componente sobre el evento de actualización.

Control de acceso HTTP – cors-filter-2.6 El uso de esta librería nos permite hacer solicitudes de recursos de origen cruzado, es decir que desde un origen distinto al dominio de nuestro servidor se puedan acceder a los recursos que el user agen tiene permiso a acceder como ejemplos los web services de login, envió de puntajes [28].

6.1.7. Diagramas de Casos de Uso

Mediante los diagramas de casos de usos podemos indicar al usuario el funcionamiento del sistema, ilustrando cada una de las etapas o transiciones que el usuario puede llegar hacer dentro del sistema y/o aplicación.

- Caso de uso: Registro de Terapista en el Sistema.

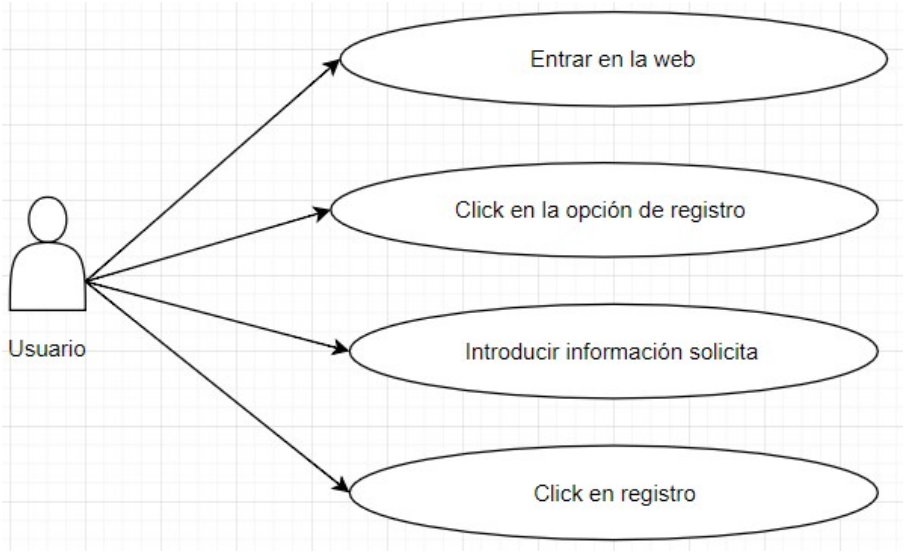


Figura 6.1: Casos de Uso, Registro de Terapista.

Rol Usuario (Terapista)	
Terapista	Entrar en la página web. Clic en la opción de Registro. Introducir información solicitada. Clic en registrar.
Datos	
Entrada	Nombre, Apellido, Cedula, UserName, Password
Salida	Validaciones, página de registro.

Cuadro 6.2: Registro de Terapista, Registro de Terapista

- Caso de uso: Inicio de Sesión del Terapista al Sistema.

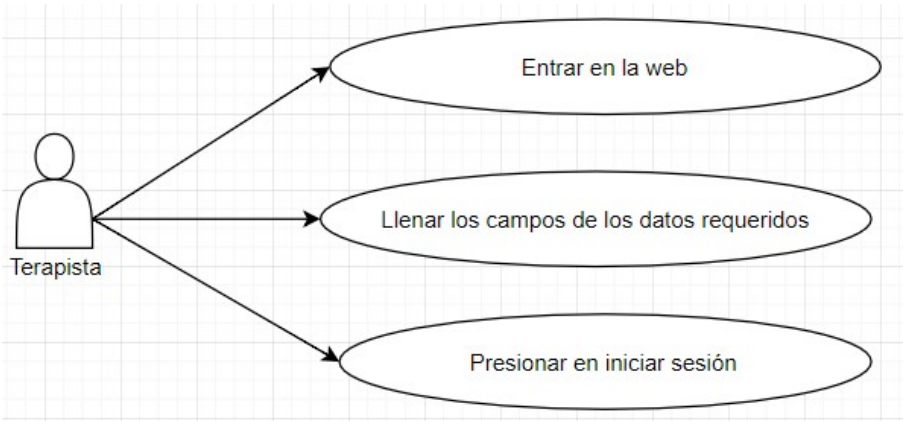


Figura 6.2: Casos de Uso, Iniciar Sesión.

Rol Usuario (Terapista)	
Terapista	Entrar en la página web. Clic en la opción de Registro. Introducir información solicitada. Clic en registrar.
Datos	
Entrada	Nombre, Apellido, Cedula, UserName, Password
Salida	Validaciones, página de registro.

Cuadro 6.3: Caso de Uso – Iniciar Sesión.

- Caso de uso: Terapista Dentro del Sistema – Registro del Niño.

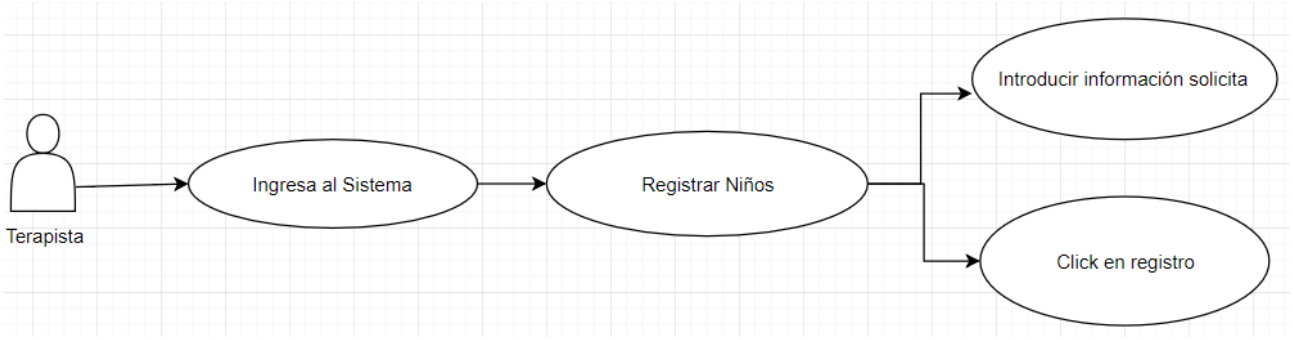


Figura 6.3: Casos de Uso– Registro del Niño, Terapista – Registro del Niño.

Nombre	Registrar Niños
Actor	Terapista
Precondiciones	Actor previamente registrado Actor dentro del sistema
Flujo Normal	Actor accede a la página principal Actor ingresa sus credenciales para entrar al sistema Si la credenciales son válidas, el usuario ingresa al sistema Elige la opción del menú superior de "**ingresar niño**", completamos todos los campos necesarios del formulario, le damos clic en registrar.
Post condición	Terapista registra un niño al sistema

Cuadro 6.4: Caso de Uso – Terapista Registro del Niño.

- Caso de uso: Terapista Dentro del Sistema – Listar Niños.

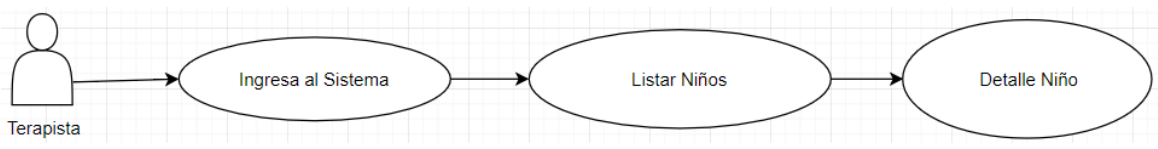


Figura 6.4: Casos de Uso, Terapista Listar - Detalle Niños.

Nombre	Listar Niños
Actor	Terapista
Precondiciones	Actor previamente registrado Actor dentro del sistema
Flujo Normal	Actor accede a la página principal Actor ingresa sus credenciales para entrar al sistema Si la credenciales son válidas, el usuario ingresa al sistema Elige la opción del menú superior de "**listar niños**", se le muestran todos los niños que tenga registrado el terapista.
Post condición	Se listan todos los niños registrados por el terapista en el sistema, se puede ver un detalle de puntajes obtenidos de cada uno de los niños.

Cuadro 6.5: Caso de Uso – Terapista Listar Niños.

- Caso de uso: Aplicación móvil (Juego)

El diagrama de casos de uso de la aplicación proporciona un panorama general de los procesos de la aplicación incluyendo los personajes que interactúan directamente con estos.

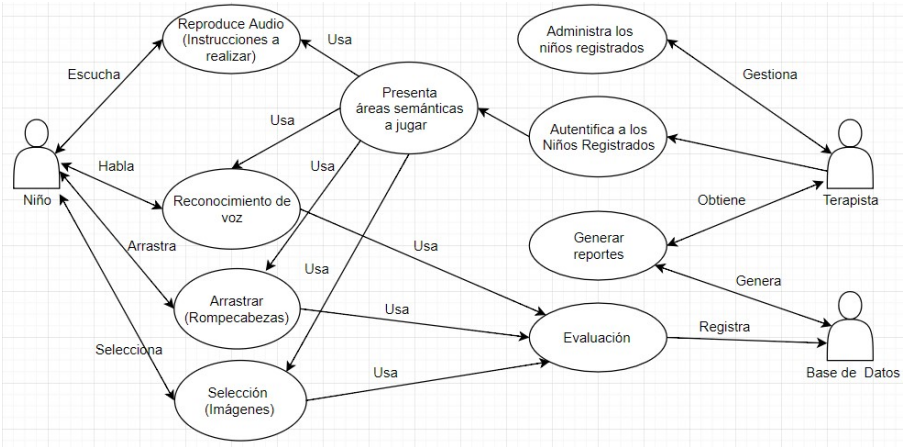


Figura 6.5: Casos de Uso, Aplicación Móvil.

6.1.8. Diagramas de Secuencias

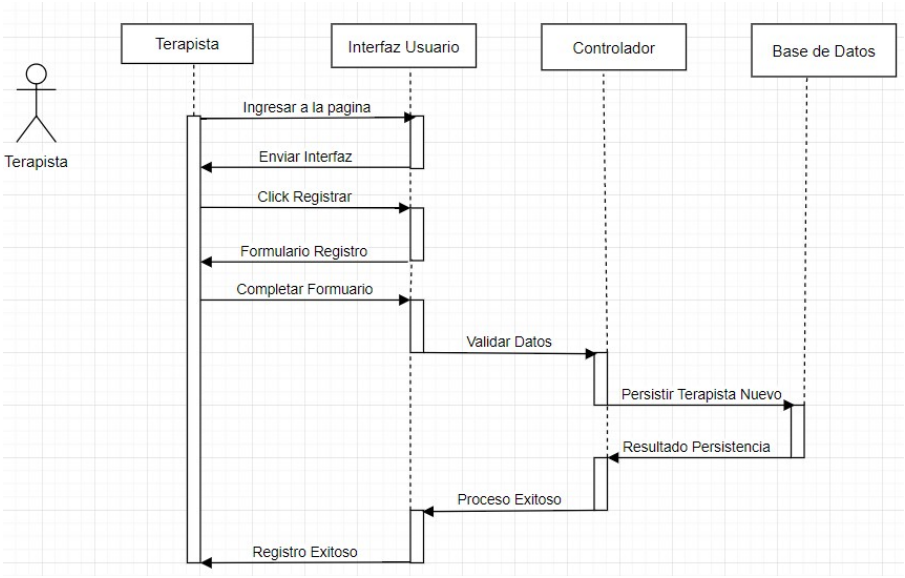


Figura 6.6: Diagrama secuencias – Registro de Terapista.

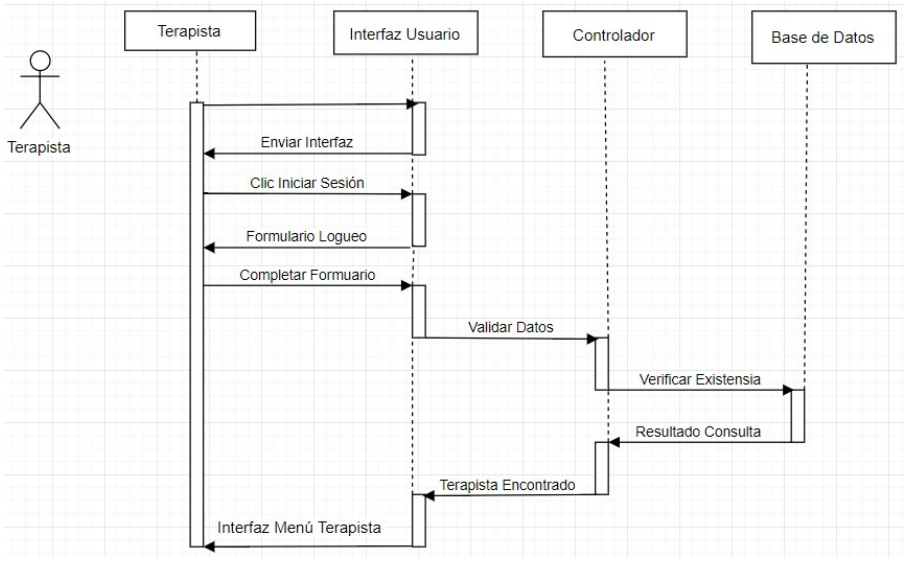


Figura 6.7: Diagrama secuencias – Iniciar Sesión.

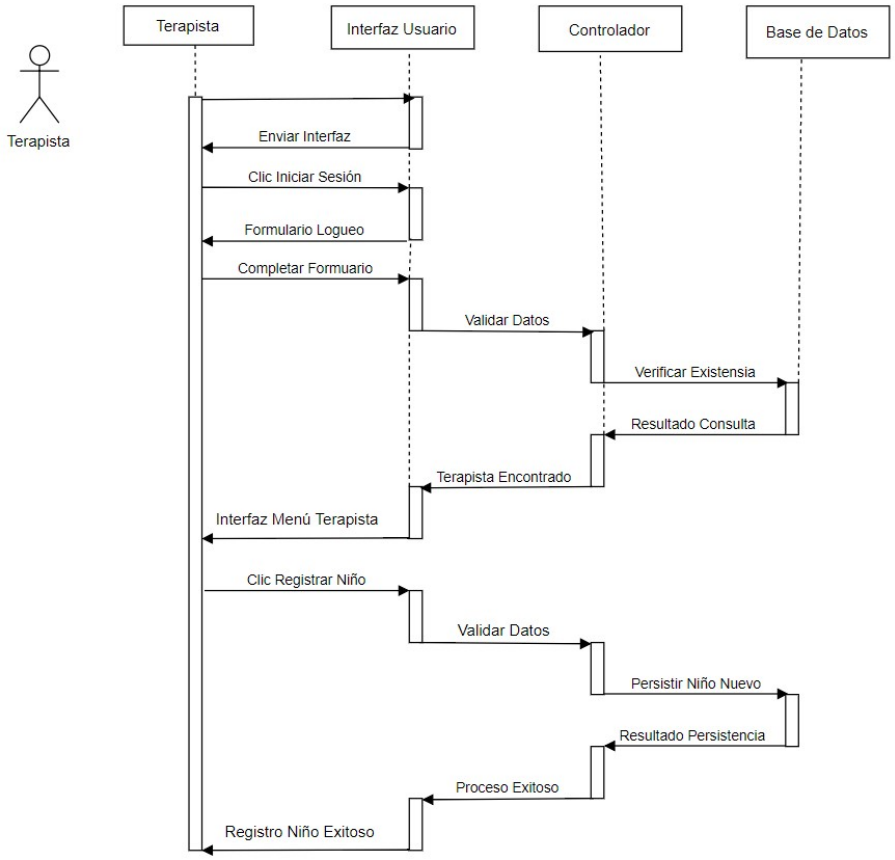


Figura 6.8: Diagrama secuencias – Terapista-Registro Niño.

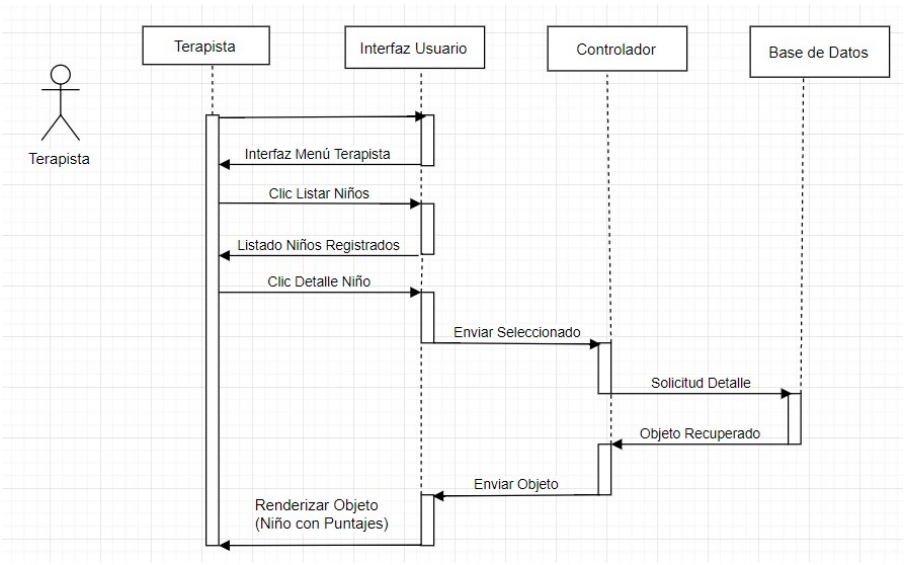


Figura 6.9: Diagrama secuencias – Registro de Terapista - Listar Detalle Niño.

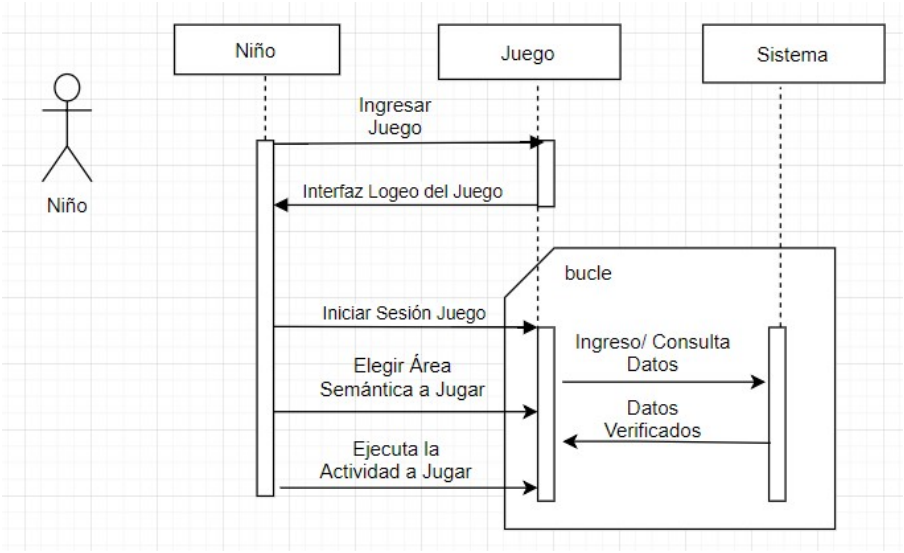


Figura 6.10: . Diagrama secuencias – Aplicación Móvil.

6.2. Diseño e Implementación del módulo Central

En el Módulo de Administración Central se encuentran todas las funciones que permiten la gestión de la información que se maneja dentro de la aplicación; este módulo se encarga de la administración completa del sistema como el registro de información, consultas de datos, almacenamiento de datos, reportes y recomendaciones.

En la estructura del módulo central se encuentra todas las capas lógicas que está compuesta la estructura, como se puede apreciar en la figura 6.11, misma que gestiona todos los parámetros y datos que se manejan dentro del sistema, así como la interacción externa con el dispositivo móvil.

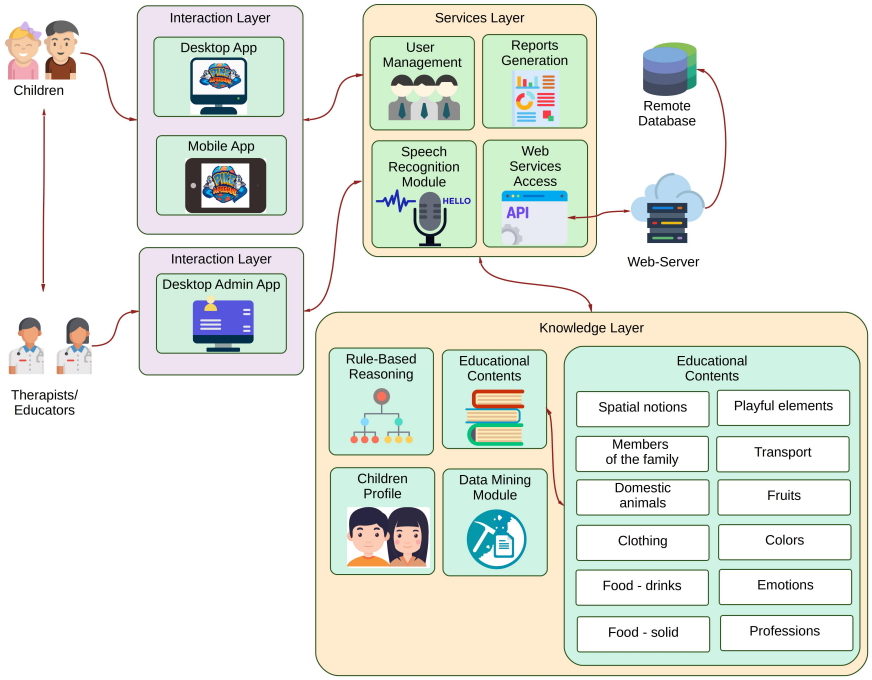


Figura 6.11: Diagrama del Sistema.

6.2.1. Capa de Conocimiento

6.2.1.1. Razonamiento basado en reglas

En esta capa se maneja un sistema experto desarrollado en Clips, el cual nos permitió modelar todo el conocimiento ofrecido de los terapistas involucrados en este proyecto en reglas, el sistema experto se encuentra compuesto de la siguiente manera:

- Definición de plantillas: permite estructurar los datos que se van utilizar dentro del sistema, de manera que se especifica que atributos son necesarios y como se relacionan entre sí.

- Definición de hechos: los hechos representan los valores reales de los atributos que se indicaron en la plantilla y sobre el cual podrá trabajar el sistema, permitiendo realizar las inferencias necesarias para crear el resultado de la recomendación.

- Definición en reglas: las reglas permiten definir el camino que el sistema debería tomar, de acuerdo a los datos ingresados de cada hecho que se presente y de restricciones específicas para los diferentes casos a considerar tales como saber si la destreza no está evaluado, está en vías de evaluación o si ya está evaluado para que se den las diferentes la inferencias hasta determinar un resultado.

6.2.1.2. Contenido educativo

En esta capa se maneja todo el contenido educativo didáctico que es presentado en la aplicación lúdica multiplataforma (web y móvil) del juego, el contenido presentado es de 12 campos semánticos (nociones espaciales, miembros de la familia, esquema corporal, animales

domésticos, prendas de vestir, alimentos líquidos-sólidos, elementos lúdicos, medios de transporte, frutas, colores, emociones, profesiones) que se muestran en mini juegos para que el niño interactúe con estos contenidos de una manera didáctica.

6.2.1.3. Perfil de los niños

En esta capa se almacenan todos los perfiles de los niños registrados en el sistema, cada perfil de un niño contiene los siguientes datos: nombre, apellido, usuario, sexo, institución educativa y edad; Permitiendo ordenar a los niños según un perfil y poder usar funciones de análisis datos que recomienden actividades del juego según la destreza que quiera desempeñar el niño.

6.2.1.4. Módulo de minería de datos

El sistema cuenta con un módulo de minería de datos que permita clasificar a los niños según su edad, su habilidad (reconocimiento, arrastrar, aciertos), puntajes obtenidos por actividades del juego (valor obtenido, valor esperado, fallos). Este análisis permite a los terapistas tener una percepción de que actividades e habilidades el niño podría reforzar en su aprendizaje a través del juego.

Como hemos mencionado, en el proyecto se pretende analizar mas de una variable, por lo cual estamos hablando de datos multidimensionales, y como se plantea en [29], " la visualización de datos multidimensionales es un proceso complejo en comparación con visualizar datos bidimensionales o tridimensionales. Esto se debe a la complejidad de la geometría del hiperespacio que es difícil de comparar con el espacio tridimensional comúnmente experimentado".

Como se explica en dicho artículo visualizar los datos hiperdimensionales, resulta muy difícil y se puede lograr esta visualización a través de métodos de proyección, que generalmente visualizan los datos hiperdimensionales como gráficos significativos en el espacio de dos o tres dimensiones. Es por eso que hemos optado por el uso de la gráfica Andrews o Andrews Plot, la misma que trata de uno de los métodos de proyección que representa los datos multivariados mediante curvas de perfil en dos o tres dimensiones.

En el análisis de datos se generó un diagrama de Andrews, en el cual se planteó la siguiente ecuación 6.1 (donde pp es el perfil de la persona, a es la edad, sf es el campo semántico, sk es la habilidad, sc es la puntuación, msc es la máxima puntuación):

$$pp = a, sf, sk, sc, msc \tag{6.1}$$

la misma que es representada en la función de la transformada de Fourier, donde los coeficientes son los componentes de observación. Para la observación k-dimensional Coef.=(X1, X2, X3,....,Xk), de una gráfica de Andrews, acoplada a nuestro sistema de acuerdo a la ecuación 6.1, tendríamos coef.=(a,sf,sk,sc,msc) con una observación e 5 dimensiones, y utilizamos el diagrama de Andrews (curva de Fourier) en el que la gráfica (t, f(t)), esta en un rango de $-\Pi \leq t \leq \Pi$, en la figura 6.12, se puede apreciar como queda dada la función f(t) de acuerdo a los componentes a analizar de la ecuación 6.1 planteada anteriormente.

$$f(t) = \frac{a}{\sqrt{2}} + sf.\sin(t) + sk.\cos(t) + sc.\sin(2t) + msc.\cos(2t)$$

Figura 6.12: Transformada de Fourier adaptada a la ecuación plateada.

Cabe recalcar que para esta función los coeficientes se van ingresando según la relevancia de cada uno de ellos, en este caso se ha propuesto empezar por la edad(a) como la variable mas relevante.

6.2.2. Capa de Servicios

La capa de servicios es la capa intermedia entre la capa de interfaz del usuario y la capa de conocimiento, esta capa se encarga de recibir la información desde las capas de interacción que tiene el usuario para la introducción de datos, trata los datos de forma internamente, y da una respuesta que es dada por el sistema.

6.2.2.1. Módulo de Gestión de Usuarios

Este módulo se encarga del registro y mantenimiento de datos de los niños y terapistas en el sistema, en primera instancia los terapistas tendrán que registrarse al sistema y estos podrán registrar y gestionar los datos de los niños que vayan a tratar.

6.2.2.2. Módulo de Generación de Reportes

El terapista puede obtener reportes basado en minería de datos, permitiéndole tener información de cuál ha sido el comportamiento de los niños en las diferentes áreas de aprendizaje que tiene el juego.

6.2.2.3. Módulo de Reconocimiento de Voz

Este módulo permite realizar el reconocimiento de voz y la síntesis de la voz del niño, el modulo es aplicado en ciertas actividades de la aplicación del juego en las que se requiere evaluar al niño en su componente léxico – semántico del lenguaje.

6.2.2.4. Módulo de Web Services Access

El módulo de Web Services Access permite acceder a los servicios contenidos dentro de nuestro servidor, de forma que cada que se llama algún contenido desde la aplicación móvil al servidor este pueda darnos alguna respuesta. Entre los servicios incluidos en este módulo tenemos Perfiles, Búsquedas, Reconocimiento de Voz y Guardar Puntajes.

6.2.3. Capa de Interfaz de Usuario

6.2.3.1. Plataforma Web

Para que los terapistas puedan hacer uso de los diferentes servicios que se ofrece en el sistema, se cuánta con una capa que permite la interacción del usuario con el sistema, la misma que se encuentra desarrollada e implementada en una plataforma web. En esta capa que sirve

de interfaz para el terapista, este puede gestionar la información de los niños que estén a su cargo y además puede acceder a la aplicación del juego de manera web.

6.2.3.2. Aplicación Móvil

La ampliación del juego está desarrollada para funcionar también como un aplicativo móvil, el cual puede ser instalado e ejecutado en un teléfono inteligente con un sistema operativo de Android desde la versión 5.0 (Lollipop) en adelante. Esta aplicación cuenta con una interfaz gráfica en la que se presentan diferentes contenidos educativos para que el niño valla desarrollando de una manera interactiva.

6.3. Especificación detallada de los Componentes Principales

6.3.0.1. Especificación de la Base de Datos

La base que se utilizó en este proyecto fue postgreSQL ya que es libre, rápida, portable y permite el manejo de grandes cantidades de información; por lo que se llevó a tomar la decisión de utilizar este tipo de base para el almacenamiento de toda la información que se tratara dentro de nuestro sistema. A continuación detallaremos cada una de las tablas que se manejaron para cumplir los requerimientos de nuestra aplicación:

- Niño: En esta tabla se guardará toda la información del perfil del niño.
- SesionJuego: En esta tabla se guardará información acerca de las sesiones de juego que haya tenido el niño.
- TerapistaNiño: En esta tabla se almacenara información de cuál es el terapista que atiende al niño.
- Terapista: En esta tabla se almacena toda la información del perfil del terapista.
- Actividad: En esta tabla se encuentra almacenado la información de todas las actividades que contiene el juego.
- Área: En esta tabla se encuentra almacenado la información de todas las áreas que contiene el juego.
- Puntajes: En esta tabla se almacena todos los puntajes que va obteniendo en cada una de las actividades que valla realizando el niño en el juego.

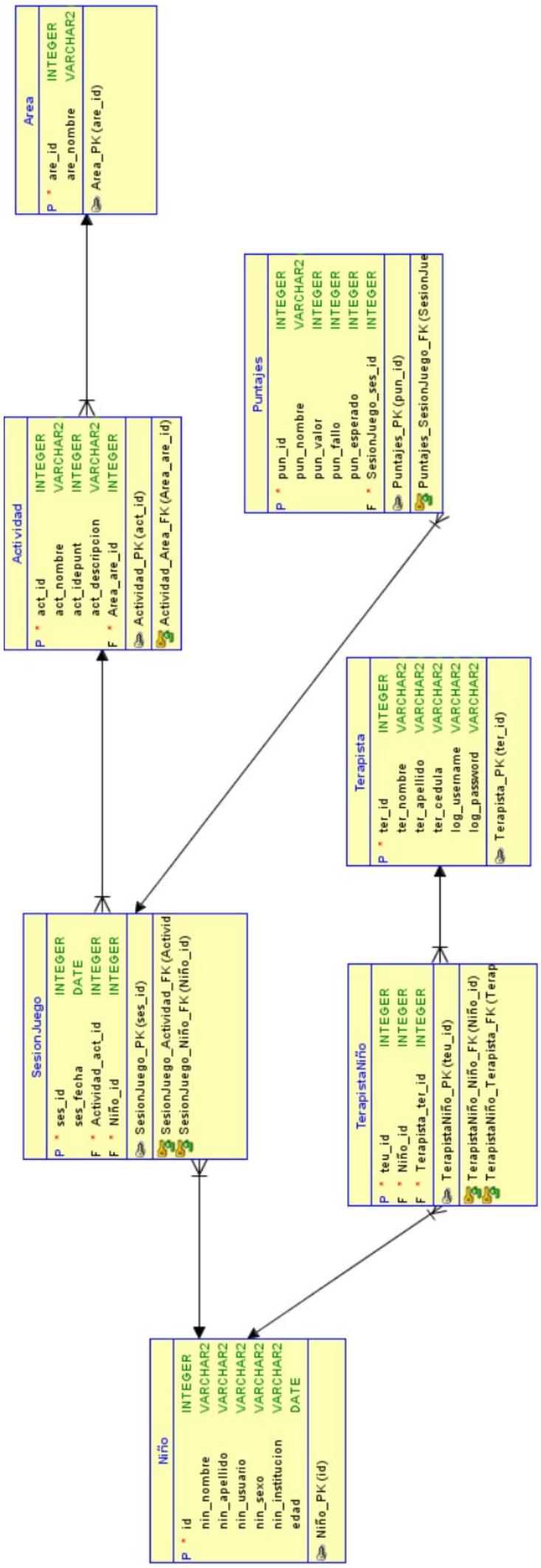


Figura 6.13: Diagrama Entidad Relación del Sistema.

6.4. Aplicación lúdica multiplataforma (web y móvil)

6.4.0.1. Análisis de requerimientos de las Actividades del Sistema

Para la búsqueda y análisis de los requerimientos en esta sección se ha contado con dos especialistas en el área de la educación inicial pertenecientes a la Universidad del Azuay, las cuales han aplicado diferentes metodologías y basándose en el currículo nacional de educación inicial 2014 perteneciente a la ciudad de Cuenca, Ecuador. Se han establecido diferentes actividades centradas en el desarrollo de lenguaje y de otras capacidades, como el reconocimiento de objetos, reconocimiento de nociones, entre otras capacidades que un niño de 2 a 3 años ya debería disponer.

6.4.0.2. Diseño y construcción de la arquitectura tecnológica del sistema

Para la búsqueda y análisis de los requerimientos en esta sección se ha contado con dos especialistas en el área de la educación inicial pertenecientes a la Universidad del Azuay.

6.4.0.3. Clasificación de las actividades por Campos Semánticos y diseño de interfaces

Al igual que en el análisis de requerimientos, la clasificación fue realizada por los especialistas de la universidad del Azuay, expertos en el área, ya que cada actividad ayuda a desarrollar una destreza o habilidad específica en el paciente.

Las actividades están clasificadas en doce áreas, su contenido abarca doce campos semánticos entre ellos se encuentran los siguientes: nociones espaciales, miembros de la familia, esquema corporal, animales domésticos, prendas de vestir, alimentos líquidos-sólidos, elementos lúdicos, medios de transporte, frutas, colores, emociones y profesiones. A continuación, se muestra las los campos semánticos con las diferentes actividades a evaluar y sus interfaces gráficas.

- Menú Principal: Aquí se encuentran los iconos que permiten el acceso a cada área o campo semántico.

Figura 6.14: Interfaz Gráfica del Menú de Actividades de la Aplicación Lúdica.

Cuadro 6.6: Campos Semánticos que componen la aplicación Lúdica.

- La Familia: Este campo semántico esta conformado por 3 actividades, las mismas que son: Reconocimiento de los miembros de la Familia, Tarjetas de los miembros de la Familia y Acciones de los miembros de la familia.

la Actividad 1, trata de una presentación de cada uno de los miembros de la familia, como una introducción del tema para el niño, como se puede apreciar en la Figura 6.15.En esta actividad se implementa el reconocimiento de voz, parte que procede una vez terminada la presentación de los miembros de la familia

La Actividad 2 del área de la familia, se enfoca en el reconocimiento de los miembros de la familia, para lo cual existen tarjetas que ocultan las imágenes de cada miembro

como se observa en la Figura 6.16. Estas tarjetas revelan la imagen de la persona una vez que haya sido seleccionada. Además se implementa la funcionalidad de reconocimiento de voz para que el usuario pronuncie a que miembro de la familia pertenece.

Figura 6.15: Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de La Familia (Reconocimiento y Pronunciación del nombre de cada miembro de la Familia).

Figura 6.16: Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de la Familia (Tarjetas de los Miembros de La Familia).

La Actividad 3 de este campo tiene como objetivo, reconocer las actividades que realizan cada uno de los miembros de la familia, de esta manera se reforzaría lo que es el reconocimiento del miembro familiar y la actividad que el mismo está realizando, que en este caso viene a ser el alimento que se esta sirviendo cada uno de ellos, tal y como se puede observar en la Figura 6.17.

Figura 6.17: Interfaz Gráfica de la Actividad 3 de La Familia (Reconocimiento de los miembros de la Familia en base a las acciones que realizan).

- Partes de la Cara: Completar los elementos de la cara, Rompecabezas de la cara, Canción Partes de la cara.

Actividad 1. Esta actividad consiste en Completar el esquema facial con las respectivas partes que lo componen, como se presenta en la Figura 6.18, además se implementa el reconocimiento de voz para calificar la pronunciación de las diferentes partes.

Figura 6.18: Interfaz Gráfica de la Actividad de Completar las partes de la Cara.

Actividad 2. Esta actividad consiste en armar un rompecabezas conformado por cuatro piezas de la cara de un niño, como se puede observar en la Figura 6.19. De la misma manera que la actividad anterior, esta actividad tiene un limite de tiempo para completar el proceso.

Actividad 3. Esta actividad trata de reforzar el aprendizaje del niño, mediante la implementación de una melodía musical sobre las partes de la cara, además posee

botones que al pulsarlos en cada uno de ellos suena la nota musical correspondiente a la etiqueta del botón, como se puede apreciar en la Figura 6.20.

Figura 6.19: Interfaz Gráfica de la Actividad de Rompecabezas de las partes de la Cara".

Figura 6.20: Interfaz Gráfica de la Actividad Çanción de las Partes de la Cara".

- Los Animales: Reconocimiento y pronunciación del nombre de los animales, Sonidos que hacen los animales.

Actividad 1.- En la Actividad 1 del área de los Animales se hace una presentación de los animales domésticos, como una introducción del tema para el niño, como se observa en la Figura 6.21, en la cual se presenta la interfaz de la actividad con siete imágenes de animales a conocer.

Actividad 2.- La actividad 2 de este campo consiste en seleccionar y arrastrar cada una de las imágenes de los animales domésticos a su silueta o imagen de negro correspondiente, como se muestra en la Figura 6.22.

Figura 6.21: Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de Los animales (Reconocimiento de los Animales).

Figura 6.22: Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Los Animales (Arrastrar y Soltar).

- Prendas de Vestir: Reconocimiento y pronunciación de los nombres de las prendas de vestir.

Figura 6.23: Interfaz Gráfica de la Actividad de Prendas de Vestir.

Actividad 1. Esta actividad consiste en el reconocimiento de los objetos, los cuales para el caso de esta actividad se tratan de las prendas de vestir, permitiéndole al usuario seleccionar la prenda de la cual desea conocer su nombre, como se puede observar en la Figura 6.23, además se implementa el reconocimiento de voz para calificar la pronunciación de las diferentes prendas.

- Emociones: Reconocimiento de las emociones, Ruleta de emociones, Pronunciación del nombre de las emociones.

Actividad 1. Esta actividad consiste en reconocer algunas de las emociones que se presentan en una persona mediante la acción de escuchar y repetir el nombre de dicha emoción. Como se puede observar en la Figura 6.24. En esta actividad se presenta una interfaz con tres emociones (Triste, enojado, Alegre).

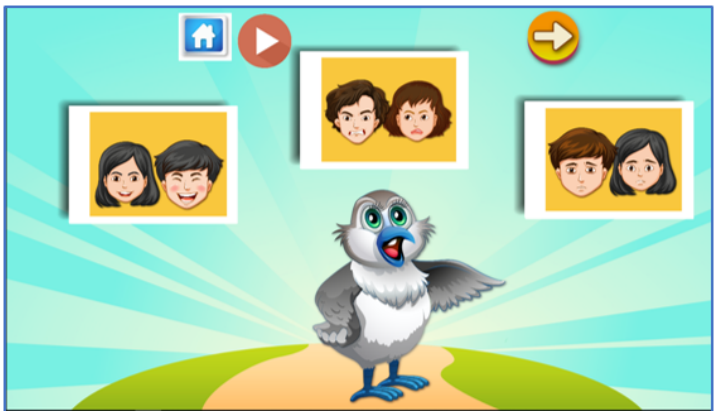


Figura 6.24: Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de Reconocimiento de las Emociones.

La actividad 2 del campo de las emociones le permite al usuario reconocer las emociones que se presentan en las personas, en base a hechos acciones o historias que

se estén dando o que se hayan dado. Para ello se presentan tres imágenes con niños que realizan diferentes acciones y que presentan distintos tipos de emociones, como se puede observar en la Figura 6.25.

Actividad 3. Esta actividad consiste una ruleta de emociones tal y como se muestra en la Figura 6.26. Y permite reforzar los conocimientos obtenidos en las dos actividades anteriores.

Figura 6.25: Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Las Emociones (Emociones en base a Acciones).

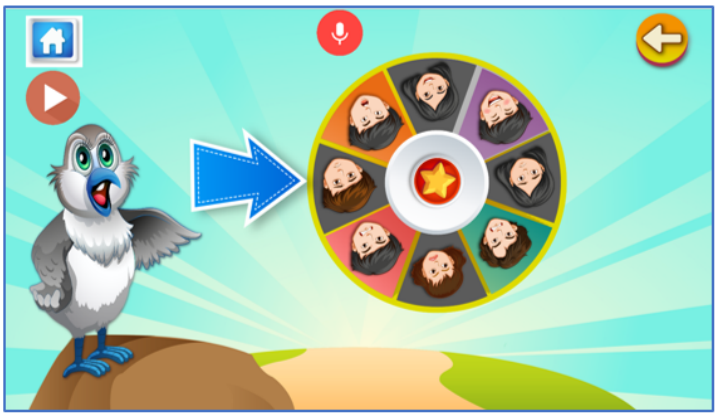


Figura 6.26: Interfaz Gráfica de la Actividad 3 de Las Emociones (Ruleta de Emociones).

- Juguetes: Reconocimiento y pronunciación del nombre los juguetes.

Actividad 1. Esta actividad consiste en el reconocimiento de los objetos, los cuales para el caso de esta actividad se tratan de juguetes, permitiéndole al usuario seleccionar la

imagen del juguete que desee conocer su nombre. También se implementa el reconocimiento de voz para calificar la pronunciación de los nombres de los juguetes. En la Figura 6.27. se puede observar la interfaz de la actividad con cinco juguetes (pelota, oso, rompecabezas, muñeca, carro) en un armario.

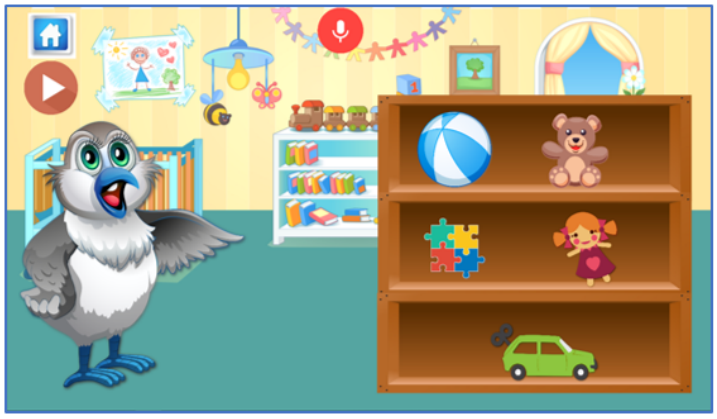


Figura 6.27: Interfaz Gráfica de la Actividad de Los Juguetes.

- Medios de Transporte: Reconocimiento y Pronunciación de los medios de transporte, Reconocimiento del medio de transporte por su sonido.

Actividad 1. Esta actividad consiste en el reconocimiento de los medios de transporte, en base al sonido que realizan. En la Figura 6.28. se puede observar la interfaz de la actividad, en la cual se presentan cuatro medios de transporte (carro, helicóptero, avión, barco) los mismos que estarán en movimiento.

Figura 6.28: Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de Los medios de Transporte (Sonido de los medios de Transporte).

Actividad 2.- Esta actividad consiste en el reconocimiento de los medios de transporte, permitiéndole al usuario seleccionar la imagen del medio de transporte del cual desea conocer su nombre, además se implementa el reconocimiento de voz para calificar la pronunciación de las palabras. En la Figura 6.29 se puede observar la interfaz de la actividad, en la cual se presentan cuatro medios de transporte (carro, helicóptero, avión, barco)

Figura 6.29: Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Los medios de Transporte (Pronunciación del Nombre).

- Frutas: Reconocimiento de las frutas, Búsqueda de las Frutas, Arrastrar y soltar frutas.

Actividad 1.- Esta actividad consiste en encontrar la fruta correcta según, cual sea la solicitud del avatar. En la Figura 6.30. se puede observar la interfaz de la actividad en la cual se presenta tres cuadros con difirentes frutas cada una de ellas.

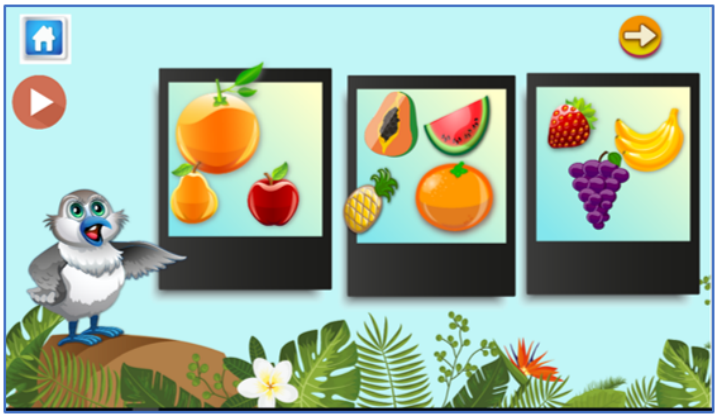


Figura 6.30: Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de Las Frutas (Encontrar las Frutas).

Actividad 2.- Esta actividad consiste en seleccionar y arrastrar cada una de las imágenes de las frutas a su silueta o imagen de negro correspondiente, como se muestra en la Figura 6.31.

Figura 6.31: Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Las Frutas (Arrastrar y soltar).

- Colores: Reconocimiento de los Colores, Reconocimiento de objetos en base al color, Dibujo Libre.

Actividad 1.- Esta actividad consiste en reconocer los colores primarios, para lo cual se ha implementado una actividad de reventar globos dependiendo de un color en específico. En la interfaz de dicha actividad existe un paisaje en el cual comienzan a aparecer distintos globos de diferentes colores como se muestra en la Figura 6.32.

Figura 6.32: Interfaz Gráfica de la Actividad de Los Colores (Reventar Los Globos).

Actividad 2.- La actividad 2 de esta área tiene como objetivo, reconocer el color de algunos de los objetos de nuestro medio, que para este caso son: el sol, una pelota, un

coco, un pato de juguete, una pera y unos crayones, objetos que podemos observar en la Figura 6.33, de esta manera se reforzaría lo que es el reconocimiento de los colores.

Actividad 3.- En esta actividad el usuario puede realizar dibujos o trazos a su libertad. Para ello se le presenta una pizarra en blanco con cinco pinturas de diferente color y un borrador, tal y como se puede observar en la Figura 6.34.
Esta actividad no almacena ningún puntaje en la base de datos, puesto que consiste de trazos al gusto del niño o niña que lleve a cabo dicha actividad.

Figura 6.33: Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Los Colores (Reconocimiento de Objetos).

Figura 6.34: Interfaz Gráfica de la Actividad 3 de Los Colores (Dibujo Libre).

- Profesiones: Vestir al Profesional arrastrando y soltando objetos, Relacionar al profesional con su actividad correspondiente.

Actividad 1.- Esta actividad consiste en vestir a un profesional de forma correcta, para ello se presentan tres profesionales, muy conocidos por los niños (bombero, policía,

doctor), como se puede observar en la Figura 6.35.

Figura 6.35: Interfaz Gráfica de la Actividad 1 de Profesiones (Vestir al Profesional).

Actividad 2.- Esta actividad consiste en asociar al profesional con su transporte u ocupación correcta, para ello se presentan cuatro profesionales: un bombero, una profesora, un policía y un médico, como se muestra en la Figura 6.36, de esta manera el niño o usuario puede conocer y relacionar el profesional, con su ocupación como es en el caso de la profesora o su transporte como es el caso del bombero.

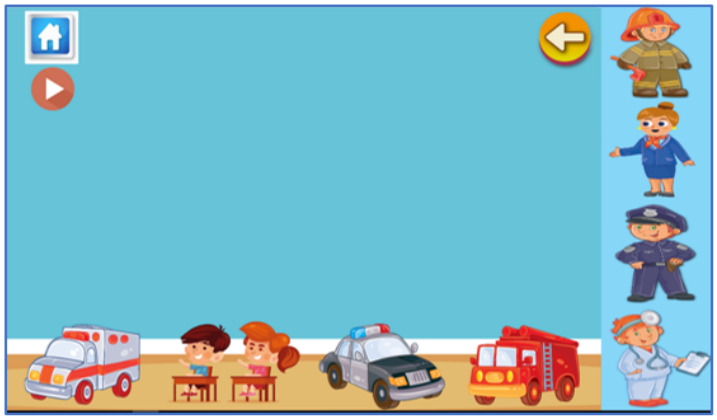


Figura 6.36: Interfaz Gráfica de la Actividad 2 de Profesiones (Arrastrar y Soltar).

- Nociones: Diferenciación entre la noche y el día, adentro y afuera, poco y muchos.

Actividad 1.- Esta actividad consiste en conocer las nociones de que se presentan en nuestro entorno, como son la noche y el día, adentro y afuera, pocos y muchos. Este campo presenta una interfaz por cada noción, en las cuales el avatar solicita al usuario en este caso el niño que señale la imagen o el espacio correcto.

En la primera opción se presenta las nociones: día y noche como se puede observar en la Figura 6.37. En esta parte el avatar solicita al niño indicar donde se encuentra la noche y donde se encuentra el día.

Figura 6.37: Interfaz Gráfica de la Actividad de Nociones (noche-día).

En la segunda opción se presenta las nociones: adentro y afuera como se puede observar en la Figura 6.38. En esta parte el avatar solicita al niño indicar, en que parte se encuentra el perro adentro de su casa y en que parte se encuentra afuera de su casa.

Figura 6.38: Interfaz Gráfica de la Actividad de Nociones (dentro-fuera).

En la tercera opción se presenta las nociones: poco y muchos, como se puede observar en la Figura 6.39. En esta parte el avatar solicita al niño indicar en que parte existen pocos conejos y en que parte existen muchos conejos.

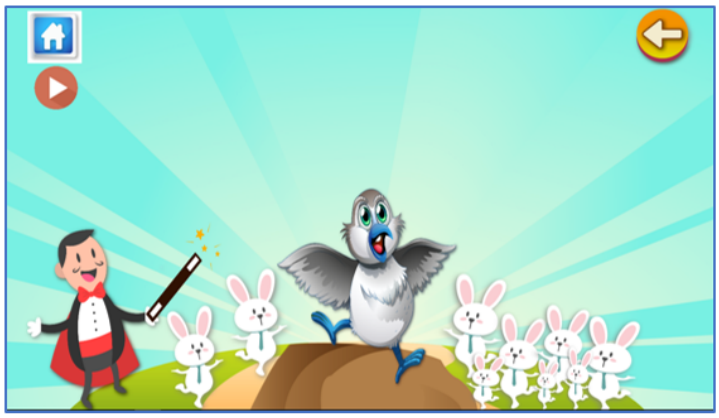


Figura 6.39: Interfaz Gráfica de la Actividad de Nociones (poco-muchos).

- Alimentos: Reconocimiento y pronunciación del nombre de las Frutas y Bebidas.

Actividad 1.- Esta actividad consiste en el reconocimiento de las bebidas, permitiéndole al usuario seleccionar la imagen de la bebida que desee conocer su nombre. También se implementa el reconocimiento de voz para calificar la pronunciación de los nombres de las bebidas. En la Figura 6.40. se puede observar la interfaz de la actividad con seis bebidas, entre ellas están: leche, café, cola, agua, yogurt y jugo.

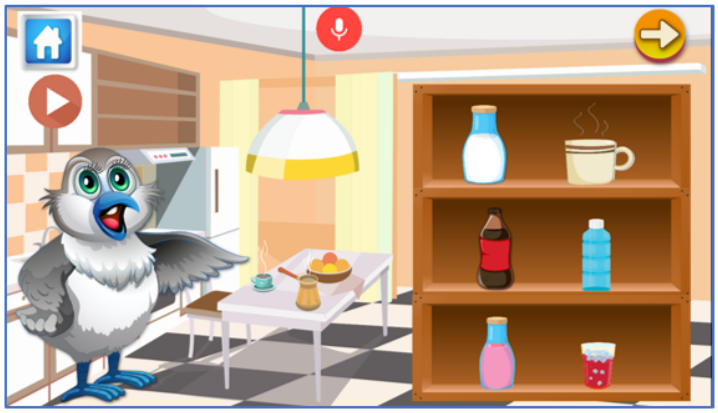


Figura 6.40: Interfaz Gráfica de la Actividad de Alimentos y Bebidas.

6.5. Plataforma web para la gestión de información

En el sistema de gestión tenemos una plataforma de registro y mantenimiento de la información de los niños y educadores. De manera general daremos una especificación de los módulos que se encuentran allí presentes.

El siguiente gráfico representa la estructura general de la aplicación de gestión.

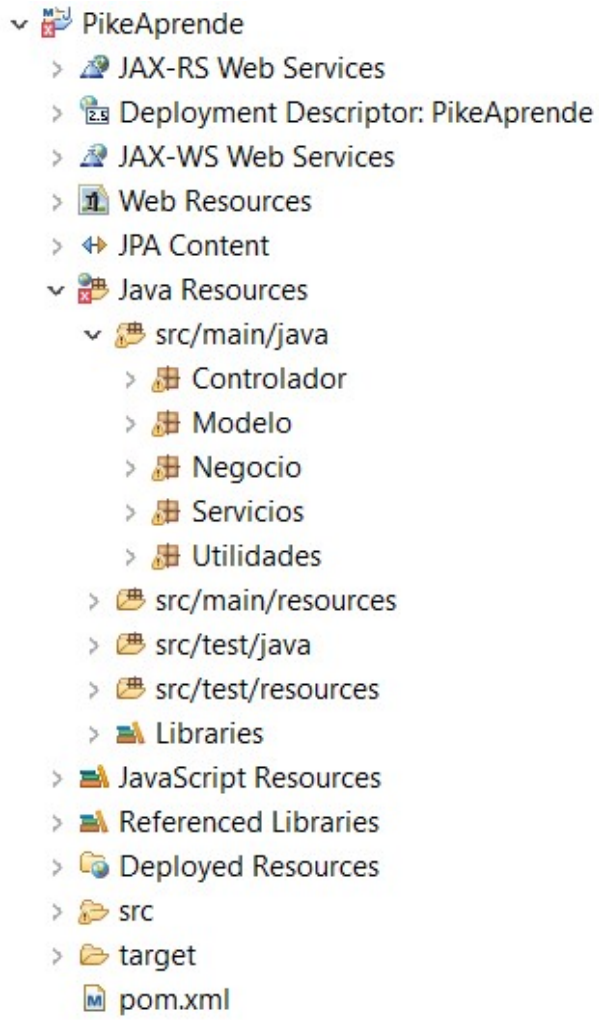


Figura 6.41: Ejemplo, estructura general de la plataforma web.

6.5.0.1. Capa de Presentación

La capa de presentación es la capa en la que el usuario puede interactuar con el sistema a través de un navegador web, además aquí se encuentra la tecnología JavaServer Faces el cual es un framework MVC (Modelo-Vista-Controlador).

6.5.0.2. Capa de Negocio

En esta capa se encuentra la lógica de negocio de nuestro sistema de gestión, esta capa usa la tecnología Enterprise JavaBeans (EJB).

6.5.0.3. Capa de Datos

En la capa de datos encontramos la tecnología Java Persistence API (JPA) el cual nos permitirá realizar la comunicación con nuestra base de datos.

6.6. Sistema Experto para recomendación de actividades

El sistema experto se encargará de proporcionar una serie de recomendaciones, basadas en el perfil del niño que se presentan desde el módulo central del sistema, de forma que a partir de características específicas de cada perfil de niño ir estableciendo la cantidad de veces y que actividades debería hacer el niño como recomendación.

Para el desarrollo del sistema experto, se contó con la ayuda de expertos que pertenecen a la Universidad del Azuay y que trabajan en el área de educación inicial, estimulación temprana e intervención precoz, conjuntamente con ellos se estableció ciertos parámetros que debería tener el sistema, para realizar diferentes inferencias. Para la recomendación de las actividades en las diferentes áreas educativas que cuenta el juego, se ha definido un sistema experto basado en reglas y cuya estructura se muestra en la figura 6.42.
A continuación describiremos las principales estructuras de datos utilizadas por el sistema experto:

- Áreas educativas: para representar las diferentes áreas (familia, emociones, profesiones, colores, etc.) educativas que se encuentran presentes en el juego, se ha definido un conjunto de índices. Este conjunto se define de la siguiente manera (donde n es el número total de áreas): A = a1, a2, a3,..., an.

- Habilidades: para representar las diferentes habilidades (arrastrar, aciertos, reconocimiento) en el que el niño puede ser evaluado según una habilidad en las diferentes actividades que tienen cada una de las áreas de juego, se ha definido un conjunto de índices. Este conjunto se define de la siguiente manera (donde m es el número total de áreas): S = s1, s2, s3,..., sm.

- Nivel de desarrollo: para determinar el nivel de desarrollo del niño tenemos como datos de entra la edad, la habilidad y la puntuación, a partir de estos tres parámetros podemos determinar si el niño no está evaluado, está en vías de evaluación o si ya está evaluado para que el sistema pueda brindar una recomendación.

$$DL(edad, habilidad, puntuación) = \begin{cases} \text{No evaluado, } 0 \leq puntuación \leq a \\ \text{En vías de evaluación ,} a < puntuación \leq b \\ \text{Evaluado, } b < puntuación \leq max \end{cases} \tag{6.2}$$

  A partir del nivel de desarrollo, de la edad del niño y de la habilidad o destreza a evaluar el sistema brinda una recomendación del número de veces que el niño debería repetir una actividad de alguna área educativa.

$$\phi(DL, edad, habilidad) = \begin{cases} \text{x repeticiones } dL = 0 \\ \text{y repeticiones } dL = 1 \\ \text{z repeticiones } dL = 2 \end{cases} \tag{6.3}$$

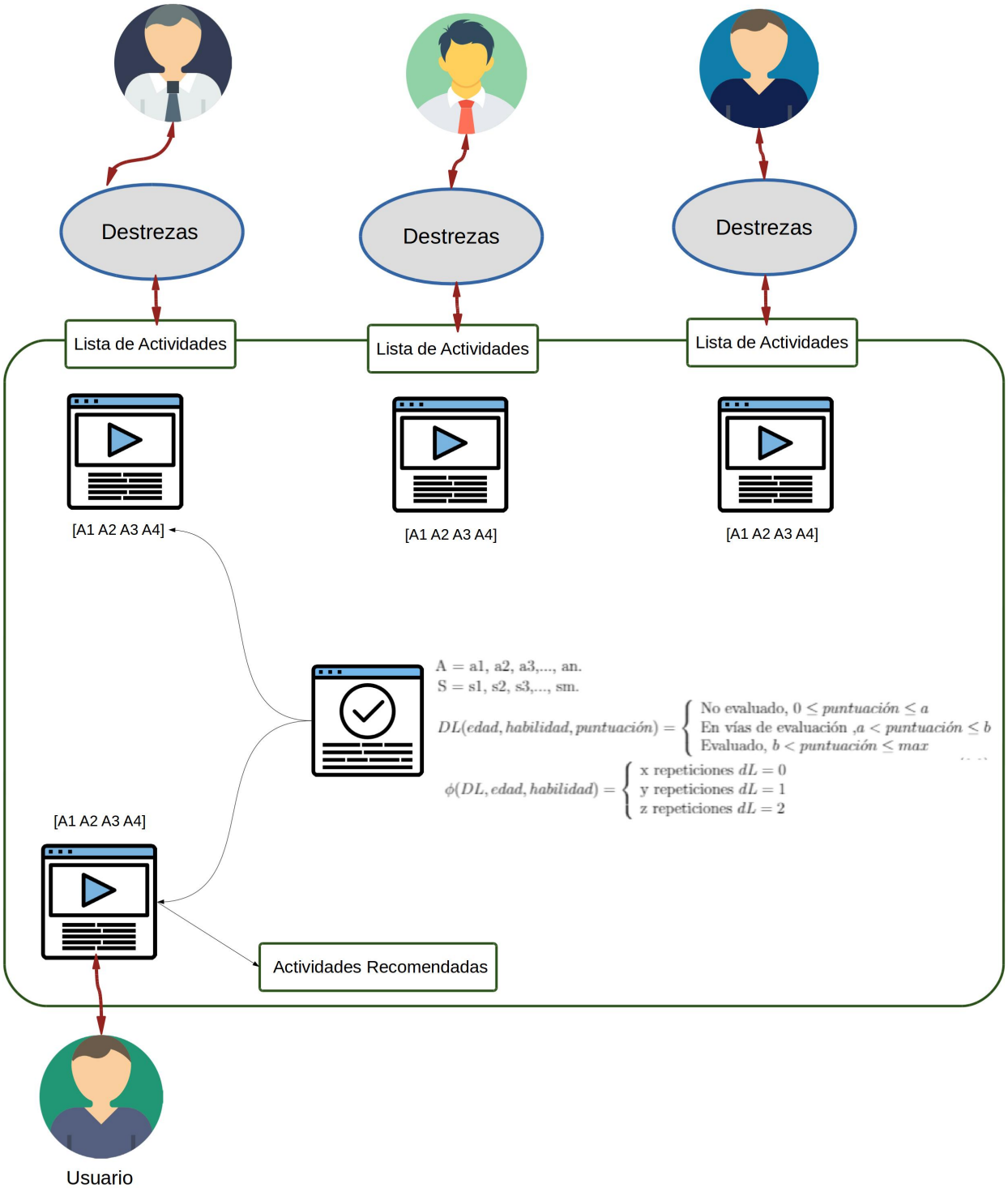


Figura 6.42: El diagrama esquemático de la estructura del sistema experto.

6.6.1. Parámetros para utilizar

El sistema experto cuenta con ciertos parámetros que irán generado diferentes inferencias, a continuación daremos a conocer cada uno de los parámetros que se utilizó:

- Edad: es uno de los factores de evaluación ya que el sistema está diseñado para niños de un rango de edad de 2 a 3 años.
- Destreza: corresponde a cada uno de los conocimientos en el ámbito del componente léxico semántico que el niño puede tener o no para realizar alguna inferencia de recomendación.
- Evaluación: es uno de los parámetros que servirán para que el sistema pueda establecer que numero de repeticiones debería realizar el niño en cada una de las actividades que se le haya recomendado.

6.6.2. Definición de plantillas

La definición de plantillas nos permite establecer un modelo que especifique la forma en la que van ir ingresando los datos al sistema.

- Niño: definimos los datos del niño que se tendrán que ir aportando al sistema para poder ir estableciendo las reglas. En este caso manejamos los siguientes datos: nombre, apellido, edad, destreza, evaluación.
- Recomendación: está platilla definirá el resultado que se obtiene de los procesos de inferencia del sistema experto, los datos que obtendremos son: veces a repetir, actividades, id de la evaluación y el id de la destreza.

```
(deftemplate nino
        (slot nombre)
        (slot apellido)
        (slot edad)
        (multislot destreza)
        (slot evaluacion)
)
```

Figura 6.43: Ejemplo, definición de plantilla niño.

6.6.3. Definición de reglas

Las reglas definidas en el sistema experto permiten obtener una recomendación de actividades que el niño puede realizar, para que se den estas recomendaciones se deben ir cumpliendo las reglas que se ha establecido en el sistema.

6.6.3.1. Reglas para conocer nivel de destrezas

El sistema experto crea una recomendación para cada niño basándose en primer lugar en que la edad del niño se encuentre el rango de 2 a 3 años ya que el sistema está diseñado para niños solo de esa edad, en segundo lugar captura si la condición de la destreza no ha sido lograda, se encuentra en vías de logro o ya es lograda. Para el diseño y la estructuración del sistema experto se contó con la ayuda de expertos en esta área y de esta forma se tomó la decisión de ir evaluando a los niños según la destreza que ellos tengan o no tengan.

Partiendo de los hechos iniciales que se envía al sistema las reglas definidas dentro de nuestro sistema experto se irán ejecutando. De manera que los parámetros del hecho inicial se irán validando para generar alguna inferencia, los hechos nuevos creados permiten dar a conocer que actividades y repeticiones debería realizar el niño.

Las validaciones que se realizan para dar la recomendación se da de la siguiente manera, por ejemplo, en la regla que se valida si el niño cumple la edad necesaria a la que está diseñado el sistema, es decir en un rango de 24 a 36 meses; al cumplirse esta regla se pasa a evaluar alguna destreza y se tiene como condición si el niño no ha logrado, está en vías de logro o ya ha logrado dicha destreza que se desea evaluar. Partiendo de esta condición se establece el número de veces que el niño deber repetir las actividades del juego que se le recomiende realizar.

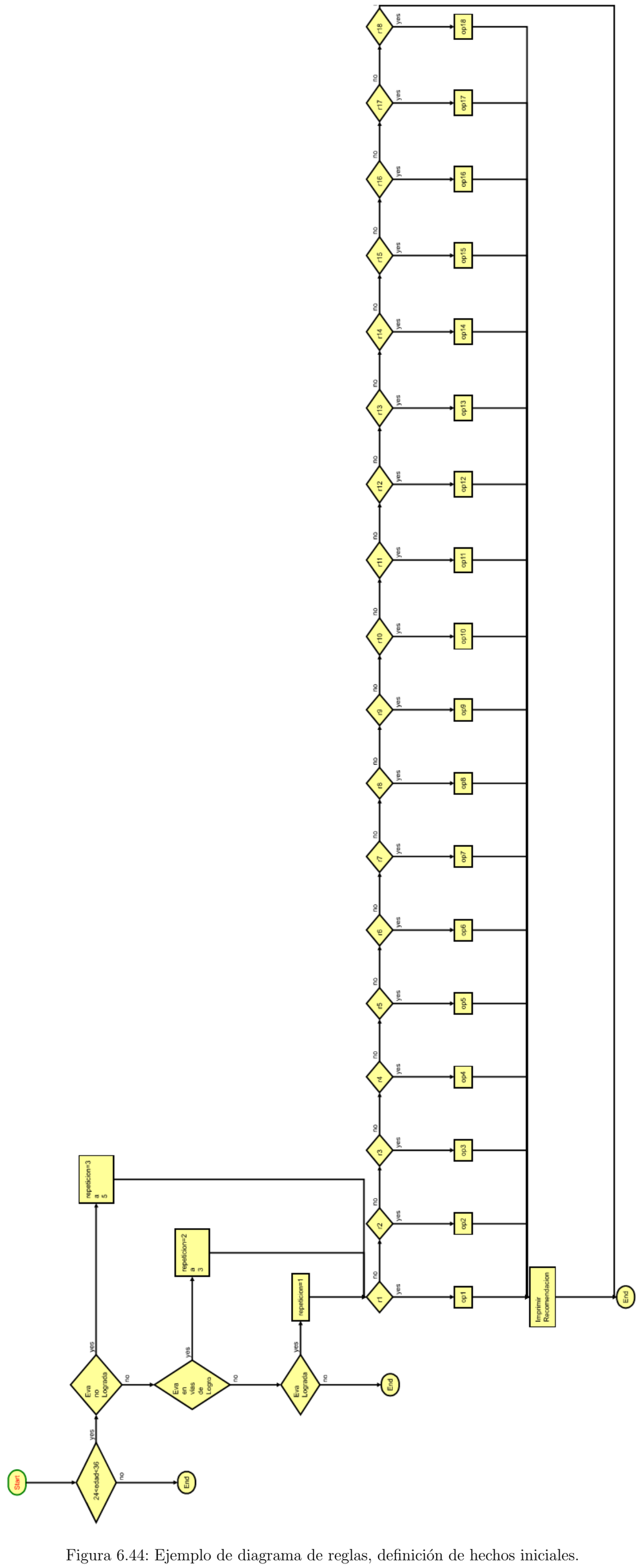


Figura 6.44: Ejemplo de diagrama de reglas, definición de hechos iniciales.

ID Reglas	Descripción
r1	Diferenciar por los nombres a los miembros de su familia y personas cercanas, reconociéndose como parte de la misma.
r2	Reconocerse como niña o niño identificando sus características físicas
r3	Colaborar con el orden de los espacios ubicando los objetos y juguetes en el lugar correspondientes.
r4	Demostrar agrado o desagrado a objetos, alimentos o situaciones.
r5	Identificar algunas emociones y sentimientos de las personas de su entorno y expresar las suyas mediante el lenguaje verbal y no verbal
r6	Diferenciar algunos sonidos como los de elementos de la naturaleza, de objetos cotidianos y onomatopeyas.
r7	Reconocer tres colores (amarillo, azul y rojo) en objetos de su entorno
r8	Reconocer las nociones arriba/abajo, dentro/fuera y abierto/ cerrado en su relación con objetos.
r9	Identificar nociones de cuantificación como: uno/ ninguno; mucho/ poco
r10	Comunicar con intencionalidad sus deseos, sentimientos y emociones a través de gestos y movimientos identificados
r11	Realizar movimientos al escuchar canciones intentado seguir el ritmo
r12	Demostrar la compresión del significado de frases y oraciones, respondiendo algunas preguntas sencillas sobre el contenido de un cuento leído por el adulto
r13	Pronunciar con claridad la mayoría de palabras de su lenguaje verbal, pudiendo presentarse dificultad en ciertos fonemas
r14	Manejar en su lenguaje verbal un número significativo de palabra
r15	Describir imágenes de diferentes tipos de texto como cuentos, revistas, rótulos, material digital, entre otros.
r16	Realizar trazos mediante el garabateo controlado para expresar gráficamente sus representaciones mentales de objetos, animales y personas
r17	Realizar diferentes movimientos de muñeca, manos y dedos que le permitan coger objetos utilizando la pinza trípode.
r18	Identificar y nombrar las partes gruesas de su cuerpo y de la cara (ojos, nariz, boca, etc.) a través de la exploración sensorial.

Figura 6.45: Ejemplo, descripción de los id de las reglas definidas en el diagrama.

```
(deffacts echos_nino
       (nino(nombre Manuel)
                (apellido Calle)
                (edad 24)
                (destreza des_rec_familia des_rec_nino_nina)
                (evaluacion vias_de_evaluacion))
)
```

Figura 6.46: Ejemplo, definición reglas para validar rango de destrezas.

6.6.3.2. Reglas para determinar las actividades a repetir

Cuando en el sistema se establece un hecho inicial ya que se ha cumplido con todos los datos iniciales del niño, se realiza una validación de esos datos y se da paso a la regla que nos permite determinar las actividades que debe repetir el niño según la destreza a evaluar.

En la regla que determinamos las actividades a repetir tenemos como entrada todos los parámetros que se ha puesto en la plantilla “nino”, entre los parámetros establecidos

en esta plantilla tenemos la que nos permite especificar la destreza que se evaluara, se encuentra de la siguiente manera "(destreza $? ?destreza1 $?)"; Un parámetro que también debemos especificar es la evaluación para indicar si es que el niño no ha sido evaluado, se encuentra en vías de evaluación o si ya se encuentra evaluado. Con todas estas especificaciones realizadas en la regla se pasa a establecer condiciones a través de la sentencia "if" que comparara cada variable con el valor que esta debe tener para que se cumpla un hecho específico y de esta forma establecer que actividades y número de repeticiones en dicha actividad que se le recomendara.

Los Animales: Reconocimiento y pronunciación del nombre de los animales, Sonidos que hacen los animales.

```
(defrule defrule_no_evaluado
        (nino   (nombre ?nombre1)
                (apellido ?apellido1)
                (edad ?edad1)
                (evaluacion no_evaluado)
                (destreza $? ?destreza1 $?)
                )
        (edad_correcta_true)
        =>
        (if (eq ?destreza1 des_rec_nino_nina) then
                (assert (recomendacion (idDestreza ?destreza1) (idEvaluacion no_evaluado)
                        (veces_a_repetir 3_a_5_veces)
                        (actividades "Rompecabezas partes de la cara, Emociones.")))
        )
        .
        .
        .
)
```

Figura 6.47: Ejemplo, definición reglas para determinar las actividades a repetir.

6.6.3.3. Reglas para guardar la información

Dentro del sistema experto existe una regla que nos permite guardar en un archivo de texto cada resultado de las inferencias que se da al pasar ciertos parámetros del niño que fueron definidos en las plantillas. La regla que permite el almacenamiento de los resultados en un archivo se llama "ImprimirRecomendacion", cuando el sistema llega a esta regla se ejecuta la sentencia "printout" generando una cadena de texto con todos los parámetros que hemos establecido que se muestren, además establecemos un nombre identificador de la cadena que imprimimos en este caso es "dato". Cada impresión que se realiza se escribe en un archivo a través de la siguiente sentencia "open "fichero.txt datos a".

```
(defrule ImprimirRecomendacion
        (recomendacion (veces_a_repetir ?veces_a_repetir1)
                       (actividades ?actividades1)
                       (idEvaluacion ?idEvaluacion1)
                       (idDestreza ?destreza1)
        )
        =>

        (printout t ?destreza1","?idEvaluacion1"-"?veces_a_repetir1"-"
                ?actividades1 crlf)
        (open "fichero.txt" datos "a")
        (printout datos ?destreza1","?idEvaluacion1"-"?veces_a_repetir1"-"
                ?actividades1 crlf)
        (close datos)
)
```

Figura 6.48: Ejemplo, definición reglas para imprimir resultado.

6.7. Módulo de Reconocimiento de voz

Este módulo se encarga del reconocimiento automático de voz, permitiendo evaluar al niño en las diferentes actividades del juego donde se desea estimular su desarrollo fonético. En el desarrollo de este módulo se ha hecho uso de una API (Interfaz de programación de aplicaciones) de voz web "API de Web Speech" la cual nos permite hacer uso de su servicio de reconocimiento para comparar contra una lista gramatical de nuestro sistema de todas las palabras que se le pide que repita al niño en las diferentes actividades del juego, también dentro del desarrollo de este módulo se ha implementado el algoritmo de distancia de Levenshtein el cual nos permite tener una distancia entre la palabra dicha por el niño y la palabra de nuestra lista gramatical, de esa forma poder dar como válida o no la respuesta pronunciada por el niño.

6.7.1. API de Web Speech

Esta API nos permite el manejo de datos de voz a través de sus componentes, en nuestro caso se utilizó el componente "SpeechRecognition el cual nos proporciona la capacidad de reconocer el contexto de voz cada que se detecta que la voz ingresa a través del micrófono" [30]. Cabe destacar que este API se maneja a través del lenguaje JavaScript.

```
function startDictation(runtimeScene) {
var SpeechRecognition = (
  window.SpeechRecognition ||
  window.webkitSpeechRecognition
);
    var recognition = new SpeechRecognition();

    recognition.continuous = false;
    recognition.interimResults = false;

    recognition.lang = "es-EC";
    recognition.start();

    recognition.onresult = function(e) {

        palabra = e.results[0][0].transcript;
        console.log(palabra);
        var patron = runtimeScene.getVariables().get("res1");
        console.log(patron.getAsString()+" obtiene")

          fetch("http://167.99.2.47:8080/PikeAprende/rs/usuario/validar?str1="+palabra+"&str2="+patron.getAsString())
            .then((respuesta) =>{
                return respuesta.json();
            }).then((respuesta) =>{
                console.log( JSON.stringify(respuesta) );

        var varNombre = runtimeScene.getVariables().get("texto");

        if(respuesta==true){
          varNombre.setString("correcto");
        }else{
            varNombre.setString("incorrecto");
        }
        })
            recognition.stop();
    };
```

Figura 6.49: Ejemplo, del uso de API de Web Speech dentro del módulo.

6.7.2. Algoritmo de Levenshtein Distance

La distancia de Levenshtein o la distancia entre palabras, nos permite calcular la afinidad que existe entre la palabra dicha por el niño y la palabra que debería decir según a nuestra lista gramatical que está en nuestro sistema. Para en nuestro caso, validar que una palabra dicha por el niño es correcta, se ha establecido que la afinidad calculada debe ser mayor al 50 % o igual al 50 % con ciertas restricciones como que la distancia no debe ser mayor a 1.

Para el cálculo de la distancia Levenshtein se usó el algoritmo que se puede apreciar en la figura 6.50, el cual funciona de la siguiente manera:

- Tenemos como dos parámetros entrada str1 y str2 que contienen las dos palabras o cadena de caracteres a analizar.
- Construimos una matriz con la longitud de str1 +1 filas y str2 + 1 columnas.
- La primera fila str1 de la matriz se inicializa con una secuencia 0, 1, 2,3,. . . , hasta la longitud de str1; la primera columna str2 de la matriz es inicializada con una secuencia 0, 1, 2,3,. . . , hasta la longitud de str2.
- Se pone cada carácter de la fila str1 con su respectiva celda (i va de 1 hasta el tamaño de la longitud de str1).

- Se pone cada carácter de la columna str2 con su respectiva celda (j va de 1 hasta el tamaño de la longitud de str2).
- Si str1 (i) es igual a str2 (j) el valor de la celda es igual a 0.
- Si str1 (i) es diferente a str2 (j) el valor de la celda es igual a 1.
- El valor de la celda de la matriz(i, j) es el mínimo:
  - Valor de la celda matriz (i – 1, j) + 1 (Eliminación).
  - Valor de la celda matriz (i, j – 1) + 1 (Inserción).
  - Valor de la celda matriz (i – 1, j – 1) + 1 (Sustitución).
- Se obtiene la distancia de la matriz (str1, str2).

```
private void calculoLevenshtein() {
   matriz = new int[str1.length() + 1][str2.length() + 1];
   for (int i = 0; i <= str1.length(); i++) {
      matriz[i][0] = i;
   }
   for (int j = 0; j <= str2.length(); j++) {
      matriz[0][j] = j;
   }
   for (int i = 1; i < matriz.length; i++) {
      for (int j = 1; j < matriz[i].length; j++) {
         if (str1.charAt(i - 1) == str2.charAt(j - 1)) {
            matriz[i][j] = matriz[i - 1][j - 1];
         } else {
            int min = Integer.MAX_VALUE;
            if ((matriz[i - 1][j]) + 1 < min) {
               min = (matriz[i - 1][j]) + 1;
            }
            if ((matriz[i][j - 1]) + 1 < min) {
               min = (matriz[i][j - 1]) + 1;
            }
            if ((matriz[i - 1][j - 1]) + 1 < min) {
               min = (matriz[i - 1][j - 1]) + 1;
            }
            matriz[i][j] = min;
         }
      }
   }
   distancia = matriz[str1.length()][str2.length()];
}
```

Figura 6.50: Ejemplo, algoritmo de levenstein distance.

Para dar por valida la palabra obtenida por el Web Speech API, se han planteado las siguientes métricas:

- Se considera valida si la distancia es menor o igual al 50 % del total de caracteres que contiene el Patrón, para una mejor compresión, observar la Figura 6.51.
- En caso de que la distancia sea igual al 50 % del total de caracteres que contiene el Patrón, se considera aceptable la palabra siempre y cuando coincidan en el 50 % de sus caracteres en el mismo orden.

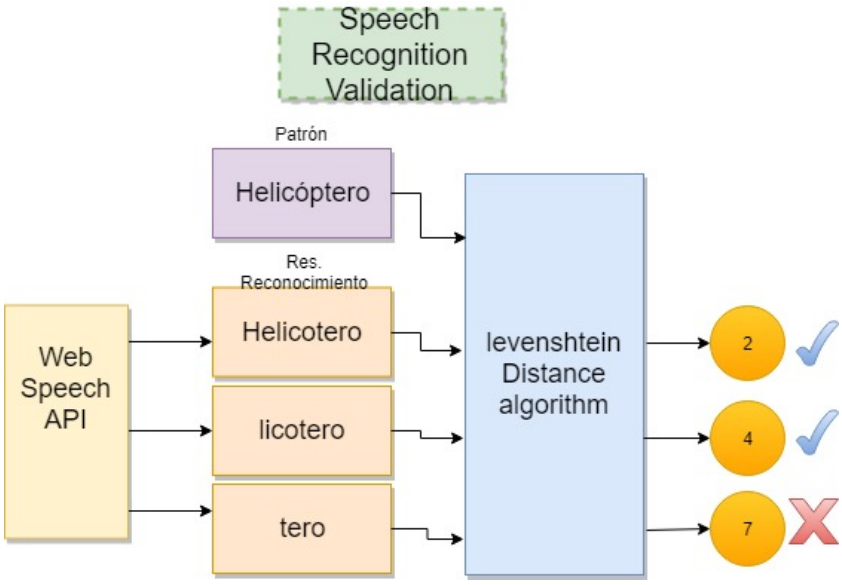


Figura 6.51: Ejemplo, Validación de las palabras obtenidas por el Web Speeh API.

Experimentación y Resultados

El proceso de evaluación de la aplicación en conjunto con todos sus módulos se llevó a cabo con el apoyo de un equipo de expertos en terapia de lenguaje y educación inicial, estimulación temprana e intervención precoz; equipo dirigido por una experta del CEIAP (Centro de Estimulación Integra y Apoyo Psicoterapeutico de la UDA) la cual cuenta con una experiencia de 11 años de trabajo. Este proceso de evaluación se llevo a cabo, a través de un plan de experimentación con la aplicación (Videojuego) instalada en una Tablet, y la aplicación Web montada sobre un servidor linux en la nube. Este plan tiene como objetivo evaluar las destrezas y habilidades de los niños de los centros educativos con los cuales, los expertos en el área han venido trabajando con anterioridad y posterior a la evaluación de la aplicación analizaran y verificaran si ha existido un avance significativo en el aprendizaje de los niños con y sin la herramienta.

7.1. Características de la población de estudio

La evaluación de la aplicación se ha desarrollado en los centros educativos para niños de temprana edad: (El centro infantil del buen vivir - Perpetuo Socorro, CIBV Los Juguetones, CIBV El Vecino, CIBV La Florida, CIBV Los Polluelitos, CIBV San Francisco) pertenecientes a la ciudad de Cuenca; centros en los cuales, los expertos en el área, han realizado una preselección de 22 niños, que inicialmente fueron detectados con dificultades léxicas y a quienes se les aplicara la herramienta.

"De los 22 casos de niños con dificultades léxicas, nueve se ubican en el CIBV Los Juguetones, en los CIBV PerPetuo Socorro, El Vecino y la Florida se encuentran distribuidos 3 niños respectivamente y en el CIBV San Francisco se encuentran cuatro niños. En el CIBV Los Polluelitos no se presentan niños con dificultades léxicas" [2]

En virtud de lo que se ha expuesto, y considerando necesario el análisis, de los resultados de aprendizaje de los niños, con y sin la aplicación educativa, se ha procedido a evaluar la aplicación que tiene como finalidad, brindar un apoyo adicional a esta población que son los centros ya mencionados.

7.2. Resultados de la validación de la aplicación Lúdica

A fin de validar la aplicación, tanto en su funcionamiento como en la eficacia, los profesionales en educación inicial presentan el siguiente análisis e interpretación de resultados del antes y el después de la intervención léxica con la aplicación lúdica.

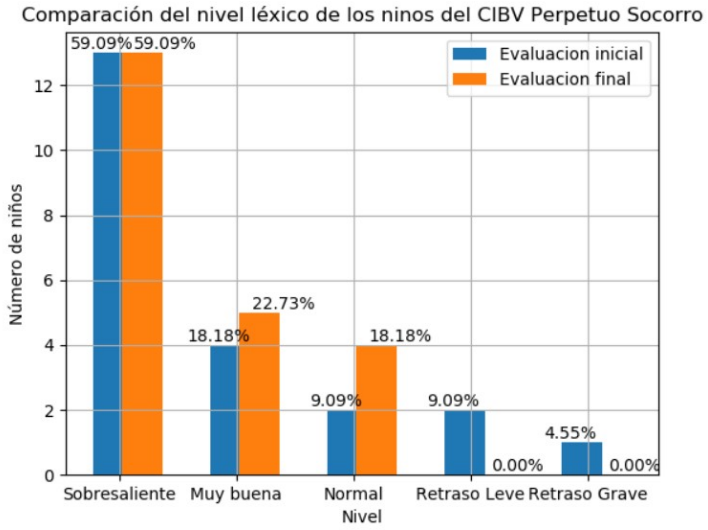


Figura 7.1: Comparación del nivel léxico en los niños del CIBV "Perpetuo Socorro" [2]

En la Figura 7.1 se puede observar que ya no existen casos de niños con retraso leve y grave una vez concluida la evaluación final con la herramienta lúdica. Se puede observar también que, tanto en la evaluación inicial como en la final, que el porcentaje de niños con un nivel de sobresaliente no cambia, se mantiene en 59, 09 %, pero se da un incremento favorable en los niveles muy bueno y normal de 18,18 % a 22,72 % y9,09 % a 18,18 % respectivamente.

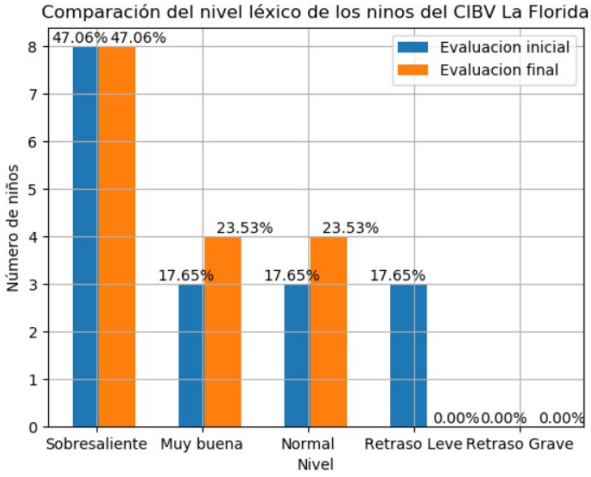


Figura 7.2: Comparación del nivel léxico en los niños del CIBV "La Florida" [2]

Al igual que en el caso anterior se puede observar en la Figura 7.2, que ya no existen casos de niños que se ubican en los niveles de retraso de léxico grave y leve. De la misma manera en el nivel sobresaliente se mantienen en un porcentaje de 47,05 % tanto en la evaluación inicial como en la final.

Se puede evidenciar también que el porcentaje de niños en el nivel muy bueno aumenta de 17,64 % a 23,55 %, el aumento también se da en el porcentaje de niños ubicados en el nivel normal que aumenta desde 17,64 % en la evaluación inicial a 29,41 % en la final.

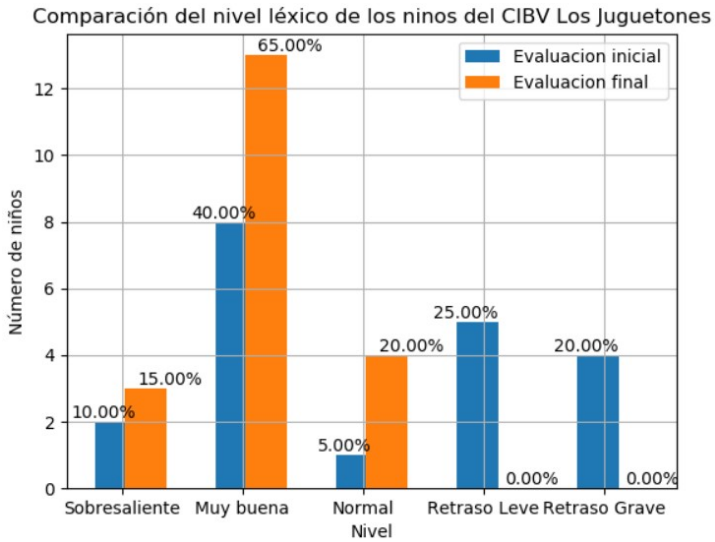


Figura 7.3: Comparación del nivel léxico en los niños del CIBV "Los Juguetones" [2]

En la Figura 7.3 se evidencia que no existen casos de niños que se ubican en los niveles de retraso grave y leve luego de haber realizado la intervención léxica. Se puede evidenciar también que en la evaluación inicial no existía un porcentaje alto de niños

de el nivel sobresaliente como se ha venido dando en los casos anteriores, pero se puede denotar en dichos porcentajes, un aumento favorable que se da, de la evaluación inicial a la evaluación final. En el nivel normal existe un incremento del porcentaje de niños de 5 % a 20 %, en el nivel muy bueno se da del 40 % al 65 % y en el nivel sobresaliente incrementa el porcentaje de niños de 10 % a 13,6 %.

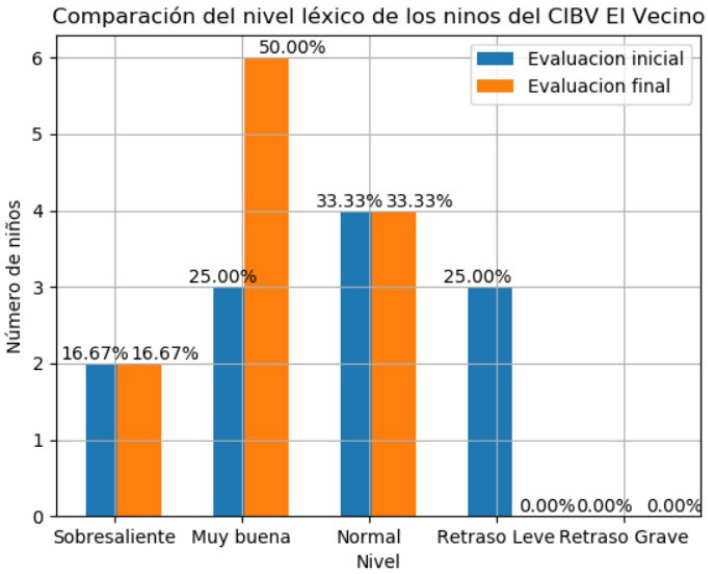


Figura 7.4: Comparación del nivel léxico en los niños del CIBV "El Vecino" [2]

En la Figura 7.4 se puede observar, que luego de la intervención léxica, no existen niños ubicados en el nivel de retraso leve y grave, a pesar de que en la evaluación inicial solo existían 3 niños en el nivel de retraso leve que corresponden a un 25 % del total de niños pertenecientes al CIBV El Vecino. Se puede observar tambien que Los porcentajes de niños en los niveles sobresaliente y normal se mantienen sin cambios con porcentajes de 6,66 % y 33,33 % respectivamente. En el nivel muy bueno se da un incremento en el porcentaje de 25 % a 50 % de la evaluación inicial a la evaluación final.

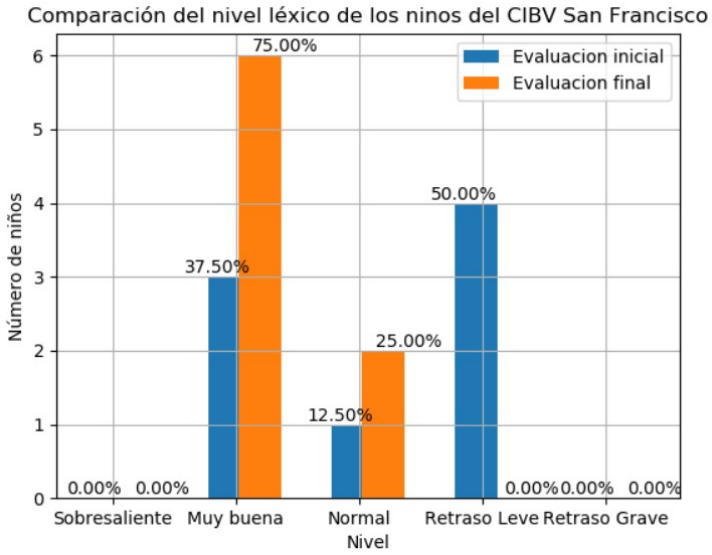
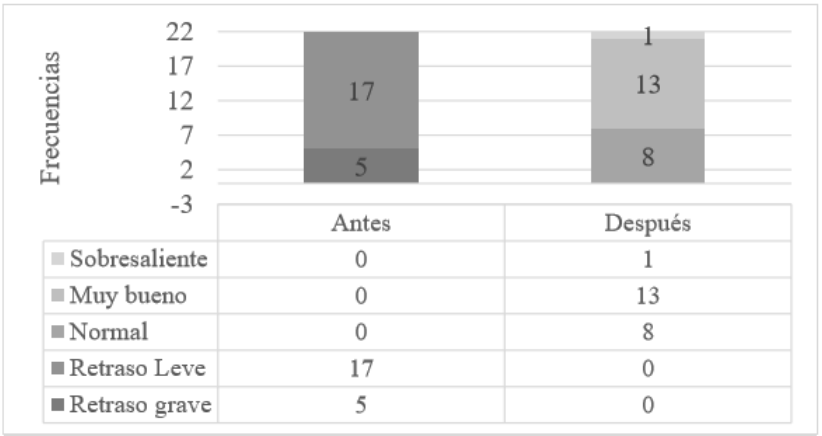


Figura 7.5: Comparación del nivel léxico en los niños del CIBV "San Francisco" [2]

En la Figura 7.5 se evidencia que no existen niños en los niveles sobresaliente, retraso leve y retraso grave en el componente léxico de los niños luego de la intervención léxica. A pesar de que este resultado no es tan favorable en el nivel sobresaliente se da un incremento del porcentaje de los niños en el nivel muy bueno que aumenta de un 37,5 % en la evaluación inicial a un 755 en la evaluación final, y en el nivel normal que aumenta del 12,5 % al 25 % de la evaluación inicial a la evaluación final.



	Antes	Después
Sobresaliente	0	1
Muy bueno	0	13
Normal	0	8
Retraso Leve	17	0
Retraso grave	5	0

Figura 7.6: Categorización de condición de léxico [2]

A manera de resumen, se puede observar en la Figura 7.6, como los especialistas concluyen con una categorización que se hace con la población total predeterminada de 22 niños, antes y después de la intervención final quedando la categorización de esta forma:

Se puede apreciar que antes de la intervención final, los 22 niños se ubicaban por debajo del nivel normal del nivel de condición de léxico, 5 de ellos en Retraso grave y los 17 en Retraso Leve. Posterior a la reevaluación, se puede denotar que ya se ubican por encima del retraso Leve lo que se considera un cambio muy favorable, repartiéndose de la siguiente manera: 8 en el nivel normal, 13 en el nivel de muy bueno y finalmente 1 en el nivel sobresaliente.

7.3. Resultados del módulo de reportes basado en minería de Datos.

A fin de validar el complemento de los reportes que forma parte del sistema, se tomó como base los registros de los niños que estaban bajo el cuidado de uno de los terapistas profesionales en el área de educación inicial y las sesiones de los mismos niños.

Para el caso de la primera presentación, la cual se trata de una gráfica de Andrews, se propuso analizar el comportamiento de las actividades de los campos semánticos como variables a estudiar, en base a las puntuaciones obtenidas y los valores esperados.

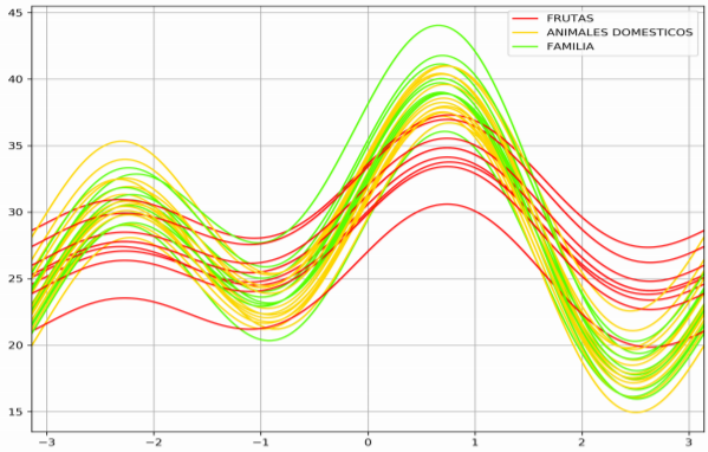


Figura 7.7: Diagrama de Andrews, que analiza el comportamiento de 3 variables que corresponden a las actividades de(La familia, Frutas y Los colores)

En la Figura 7.7 se puede observar un prototipo de esta representación de Andrews, en la misma que se están analizando 3 variables por el momento. Se puede representar con gráficas de 3D pero el objetivo del proyecto es ampliar a una gráfica con más de 3 variables y aprovechando este diagrama se puede visualizar más de 3 dimensiones, cosa que no se puede hacer con una gráfica común de minería de datos.

Se optó por estas actividades, debido a que las mismas disponen de datos válidos, para los dos atributos de puntuaciones que se planteó anteriormente, que son valor obtenido y valor esperado, puesto que en las otras actividades no se cuenta con un límite o valor esperado, en lugar del mismo se presenta lo que son los Fallos o desaciertos. En la

Figura 7.7 en el caso del valor 1 se puede denotar que las variables que hacen referencia a familias y animales domésticos tienen un comportamiento similar, muy diferente al comportamiento de la variable que representa a la Frutas.

En la Figura 7.8 se puede observar la segunda gráfica o representación que forma parte del documento de los reportes basado en minería de datos. En esta gráfica de Frecuencias se puede observar, en función de cada uno de los campos semánticos, cual es la frecuencia, misma que hace referencia a las calificaciones obtenidas por los usuarios de la aplicación. La escala es variable dependiendo del número de intentos.

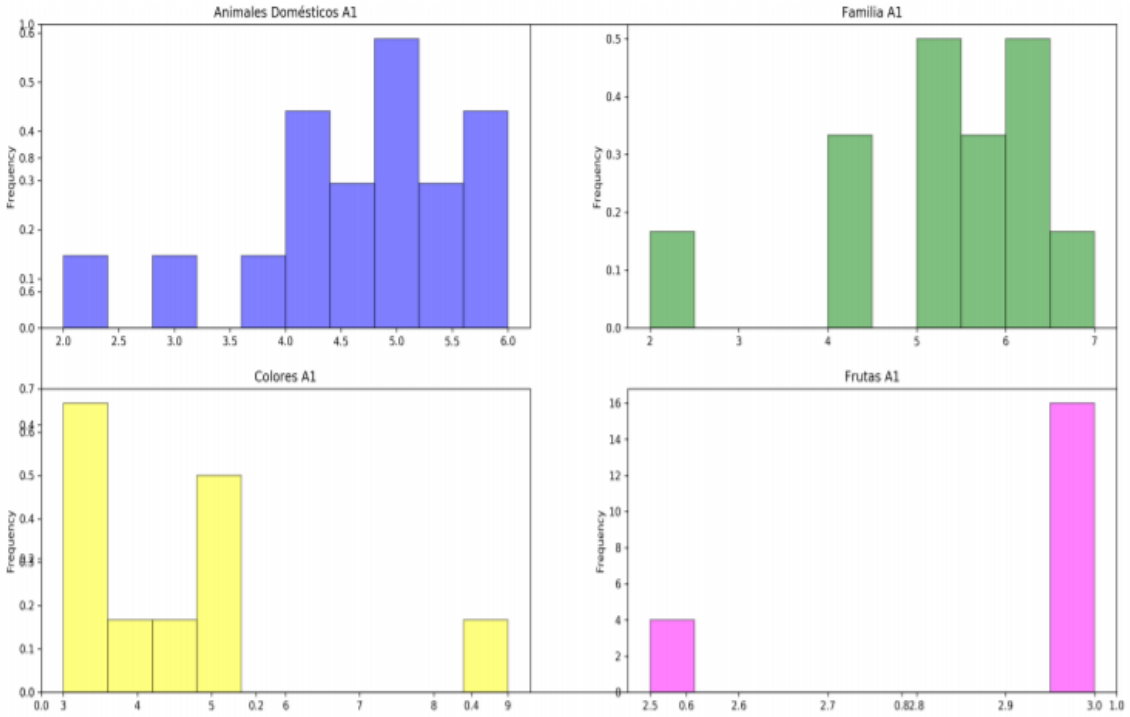


Figura 7.8: Gráficas de Frecuencia de las puntuaciones obtenidas

En la Figura 7.9 se da a conocer la tercera representación que compone el reporte basado en minería de datos, esta representación gráfica, que trata de un Scaterplot o matriz de dispersión nos permite relacionar dos variables, entre ellas hemos seleccionado las variables de la Edad en Meses, Habilidad, valor obtenido y valor Esperado, todas estas correspondientes a las sesiones llevadas a cabo con las actividades de los campos semánticos, usados antes en la gráfica de Andrews, que son las Frutas, La familia y los colores.

En esta Figura podemos observar la matriz de dispersión obtenida que no es mas que un conjunto de diagramas de dispersión, que para nuestro caso nos permitirá relacionar cuatro variables y determinar si hay o no relación entre dos variables por cada diagrama o en cual de ellas se da una relación más fuerte.

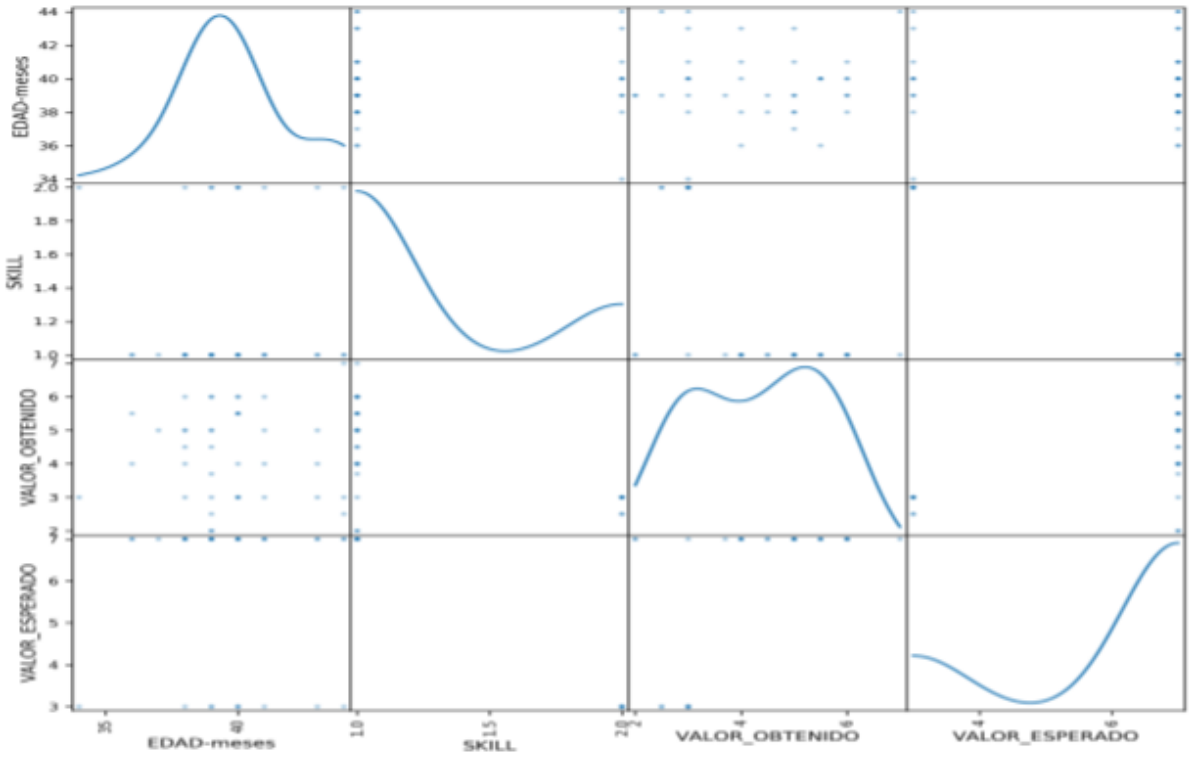


Figura 7.9: Análisis de la relación entre las siguientes variables (Edad-meses, Habilidad, Valor obtenido y valor esperado)

Contemplando los resultados encontrados en la matriz de dispersión, podemos observar que no se encuentran relaciones muy claras ya sean positivas o negativas o con tanta fuerza, la única y más clara que se puede apreciar sería la relación entre la edad y la puntuación o valor obtenido, lo que lleva a la conclusión que serian las dos únicas variables para un análisis o una clasificación favorable de la información que se posea.

7.4. Resultados de la validación del Sistema Experto

Para llevar a cabo la validación del sistema experto, se tomó como base los perfiles de los 22 niños diagnosticados con dificultades en el nivel léxico. En la evaluación de las respuestas del sistema experto se realizó una encuesta dirigida hacia los terapistas que estuvieron involucrados en el proyecto y que trataron a los niños que presentaban dificultades en el componente del lenguaje léxico – semántico. Para ello se tomó una muestra de los niños que fueron evaluados e indicando al sistema experto como datos de entrada la destreza y el nivel de evaluación para obtener una respuesta del sistema.

Esta validación o encuesta aplicada a los expertos en el área, tiene como finalidad corroborar que las actividades y repeticiones recomendadas, de acuerdo a un determinado

perfil de un niño sean las adecuadas. Dicha encuesta esta basada en las destrezas que han sido planteadas por estudiantes pertenecientes a la carrera de educación inicial de la Universidad del Azuay, con quienes se trabajo conjuntamente en el proyecto.

Niños		**Datos de entrada**	
ID	**Edad-Meses**	**Destreza**	**Nivel de Evaluación**
1	47	"Reconocerse como niña o niño identificando sus características físicas" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Identificar algunas emociones y sentimientos de las personas de su entorno y expresar las suyas mediante el lenguaje verbal y no verbal" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Diferenciar algunos sonidos como los de elementos de la naturaleza, de objetos cotidianos y onomatopeyas" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Identificar nociones de cuantificación como: uno/ ninguno; mucho/ poco" [2].	NO LOGRADO
		"Comunicar con intencionalidad sus deseos, sentimientos y emociones a través de gestos y movimientos identificados" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Manejar en su lenguaje verbal un número significativo de palabra" [2].	NO LOGRADO
2	41	"Diferenciar por los nombres a los miembros de su familia y personas cercanas, reconociéndose como parte de la misma" [2].	LOGRADO
		"Colaborar con el orden de los espacios ubicando los objetos y juguetes en el lugar correspondientes" [2].	NO LOGRADO
		"Reconocer las nociones arriba/abajo, dentro/fuera y abierto/ cerrado en su relación con objetos" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Demostrar la compresión del significado de frases y oraciones, respondiendo algunas preguntas sencillas sobre el contenido de un cuento leído por el adulto" [2].	NO LOGRADO
		"Manejar en su lenguaje verbal un número significativo de palabra" [2].	NO LOGRADO
		"Realizar movimientos al escuchar canciones intentado seguir el ritmo" [2].	VÍAS DE LOGRO

continua en la siguiente página

ID	Edad-Meses	Destreza	Nivel de Evaluación
3	43	"Identificar y nombrar las partes gruesas de su cuerpo y de la cara (ojos, nariz, boca, etc.) a través de la exploración sensorial" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Describir imágenes de diferentes tipos de texto como cuentos, revistas, rótulos, material digital, entre otros" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Reconocerse como niña o niño identificando sus características físicas" [2].	VÍAS DE LOGRO
4	37	"Identificar algunas emociones y sentimientos de las personas de su entorno y expresar las suyas mediante el lenguaje verbal y no verbal" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Demostrar la compresión del significado de frases y oraciones, respondiendo algunas preguntas sencillas sobre el contenido de un cuento leído por el adulto" [2].	VÍAS DE LOGRO
5	37	"Diferenciar por los nombres a los miembros de su familia y personas cercanas, reconociéndose como parte de la misma" [2].	NO LOGRADO
		"Reconocer tres colores (amarillo, azul y rojo) en objetos de su entorno" [2].	NO LOGRADO
		"Realizar diferentes movimientos de muñeca, manos y dedos que le permitan coger objetos utilizando la pinza trípode" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Identificar y nombrar las partes gruesas de su cuerpo y de la cara (ojos, nariz, boca, etc.) a través de la exploración sensorial" [2].	NO LOGRADO
6	41	"Diferenciar por los nombres a los miembros de su familia y personas cercanas, reconociéndose como parte de la misma" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Demostrar agrado o desagrado a objetos, alimentos o situaciones" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Pronunciar con claridad la mayoría de palabras de su lenguaje verbal, pudiendo presentarse dificultad en ciertos fonemas" [2].	NO LOGRADO
7	30	"Identificar algunas emociones y sentimientos de las personas de su entorno y expresar las suyas mediante el lenguaje verbal y no verbal" [2].	NO LOGRADO

continua en la siguiente página

ID	Edad-Meses	Destreza	Nivel de Evaluación
		"Reconocer las nociones arriba/abajo, dentro/fuera y abierto/ cerrado en su relación con objetos" [2].	LOGRADO
		"Realizar trazos mediante el garabateo controlado para expresar gráficamente sus representaciones mentales de objetos, animales y personas" [2].	NO LOGRADO
8	36	"Reconocerse como niña o niño identificando sus características físicas" [2].	NO LOGRADO
		"Identificar algunas emociones y sentimientos de las personas de su entorno y expresar las suyas mediante el lenguaje verbal y no verbal" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Reconocer las nociones arriba/abajo, dentro/fuera y abierto/ cerrado en su relación con objetos" [2].	NO LOGRADO
9	38	"Describir imágenes de diferentes tipos de texto como cuentos, revistas, rótulos, material digital, entre otros" [2].	NO LOGRADO
		"Realizar diferentes movimientos de muñeca, manos y dedos que le permitan coger objetos utilizando la pinza trípode" [2].	NO LOGRADO
10	37	"Diferenciar por los nombres a los miembros de su familia y personas cercanas, reconociéndose como parte de la misma" [2].	NO LOGRADO
		"Demostrar agrado o desagrado a objetos, alimentos o situaciones" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Reconocer tres colores (amarillo, azul y rojo) en objetos de su entorno" [2].	NO LOGRADO
11	41	"Identificar algunas emociones y sentimientos de las personas de su entorno y expresar las suyas mediante el lenguaje verbal y no verbal" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Realizar trazos mediante el garabateo controlado para expresar gráficamente sus representaciones mentales de objetos, animales y personas" [2].	NO LOGRADO
		"Realizar diferentes movimientos de muñeca, manos y dedos que le permitan coger objetos utilizando la pinza trípode" [2].	VIAS DE LOGRO

continua en la siguiente página

ID	Edad-Meses	Destreza	Nivel de Evaluación
12	41	"Colaborar con el orden de los espacios ubicando los objetos y juguetes en el lugar correspondientes" [2].	NO LOGRADO
		"Diferenciar algunos sonidos como los de elementos de la naturaleza, de objetos cotidianos y onomatopeyas" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Demostrar la compresión del significado de frases y oraciones, respondiendo algunas preguntas sencillas sobre el contenido de un cuento leído por el adulto" [2].	NO LOGRADO
		"Identificar y nombrar las partes gruesas de su cuerpo y de la cara (ojos, nariz, boca, etc.) a través de la exploración sensorial" [2].	LOGRADO
13	37	"Identificar algunas emociones y sentimientos de las personas de su entorno y expresar las suyas mediante el lenguaje verbal y no verbal" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Pronunciar con claridad la mayoría de palabras de su lenguaje verbal, pudiendo presentarse dificultad en ciertos fonemas" [2].	NO LOGRADO
		"Realizar trazos mediante el garabateo controlado para expresar gráficamente sus representaciones mentales de objetos, animales y personas" [2].	VÍAS DE LOGRO
14	38	"Colaborar con el orden de los espacios ubicando los objetos y juguetes en el lugar correspondientes" [2].	NO LOGRADO
		"Reconocer las nociones arriba/abajo, dentro/fuera y abierto/ cerrado en su relación con objetos" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Comunicar con intencionalidad sus deseos, sentimientos y emociones a través de gestos y movimientos identificados" [2].	VÍAS DE LOGRO
15	40	"Pronunciar con claridad la mayoría de palabras de su lenguaje verbal, pudiendo presentarse dificultad en ciertos fonemas" [2].	LOGRADO
		"Realizar diferentes movimientos de muñeca, manos y dedos que le permitan coger objetos utilizando la pinza trípode" [2].	NO LOGRADO

continua en la siguiente página

ID	Edad-Meses	Destreza	Nivel de Evaluación
		"Identificar y nombrar las partes gruesas de su cuerpo y de la cara (ojos, nariz, boca, etc.) a través de la exploración sensorial" [2].	VÍAS DE LOGRO
16	38	"Demostrar agrado o desagrado a objetos, alimentos o situaciones" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Identificar nociones de cuantificación como: uno/ ninguno; mucho/ poco" [2].	NO LOGRADO
		"Demostrar la compresión del significado de frases y oraciones, respondiendo algunas preguntas sencillas sobre el contenido de un cuento leído por el adulto" [2].	VÍAS DE LOGRO
17	39	"Demostrar agrado o desagrado a objetos, alimentos o situaciones" [2].	NO LOGRADO
		"Diferenciar algunos sonidos como los de elementos de la naturaleza, de objetos cotidianos y onomatopeyas" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Comunicar con intencionalidad sus deseos, sentimientos y emociones a través de gestos y movimientos identificados" [2].	VÍAS DE LOGRO
18	35	"Reconocerse como niña o niño identificando sus características físicas" [2].	LOGRADO
		"Reconocer las nociones arriba/abajo, dentro/fuera y abierto/ cerrado en su relación con objetos" [2].	NO LOGRADO
19	37	"Reconocer las nociones arriba/abajo, dentro/fuera y abierto/ cerrado en su relación con objetos" [2].	NO LOGRADO
		"Identificar algunas emociones y sentimientos de las personas de su entorno y expresar las suyas mediante el lenguaje verbal y no verbal" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Diferenciar algunos sonidos como los de elementos de la naturaleza, de objetos cotidianos y onomatopeyas" [2].	NO LOGRADO
		"Identificar nociones de cuantificación como: uno/ ninguno; mucho/ poco" [2].	NO LOGRADO
		"Comunicar con intencionalidad sus deseos, sentimientos y emociones a través de gestos y movimientos identificados" [2].	VÍAS DE LOGRO

continua en la siguiente página

ID	Edad-Meses	Destreza	Nivel de Evaluación
		"Pronunciar con claridad la mayoría de palabras de su lenguaje verbal, pudiendo presentarse dificultad en ciertos fonemas" [2].	NO LOGRADO
		"Realizar diferentes movimientos de muñeca, manos y dedos que le permitan coger objetos utilizando la pinza trípode" [2].	VÍAS DE LOGRO
20	36	"Reconocer las nociones arriba/abajo, dentro/fuera y abierto/ cerrado en su relación con objetos" [2].	NO LOGRADO
		"Identificar nociones de cuantificación como: uno/ ninguno; mucho/ poco" [2].	NO LOGRADO
		"Realizar trazos mediante el garabateo controlado para expresar gráficamente sus representaciones mentales de objetos, animales y personas" [2].	LOGRADO
21	34	"Diferenciar por los nombres a los miembros de su familia y personas cercanas, reconociéndose como parte de la misma" [2].	NO LOGRADO
		"Reconocer tres colores (amarillo, azul y rojo) en objetos de su entorno" [2].	VÍAS DE LOGRO
		"Pronunciar con claridad la mayoría de palabras de su lenguaje verbal, pudiendo presentarse dificultad en ciertos fonemas" [2].	NO LOGRADO
22	35	"Identificar algunas emociones y sentimientos de las personas de su entorno y expresar las suyas mediante el lenguaje verbal y no verbal" [2].	VIAS DE LOGRO
		"Comunicar con intencionalidad sus deseos, sentimientos y emociones a través de gestos y movimientos identificados" [2].	NO LOGRADO
		"Identificar y nombrar las partes gruesas de su cuerpo y de la cara (ojos, nariz, boca, etc.) a través de la exploración sensorial" [2].	LOGRADO

Cuadro 7.1: Datos de prueba - Perfiles de los niños, con los niveles de evaluación por cada destreza a mejorar [2].

En el Cuadro 7.1 se puede observar los perfiles de los 22 ni;os seleccionados para llevar a cabo lo que son las pruebas del sistema experto. este esquema esta compuesto contiene básicamente los datos de entrada que se ingresaran al sistema experto como hechos o casos de prueba, esta compuesto por el nombre y la edad del candidato, seguido

de las destrezas en las cuales necesita mejorar o ha tenido ciertas observaciones, cada una de ellas con el nivel de evaluación que le han asignado los terapistas.

En el Cuadro 7.2 se da a conocer las recomendaciones que se obtuvieron por cada caso ingresado al sistema, este esquema presenta las actividades y las repeticiones recomendadas por cada destreza y su nivel de evaluación, mis mas que deberá desempeñar por cada sesión. En la tabla también se puede apreciar los campos semánticos que están implicados en todas las recomendaciones que se han dado por cada niño, con sus respectivos porcentajes, esto permite complementar con una recomendación general acerca del campo semántico en el cual se podría centrar mas para cumplir con la mayoría de actividades recomendadas.

Recomendaciones			
Repetición	**Actividades**	**Campos Semánticos**	**Recomendación General**
2 a 3 veces	Presentación de los miembros de la familia, Rompecabezas de las partes de la cara, Reconocimiento de la emoción en base a historias".	NOCIONES: 7.0 % MEDIOS DE TRANSPORTE: 14.0 % COLORES: 7.0 % LA FAMILIA: 7.0 % PARTES DE LA CARA: 7.0 % EMOCIONES: 50.0 % LOS ANIMALES: 7.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES.
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias", Ruleta de emociones.		
2 a 3 veces	Arrastrar y soltar los animales, Reconocimiento de medios de transporte por su sonido.		
3 a 5 veces	Noción Poco/muchos.		
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias", Ruleta de emociones.		
3 a 5 veces	Reconocimiento del nombre del medio de Transporte, Reconocimiento de las imágenes por su color.		

continua en la siguiente página

Repetición	**Actividades**	**Campos Semánticos**	**Recomendación General**
1 a 2 veces	Presentación de los miembros de la familia, Tarjetas miembros de la familia, Los miembros de la familia y sus Alimentos.	LA FAMILIA 33.0 % PROFESIONES 8.0 % MEDIOS DE TRANSPORTE 16.0 % NOCIONES 16.0 % EMOCIONES 8.0 % COLORES 8.0 % PARTES DE LA CARA 8.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de LA FAMILIA
3 a 5 veces	Vestir a los profesionales, Arrastrar y soltar el profesional, Reconocimiento de los medios de transporte por su sonido.		
2 a 3 veces	Noción Dia/noche, Noción Dentro/fuera.		
3 a 5 veces	Reconocimiento de la emoción en base a historias, Los miembros de la familia y sus Alimentos.		
3 a 5 veces	Reconocimiento del nombre del medio de Transporte, Reconocimiento de las imágenes por su color.		
2 a 3 veces veces	Canción partes de la cara.		
2 a 3 veces	Completar las partes de la cara.	PARTES DE LA CARA 25.0 % EMOCIONES 50.0 % LA FAMILIA 25.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones, Los miembros de la familia y sus Alimentos.		

continua en la siguiente página

Repetición	**Actividades**	**Campos Semánticos**	**Recomendación General**
2 a 3 veces	Presentación de los miembros de la familia, Rompecabezas de las partes de la cara, Reconocimiento de la emoción en base a historias.		
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones.	EMOCIONES 80.0 % LA FAMILIA 20.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción en base a historias, Los miembros de la familia y sus Alimentos.		
3 a 5 veces	Presentación de los miembros de la familia, Tarjetas miembros de la familia, Los miembros de la familia y sus Alimentos".	LA FAMILIA 37.0 % COLORES 37.0 % FRUTAS 12.0 % PARTES DE LA CARA 12.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de LA FAMILIA
3 a 5 veces	Presionar los globos por su color, Reconocimiento de las imágenes por color.		
2 a 3 veces	Arrastrar y soltar las Frutas, Dibujo Libre.		
3 a 5 veces	Completar las partes de la cara.		
2 a 3 veces	Presentación de los miembros de la familia, Tarjetas miembros de la familia, Los miembros de la familia y sus Alimentos.	LA FAMILIA 40.0 % PRENDAS DE VESTIR 10.0 % ALIMENTOS Y BEBIDAS 30.0 % JUGUETES 10.0 % MEDIOS DE TRANSPORTE 10.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de LA FAMILIA

continua en la siguiente página

Repetición	**Actividades**	**Campos Semánticos**	**Recomendación General**
2 a 3 veces	Reconocimiento de las Prendas de vestir, Reconocimiento del nombre de las Bebidas, Reconocimiento del nombre de los alimentos, Reconocimiento del nombre de los Juguetes.		
3 a 5 veces	Presentación de los miembros de la familia, Reconocimiento del nombre del medio de transporte, Reconocimiento del nombre de los alimentos.		
3 a 5 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones.	EMOCIONES 50.0 % NOCIONES 33.0 % COLORES 16.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES
1 a 2 veces	Noción Dia/noche, Noción Dentro/fuera.		
3 a 5 veces	Dibujo Libre		
3 a 5 veces	Presentación de los miembros de la familia, Rompecabezas de las partes de la cara, Reconocimiento de la emoción en base a historias.	LA FAMILIA 12.0 % PARTES DE LA CARA 12.0 % EMOCIONES 50.0 % NOCIONES 25.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones.		
3 a 5 veces	Noción Dia/noche, Noción Dentro/fuera.		
3 a 5 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones, Los miembros de la familia y sus Alimentos.	FRUTAS 16.0 % COLORES 16.0 % EMOCIONES 50.0 % LA FAMILIA 16.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES

continua en la siguiente página

Repetición	**Actividades**	**Campos Semánticos**	**Recomendación General**
3 a 5 veces	Arrastrar y soltar las Frutas, Dibujo Libre.		
3 a 5 veces	Presentación de los miembros de la familia, Tarjetas miembros de la familia, Los miembros de la familia y sus Alimentos.	LA FAMILIA 33.0 % PRENDAS DE VESTIR 11.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de LA FAMILIA
2 a 3 veces	Reconocimiento de las Prendas de vestir, Reconocimiento del nombre de las Bebidas, Reconocimiento del nombre de los alimentos, Reconocimiento del nombre de los Juguetes.		
3 a 5 veces	Presionar los globos por su color, Reconocimiento de las imágenes por color.		
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones.	EMOCIONES 50.0 % COLORES 33.0 % FRUTAS 16.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES
3 a 5 veces	Dibujo Libre.		
2 a 3 veces	Arrastrar y soltar las Frutas, Dibujo Libre.		
3 a 5 veces	Vestir a los profesionales, Arrastrar y soltar el profesional, Reconocimiento de los medios de transporte por su sonido.	PROFESIONES 14.0 % MEDIOS DE TRANSPORTE 28.0 % LOS ANIMALES 14.0 % EMOCIONES 14.0 % LA FAMILIA 14.0 % PARTES DE LA CARA 14.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de MEDIOS DE TRANSPORTE
3 a 5 veces	Reconocimiento de la emoción en base a historias, Los miembros de la familia y sus Alimentos.		
1 a 2 veces	Completar las partes de la cara.		

continua en la siguiente página

Repetición	**Actividades**	**Campos Semánticos**	**Recomendación General**
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones.	EMOCIONES 42.0 % LA FAMILIA 14.0 % MEDIOS DE TRANSPORTE 14.0 % ALIMENTOS Y BEBIDAS 14.0 % COLORES 14.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES
3 a 5 veces	Presentación de los miembros de la familia, Reconocimiento del nombre del medio de transporte, Reconocimiento del nombre de los alimentos.		
2 a 3 veces	Dibujo Libre		
3 a 5 veces	Vestir a los profesionales, Arrastrar y soltar el profesional, Reconocimiento de los medios de transporte por su sonido.	PROFESIONES 14.0 % MEDIOS DE TRANSPORTE 14.0 % NOCIONES 28.0 % EMOCIONES 42.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES
2 a 3 veces	Noción Dia/noche, Noción Dentro/fuera.		
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones.		
1 a 2 veces	Presentación de los miembros de la familia, Reconocimiento del nombre del medio de transporte, Reconocimiento del nombre de los alimentos.	LA FAMILIA 16.0 % MEDIOS DE TRANSPORTE 16.0 % ALIMENTOS Y BEBIDAS 16.0 % FRUTAS 16.0 % COLORES 16.0 % PARTES DE LA CARA 16.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de LA FAMILIA
3 a 5 veces	Arrastrar y soltar las Frutas, Dibujo Libre		

continua en la siguiente página

Repetición	**Actividades**	**Campos Semánticos**	**Recomendación General**
2 a 3 veces	Completar las partes de la cara.		
2 a 3 veces	Reconocimiento de las Prendas de vestir, Reconocimiento del nombre de las Bebidas, Reconocimiento del nombre de los alimentos, Reconocimiento del nombre de los Juguetes.	PRENDAS DE VESTIR 14.0 % ALIMENTOS Y BEBIDAS 28.0 % JUGUETES 14.0 % NOCIONES 14.0 % EMOCIONES 14.0 % LA FAMILIA 14.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de LA FAMILIA
3 a 5 veces	Noción Poco/muchos.		
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción en base a historias, Los miembros de la familia y sus Alimentos.		
3 a 5 veces	Reconocimiento de las Prendas de vestir, Reconocimiento del nombre de las Bebidas, Reconocimiento del nombre de los alimentos, Reconocimiento del nombre de los Juguetes.	PRENDAS DE VESTIR 11.0 % ALIMENTOS Y BEBIDAS 22.0 % JUGUETES 11.0 % LOS ANIMALES 11.0 % MEDIOS DE TRANSPORTE 11.0 % EMOCIONES 33.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES
2 a 3 veces	Arrastrar y soltar los animales, Reconocimiento de medios de transporte por su sonido.		
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones.		

continua en la siguiente página

Repetición	**Actividades**	**Campos Semánticos**	**Recomendación General**
1 a 2 veces	Presentación de los miembros de la familia, Rompecabezas de las partes de la cara, Reconocimiento de la emoción en base a historias.	NOCIONES 40.0 % LA FAMILIA 20.0 % PARTES DE LA CARA 20.0 % EMOCIONES 20.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de NOCIONES
3 a 5 veces	Noción Dia/noche, Noción Dentro/fuera.		
3 a 5 veces	Noción Dia/noche, Noción Dentro/fuera.	NOCIONES 18.0 % EMOCIONES 37.0 % LOS ANIMALES 6.0 % MEDIOS DE TRANSPORTE 12.0 % LA FAMILIA 6.0 % ALIMENTOS Y BEBIDAS 6.0 % FRUTAS 6.0 % COLORES 6.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones.		
3 a 5 veces	Arrastrar y soltar los animales, Reconocimiento de medios de transporte por su sonido.		
3 a 5 veces	Noción Poco/muchos.		
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones.		
3 a 5 veces	Presentación de los miembros de la familia, Reconocimiento del nombre del medio de transporte, Reconocimiento del nombre de los alimentos.		

continua en la siguiente página

Repetición	**Actividades**	**Campos Semánticos**	**Recomendación General**
2 a 3 veces	Arrastrar y soltar las Frutas, Dibujo Libre.		
3 a 5 veces	Noción Dia/noche, Noción Dentro/fuera.	NOCIONES 75.0 % COLORES 25.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de NOCIONES
3 a 5 veces	Noción Poco/muchos.		
1 a 2 veces	Dibujo Libre.		
3 a 5 veces	Presentación de los miembros de la familia, Tarjetas miembros de la familia, Los miembros de la familia y sus Alimentos.	LA FAMILIA 50.0 % COLORES 25.0 % MEDIOS DE TRANSPORTE 12.0 % ALIMENTOS Y BEBIDAS 12.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de LA FAMILIA
2 a 3 veces	NPresionar los globos por su color, Reconocimiento de las imágenes por color.		
3 a 5 veces	Presentación de los miembros de la familia, Reconocimiento del nombre del medio de transporte, Reconocimiento del nombre de los alimentos.		
2 a 3 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones.	EMOCIONES 85.0 % PARTES DE LA CARA 14.0 %	Se recomienda Fortalecer más en el campo de EMOCIONES
3 a 5 veces	Reconocimiento de la emoción por el rostro, Reconocimiento de la emoción en base a historias, Ruleta de emociones.		
1 a2 veces	Completar las partes de la cara.		

Cuadro 7.2: Recomendaciones por cada uno de los caos propuestos en el Cuadro 7.1.

La validación del sistema consta en una calificación que el terapista otorgará, por cada caso con sus respectivas recomendaciones. Tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Coherencia. - Especifica si los ejercicios/actividades seleccionados por el sistema experto son apropiados para el niño, de acuerdo con sus habilidades y discapacidades.
- Completitud. - Determina si los planes recomendados por el sistema experto están completos con respecto a qué áreas deben capacitarse para desarrollar habilidades específicas (según el perfil del niño).
- Relevancia. - Determina si la especificidad de cada ejercicio es adecuada para el niño. Este criterio está relacionado con las características de cada actividad en cuanto al número de repeticiones, velocidad, ayudas de control, etc.

La calificación otorgada por el terapista en cada uno de los parámetros a evaluar es dada sobre 5 en donde 5 es considerado muy satisfactorio, 4 es satisfactoria, 3 es aceptable, 2 es deficiente y 1 es malo.

Finalmente, de la evaluación realizada por los terapistas hacia el sistema experto se presenta un gráfico estadístico a modo de radar, en el que se evalúan cinco destrezas (D1, D2, D3, D4, D5) en los tres niveles (Vías de Logro, No Logrado, Logrado), además indicando el valor obtenido en los parámetros de calificación en coherencia, completitud, relevancia.

Nivel	Destreza	Coherencia	Completitud	Relevancia
Vías de Logro	D1	5	5	5
	D2	4	4	5
	D3	5	4	5
	D4	4.5	4.5	4.5
	D5	4	5	5
No Logrado	D1	5	5	5
	D2	5	4.75	4.75
	D3	5	5	5
	D4	5	5	5
	D5	4.33	4.67	4
Logrado	D1	5	4	4
	D2	4	3	4
	D3	5	5	5
	D4	4	5	4.5
	D5	5	4	5

Cuadro 7.3: Resultados de las destrezas calificadas a graficar.

- D1: “Reconocerse como niña o niño identificando sus características físicas” [2].
- D2: “Reconocer las nociones arriba/abajo, dentro/fuera y abierto/ cerrado en su relación con objetos” [2].
- D3: “Realizar trazos mediante el garabateo controlado para expresar gráficamente sus representaciones mentales de objetos, animales y personas” [2].

- D4: “Identificar y nombrar las partes gruesas de su cuerpo y de la cara (ojos, nariz, boca, etc.) a través de la exploración sensorial” [2].
- D5: “Diferenciar por los nombres a los miembros de su familia y personas cercanas, reconociéndose como parte de la misma” [2].

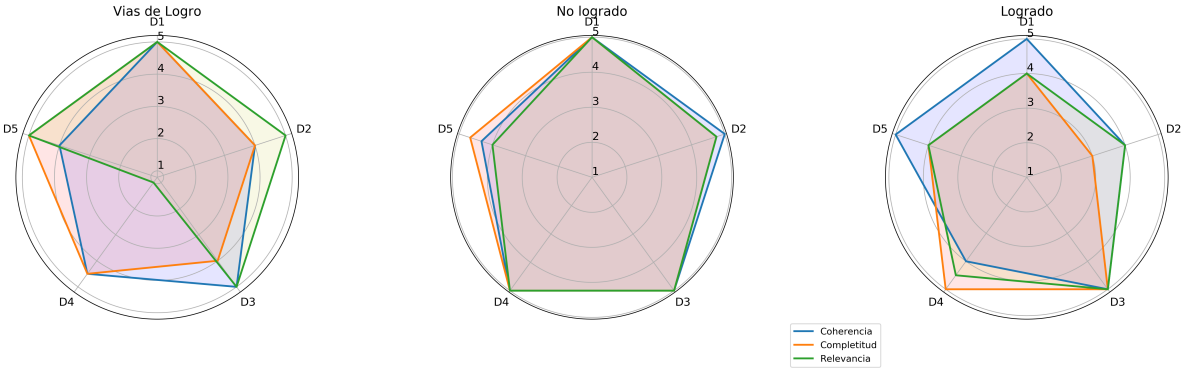


Figura 7.10: Gráfico estadístico de los resultados obtenidos de una destreza a realizar

Conclusiones

La elaboración de este proyecto ha sido de gran ayuda para los terapistas encargados en tratar la parte del lenguaje en los niños, en este caso enfocado en el componente léxico – semántico y en niños de 2 a 3 años de edad. El sistema ha permitido ser una herramienta de apoyo para mejorar el vocabulario en los niños, en donde se necesita aclarar o fijar los conocimientos léxicos del niño. Para el desarrollo del proyecto fue de vital importancia contar con el apoyo de profesionales en el área de educación inicial y estimulación temprana, de esta manera no solo se trabajó desde el punto de vista tecnológico, ya que con la información brindada por los expertos en estas áreas pudimos conocer la realidad del aprendizaje del lenguaje léxico – semántico en los niños de Cuenca, en éste caso específico a los que asisten a los CIBV del Ministerio de Inclusión Económico y Social. También cabe destacar que en el desarrollo de este sistema se contó con la apoyo de terapistas del lenguaje expertos en educación inicial de la Universidad del Azuay, así también con el aporte personal de Ingenieros de Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana, y así de esa manera se trabajó conjuntamente para lograr como resultado un producto que se encuentre acorde a las necesidades actuales y de utilidad para este sector de enseñanza asía los niños.

Durante el proceso de diseño y construcción del sistema se mantuvo reuniones frecuentes con los terapistas e ingenieros en sistemas involucrados en el proyecto, permitiendo saber qué aspectos mejorar o que correcciones realizar en la elaboración del sistema, de manera que el desarrollo se realice de forma satisfactoria y que se cumplan todos los requerimientos planteados en el inicio del proyecto.

Hay que recalcar que la calificación y la retroalimentación en lo que se relaciona a las actividades que implementan el reconocimiento de voz y la pronunciación esta realizado tomando en consideración las capacidades de un niño de temprana edad, para ello se ha aplicado la distancia de levenshtein para calcular el porcentaje de similitud entre dos palabras, debido a que un niño de edad temprana, alguna de las palabras no la pronuncian bien en su totalidad o en la mayoría de casos su pronunciación es opacada por los ruidos.

La tecnología hoy en día resulta de gran ayuda para el docente o educador siempre y cuando se aplique de forma adecuada, esto se pudo confirmar al momento de la experimentación de la aplicación por parte de los educadores, en los centros ya mencionados, obteniendo un interés positivo por parte de la aplicación lúdica con ciertas observacio-

nes y recomendaciones que han sido tomadas en cuenta conforme se aplicaba el software.

El uso de los sonidos, las imágenes y todo el contenido multimedia que conforma la aplicación, están dirigidos y pensados específicamente para los niños, estableciendo en si una interfaz amigable de acuerdo a su edad, puesto que todo esto implementado en un dispositivo móvil, tiene como ventaja, mejorar las capacidades de los niños en varios aspectos, estos pueden ser sus capacidades visuales, el manejo de las manos y los dedos en las funcionalidades táctiles del móvil, todo esto esta basado en estudios previamente analizados por parte de los profesionales en la educación inicial.

Recomendaciones

Se recomienda ejecutar la aplicación móvil del juego "Pike Aprende" en un dispositivo de gama media, de preferencia tablets con sistema operativo Android. El juego también es posible ejecutarlo a través de la plataforma web para eso se recomienda utilizar el navegador Google Chrome ya que el juego utiliza el API Web Speech Recognition que es reconocido solo en este navegador.

Es importante considerar que el niño debe estar acompañado del terapista que se encarga de reforzar su lenguaje léxico – semántico para desarrollar cada una de las posibles acciones dentro de las diferentes áreas que contiene el juego. Esta recomendación se da para que el terapista valla teniendo un control de la utilización que le da el niño a la aplicación.

En cuanto a las tecnologías utilizadas en el desarrollo del sistema se recomienda tener conocimientos previos en Gdevelop que fue utilizado para el desarrollo del juego y de Java EE que se utilizó para el desarrollo del sistema web, de esta manera si se desea brindar soporte en el proyecto se podrá cambiar en su programación, cambie únicamente las partes que considere que son necesarias modificarlas, de manera que optimicé su tiempo y se facilite el desarrollo.

En la parte del diseño de las interfaces gráficas del juego se recomienda la ayuda de un diseñador gráfico, de forma que toda la parte visual que tiene el juego sea muy atractivo para los niños y además para mostrar un contenido adecuado según la edad de los niños que esta dirigida la aplicación.

Trabajos Futuros

Aumentar nuevas actividades en los campos semánticos: En esta sección se podría generar más contenido para brindar un mejor soporte para las evaluaciones de las destrezas y habilidades del niño, cabe recalcar que las nuevas actividades que se puedan crear tienen que ser planificadas con los expertos que tratan a los niños en el área del lenguaje.

Realizar un nuevo análisis de datos inteligente: El sistema actualmente genera reportes basado en minería de datos, la información que se ha tomado como muestra ha sido de niños que asisten a centros infantiles del buen vivir (CIBV) del MIES, ahora se podría tomar una muestra de datos de niños que asistan centros infantiles privados, de esta forma se podría analizar si existe un comportamiento diferente de los niños que asistieron a estos institutos públicos con los niños que asisten a institutos privados.

Manejar la parte administrativa del terapista a través de una aplicación móvil: La parte administrativa de la información de los niños se maneja actualmente a través de la página web, en una nueva modernización del sistema se puede crear un aplicativo móvil que permita realizar el manejo de la información de los niños a través del aplicativo.

Enriquecer el sistema experto: Por el momento, en este proyecto se trabajó sobre un sistema experto basado en reglas, en una proyección futura se podría aumentar la base de conocimiento utilizando otras herramientas que nos permitan dar un aporte en la toma de decisiones, entre los que se podría utilizar son ontologías, lógica difusa.

Anexos

11.1. Manual de Usuario del sistema

11.1.1. Requerimientos

Los requisitos básicos para que el juego ejecute son:

11.1.1.1. Hardware

- Computadora o Dispositivo móvil (Celular, Tablet) con conexión a internet.

11.1.1.2. Software

- Sistema operativo Android versión 5 en adelante, Para Dispositivos Móviles.
- Navegador Web Google Chrome en caso de no usar Dispositivo Android.

La aplicación lúdica que forma parte del sistema en general dispone de un modulo de reconocimiento de voz que utiliza el API Web Speech Recognition propia del navegador Google Chrome, es por esta razón que al ser ejecutada la aplicación en otro navegador la aplicación perdería la funcionalidad del reconocimiento.

11.1.2. Funcionamiento del Sistema

En este apartado se detallarán el funcionamiento de cada uno de los módulos que conforman el proyecto de desarrollo de la aplicación Lúdica Pike - Aprende. Empezando por el registro y gestión de información, así como la interacción con el videojuego.

11.1.2.1. Funcionamiento de la Plataforma Web para la gestión de información.

11.1.2.1.1 Gestión Terapista

Para empezar a utilizar la aplicación los niños deben estar previamente registrados, al igual que sus terapistas. Estos registros se llevan a cabo en la plataforma Web del Sistema, la misma que se presenta en la Figura 11.1, la cual muestra la pantalla de

inicio del sistema con la información sobre el videojuego y su contenido.

Figura 11.1: Portal Web del proyecto Pike - Aprende.

Para el registro de los terapistas, dar clic en la opción Registrarse en la esquina superior izquierda de la pantalla de inicio, la cual nos redirige a la página de registro como se muestra en la Figura 11.2.

Luego de haber ingresado todos los datos, dar clic en el botón REGISTRAR. En caso de no existir ninguna excepción se mostrará un mensaje con Registro Exitoso, caso contrario se indicará cual es el error.

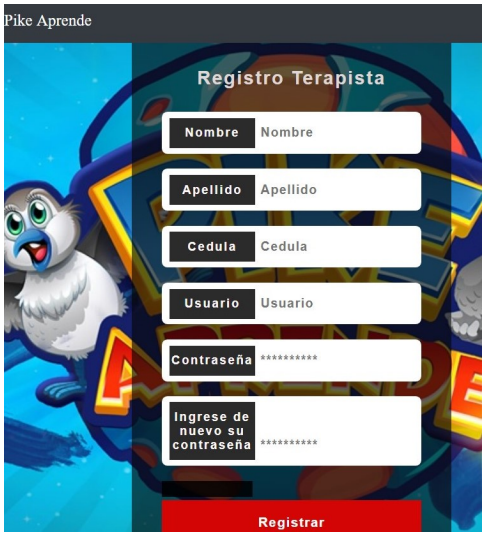


Figura 11.2: Página de registro de Terapistas.

11.1.2.1.2 Inicio de sesión del Terapista

Una vez registrado el terapista, este puede ingresar al portal web con su usuario y clave, dando clic en la opción Iniciar Sesión misma que se puede observar en la Figura 11.3,

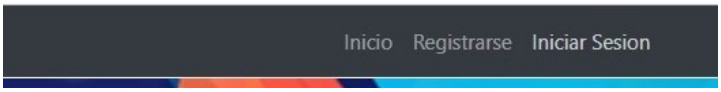


Figura 11.3: Menú de acciones del portal web.

Una vez que se inicie sesión se muestra la pantalla principal del usuario, con la información de todas las áreas que cubre la aplicación lúdica. Además, se encontrarán más opciones como registrar o listar los niños de los cuales se llevará o se esté llevando un control, tal y como se muestra en la Figura 11.4.

Figura 11.4: Portal Web con información de los campos semánticos.

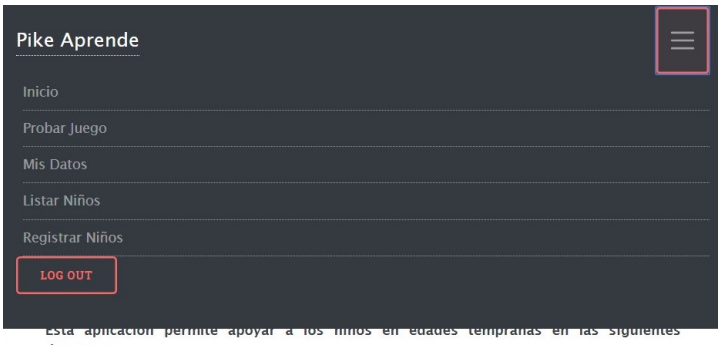


Figura 11.5: Menú de opciones del Terapista

11.1.2.1.3 Registro de Niños.

Para el registro de los niños seleccione la opción Registrar Niños e ingrese los datos requeridos entre los cuales está el usuario único del niño que le permitirá ingresar al

juego posteriormente, tal y como se muestra en la Figura 11.6.

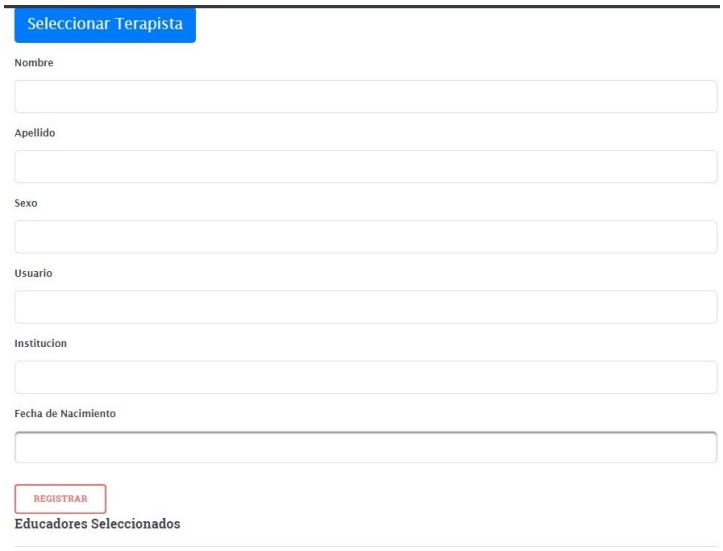


Figura 11.6: Página de registro del niño.

Hay que recalcar que en este proceso de registro de los niños, se pueden agregar o quitar terapistas que vayan a llevar el control del niño a registrarse, aparte del terapista que haya iniciado sesión, esto mediante la búsqueda del terapista con la cédula de identidad, en caso de existir el terapista se selecciona el mismo y se da clic en agregar, como se muestra en la Figura 11.7, en el caso de no existir o no estar registrado la búsqueda no dará ningún resultado.

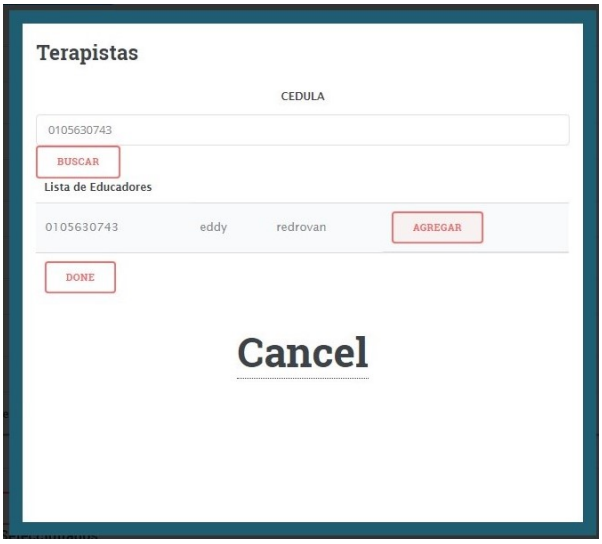


Figura 11.7: Opción para añadir más terapistas, que estén a cargo del niño.

Una vez agregado los terapistas y luego de haber ingresado los datos requeridos para el niño, dar clic en el botón REGISTRAR. En caso de no existir algún error, aparecerá un mensaje que indique un registro exitoso, caso contrario se notificará el error o el campo faltante.

11.1.2.1.4 Listar Niños.

El terapista puede observar los niños que estén bajo su control, para ello dar clic en la opción listar niños. Esta nos redirige a la pantalla que se muestra en la Figura 11.8.

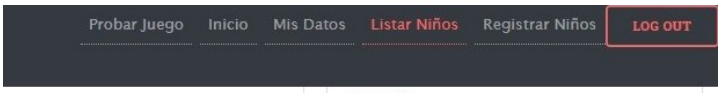
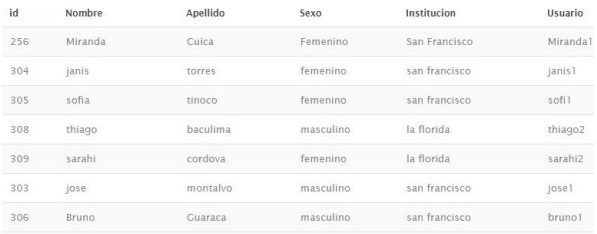


Figura 11.8: Menú Listar Niños.



id	Nombre	Apellido	Sexo	Institucion	Usuario
256	Miranda	Cuica	Femenino	San Francisco	Miranda1
304	janis	torres	femenino	san francisco	janis1
305	sofia	tinoco	femenino	san francisco	sofi1
308	thiago	baculima	masculino	la florida	thiago2
309	sarahi	cordova	femenino	la florida	sarahi2
303	jose	montalvo	masculino	san francisco	jose1
306	Bruno	Guaraca	masculino	san francisco	bruno1

Figura 11.9: Portal web con Listado de Niños

Como se puede observar en la Figura 11.9, se presenta un listado de niños registrados que son atendidos por el terapista que se encuentra en sesión.

11.1.2.1.5 Filtro y Búsqueda de Niños.

En caso de existir un gran número de niños, el terapista puede filtrar la información, para ello debe ingresar los parámetros de búsqueda y dar clic en el botón buscar.

Figura 11.10: Botón para descargar Reporte en PDF.

Si se desea obtener un reporte de las sesiones realizadas por los niños, dar clic en el botón Obtener Reporte, el cual se muestra en la Figura 11.11.

Figura 11.11: Botón para descargar Reporte en PDF.

Una vez presionado el botón se descargará un documento en pdf, con 3 graficas diferentes para el análisis del desempeño de los niños en cada una de las áreas semánticas del juego, tal y como se puede observar en la Figura 11.12.

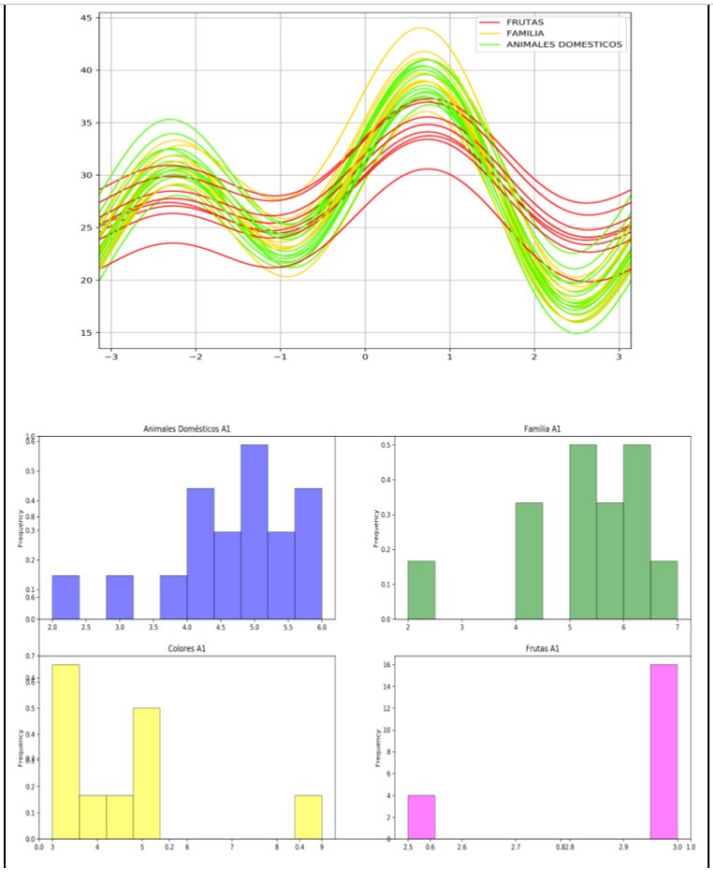


Figura 11.12: Gráficas (Análisis de variables en un diagrama de Fourier y graficas de frecuencias con los puntajes obtenidos por cada área) que forman parte del reporte en pdf.

11.1.2.1.6 Modificar los datos de los Niños.

En caso de que se desee modificar la información del niño dar clic en el botón editar, seguido de esto se mostrara una nueva pantalla parecida al registro de los niños como se muestra en la Figura 11.13 en la cual se ingresa los nuevos datos del niño.

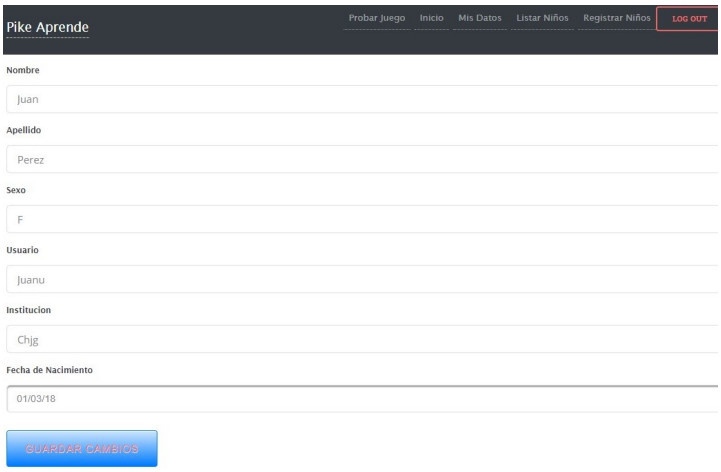


Figura 11.13: Página de Edición de los datos del Niño.

Una vez ingresado los datos dar clic en Guardar Cambios. Para acceder a la pagina de las sesiones con los respectivos puntajes que han tenido los niños, dar clic en el botón Detalles, que se encuentra junto al botón editar en la pagina de la lista de niños como se puede observar en la Figura 11.14.

Figura 11.14: Listado de niños con las opciones por cada uno de ellos.

La pantalla con los detalles del niño, se puede observar en la Figura 11.15, en esta pantalla se presenta una lista con las diferentes sesiones que ha tenido el niño, estas sesiones se pueden filtrar ya sea por Fecha, Actividad o Descripción.

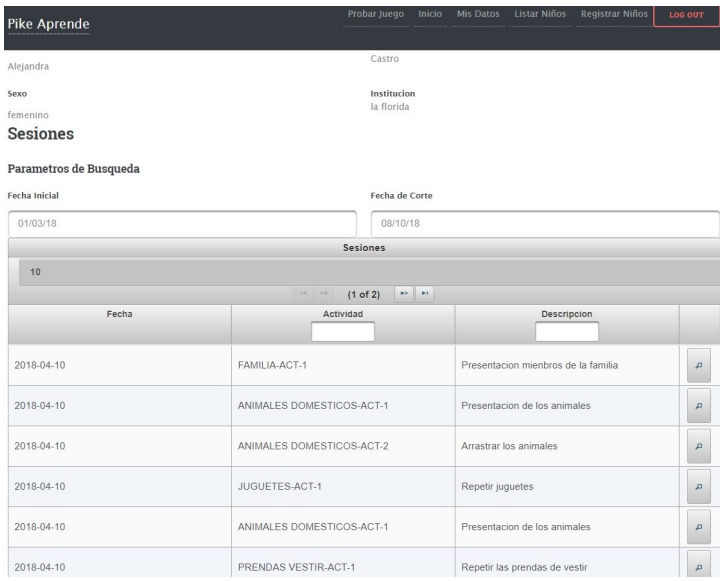


Figura 11.15: Página de detalles y sesiones realizadas por el niño.

Para verificar los puntajes obtenidos en cada actividad realizada, presione el botón de vista que se encuentra junto a cada sesión, como se muestra en la figura 11.16.

Figura 11.16: Botón que permite ver los puntajes

Una vez presionado el botón se observará un cuadro de dialogo con los puntajes y las métricas calificadas en dicha actividad, como se muestra en la Figura 11.17.

Figura 11.17: Tabla de puntajes por sesión

11.1.2.1.7 Sistema de Recomendación de Actividades

Este módulo tiene como objetivo recomendar actividades a los niños de acuerdo con la destreza a analizar y el nivel de evaluación (evaluación no lograda, evaluación en vías de logro, evaluación lograda) que tiene el niño.

Esta parte de recomendación se encuentra a continuación de la lista de sesiones en la página de detalles del niño, como se observa en la Figura 11.18.

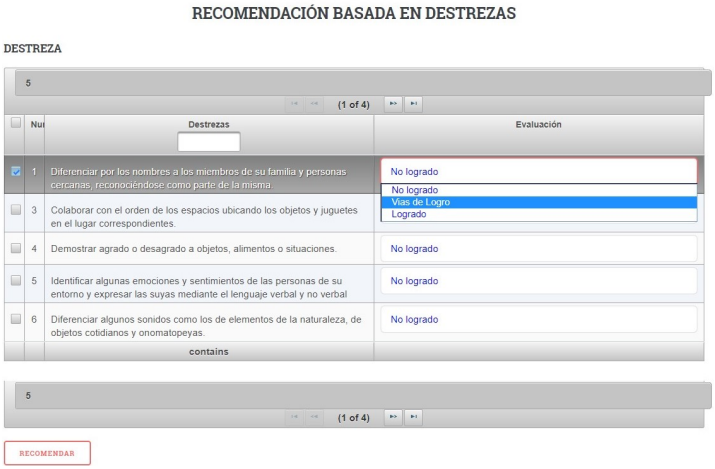


Figura 11.18: Sesión de Recomendaciones, con lista de destrezas.

Para seleccionar las destrezas, marcar los casilleros que se encuentran junto a ellas, como se observa en la Figura 11.18, por cada destreza se puede ir seleccionando el nivel de evaluación del niño en relación a la destreza seleccionada.

Una vez seleccionadas las destrezas y los niveles de evaluación, dar clic en el botón Recomendar, seguido de esto se generará una lista de recomendaciones con las actividades y las veces a repetir, y una recomendación en general, como se muestra en la Figura 11.19.

Figura 11.19: Resultado de Recomendaciones Generadas.

También se presenta un diagrama con las rutas, que se han seguido por cada una de las recomendaciones, como se observa en la Figura 11.20.

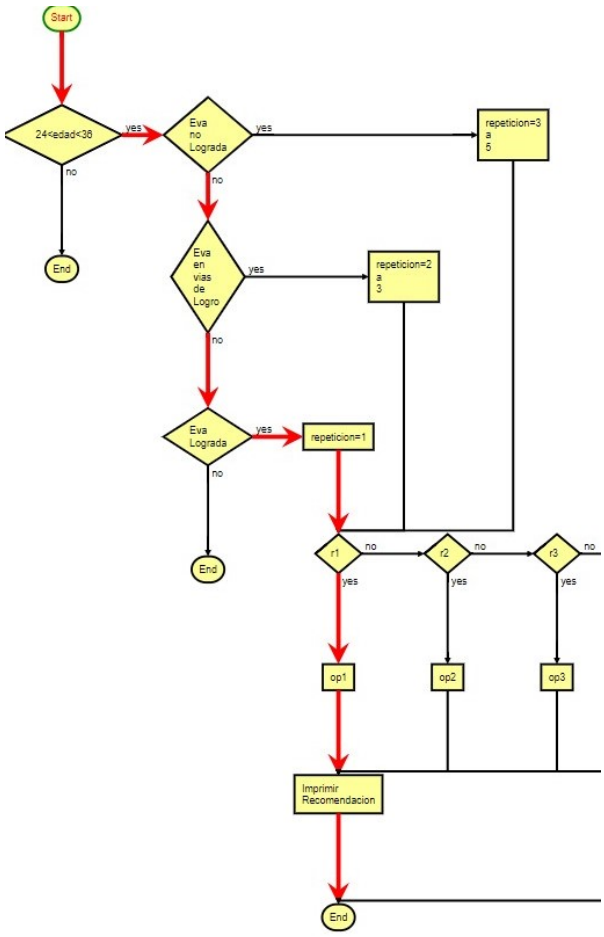


Figura 11.20: Diagrama de rutas que se siguió para obtener las recomendaciones.

11.1.2.2. Funcionamiento del Juego

11.1.2.2.1 Ingreso al Juego

El juego se encuentra disponible por el momento tanto en la web como para dispositivos Android.

Ingreso al Juego vía Web En la web se puede acceder por medio de la opción Probar Juego que se encuentra en el menú de la plataforma Web una vez que haya iniciado sesión el terapista, como se indica en la Figura 11.21. Todo esto se puede realizar mediante el navegador Google Crhome, debido a que, como ya se mencionó anteriormente, la API de reconocimiento de voz funciona únicamente con el navegador de Chrome.

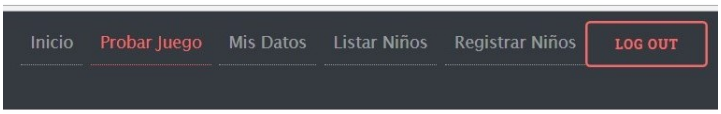


Figura 11.21: Portal de administración para el terapista de la Pagina de Pike Aprende

11.1.2.2.2 Interfaces del video Juego.

Las interfaces de la aplicación lúdica y todas las actividades del video Juego son las mismas tanto para la aplicación que se accede mediante la web como la que está instalada en el dispositivo Android. A continuación, en la Figura 11.22 se puede observar la interfaz de inicio del video juego denominado Pike Aprende.

Figura 11.22: Interfaz de inicio de la aplicación educativa.

Como se muestra en la Figura 11.22. Existen dos botones en la interfaz de entrada. El botón JUGAR redirige a la pantalla de ingreso del niño como se aprecia en la Figura 11.23, en la cual se ingresa el usuario único registrado por cada niño, para lo cual el terapista debe tener conocimiento de los usuarios de los niños que están a su cargo o cuidado. El botón INFORMACIÓN simplemente redirige a la pantalla donde se encuentran los datos del autor.

Figura 11.23: Ingreso del usuario único del niño.

Una vez ingresado el usuario del niño, dar clic en el botón INGRESAR. En el caso de no existir ninguna excepción y que el niño ya este registrado, el ingreso se realizará con éxito caso contrario no se podrá ingresar al menú de actividades.

11.1.2.2.3 Actividades del videojuego

Cada una de las actividades tienen los siguientes botones que tienen el mismo funcionamiento en todas las actividades. En el Cuadro 11.1, se muestra cada uno de los botones mencionados con su función.

	Botón Play. Empezar a jugar, activa movimientos y reconocimiento.		**Siguiente.** Avanza a la siguiente actividad de la misma Área
	Botón Menú: Regresa al menú de Áreas del Juego.		**Anterior.** Regresa a la actividad anterior correspondiente a la misma Área.

Cuadro 11.1: Opciones de cada una de las Actividades.

En algunas actividades sobre todo en las que se emplea el reconocimiento de voz, se presentan indicadores que le permiten al usuario saber que prosigue o el estado de la actividad, estos indicadores se presentan en el Cuadro 11.2

	Indica que el micrófono esta encendido, que le usuario hable en ese momento. Normalmente la imagen aparece y desaparece por un tiempo de 5 segundos.
finished Activity	Indica que la actividad se ha finalizado, Este indicador se emplea en las actividades que tienen un tiempo de realización.

Cuadro 11.2: Indicadores empleados en ciertas actividades.

11.1.2.2.4 Interacción con el juego (Area de las partes de la cara)

Actividad1. Esta actividad nos permitirá conocer a breves rasgos la funcionalidad de la mayoría de actividades pertenecientes a la aplicación Lúdica, puesto que es una actividad que engloba gran parte de las habilidades a fortalecer y analizar de un niño, como son el reconocimiento de voz, el aprendizaje y la atención a ciertas ordenes y la interacción con las manos.

Esta actividad consiste en Completar el esquema facial con las respectivas partes que lo componen, como se presenta en la Figura 11.24, además se implementa el reconocimiento de voz para calificar la pronunciación de las diferentes partes.

Para iniciar la actividad dar clic en el botón Play, mismo que se dio a conocer en el Cuadro 11.1, inmediatamente se habilita el movimiento de las partes de la cara. Para completar el esquema, seleccionar la parte de la cara y arrastrar a donde corresponda como se ejemplifica en la Figura 34. Hay que recalcar que se tiene un límite de tiempo para completar dicho esquema.

Figura 11.24: Actividad 1 del área (Partes de la cara). Asignación de las partes.

Una vez completado el Esquema o que se haya cumplido el limite de tiempo, todas las partes de la cara desaparecen y se procede a la parte de reconocimiento de voz, para ello el avatar da las indicaciones necesarias y cada una de las partes comienzan a aparecer, con el avatar mencionando el nombre de la parte y solicitándole al usuario que repita el nombre de la misma, para ello se activa el micrófono y se muestra el indicador, como se puede apreciar en la Figura 11.25. En caso de que la respuesta sea correcta el avatar lo califica como MUY BIEN, caso contrario VUELVE A INTENTARLO.

Figura 11.25: Actividad 1 del área (Partes de la cara). Reconocimiento de voz.

Como se puede apreciar en las interfaces presentadas de la actividad de completar las partes de la cara, además de indicarnos las funcionalidades a manera de resumen del resto de actividades, también nos presenta el uso de los botones como son: regresar al menú, ir a la siguiente actividad y sobre todo el indicador de reconocimiento que estará presente en todas las actividades que dispongan de este modulo.

Hay que considerar que para interactuar con la aplicación Lúdica se debe estar previamente registrado, además el terapista puede otorgar el control sobre sus niños, a otros terapistas que ya estén registrados, como se explica en la sección de registro de niños en la plataforma Web.

Bibliografía

[1] C. Belloch Ortí, "Speechviewer iii." https://www.uv.es/bellochc/logopedia/speechviewer3.pdf, 2012. (Accessed on 10/11/2018).

[2] J. Olivo Deleg and D. Nivelo Naula, "Desarrollo léxico en los niños de dos a tres años que asisten a los centros infantiles del buen vivir (cibv) del ministerio de inclusión económica y social (mies).," 2018. (Accessed on 10/11/2018).

[3] "Etapas del desarrollo del habla y el lenguaje — nidcd." https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/etapas-del-desarrollo-del-habla-y-el-lenguaje. (Accessed on 10/10/2018).

[4] "American speech-language-hearing association." https://www.asha.org/public/speech/development/2-3-anos/. (Accessed on 10/10/2018).

[5] J. BERKO GLEASON, "El desarrollo del lenguaje." http://www.libreriaherrero.es/pdf/ALHA/9788483225196.pdf. (Accessed on 10/10/2018).

[6] L. Montenegro Fernandez, "Propuesta de intervención para la mejora del lenguaje oral del alumnado de 5 año de educacion básica." https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2866/Laura_Montenegro_Fernandez.pdf?sequence=1, 2015. (Accessed on 10/10/2018).

[7] D. P. Acuña Loyola, N. A. Almarza Reyes, C. N. Maldonado Rojas, and V. E. Leal Segura, "Diseño de un programa de estimulación semántica temprana para niños de 2 a 3 años con antecedentes de prematuridad extrema." http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116822/Dise_o_de_un_Programa_de_Estimulaci_n_Sem_ntica_Temprana_para_ni_os_de_2_a_3_a_os_con_antecedentes_de_prematuridad_extrema..pdf;sequence=1, 2013. (Accessed on 10/11/2018).

[8] G. Federación Estatal de Asociaciones de Profesionales de Atención, "Libro blanco de la atencion temprana." https://www.fcsd.org/fichero-69992_69992.pdf, Septiembre 2005. (Accessed on 10/11/2018).

[9] M. Távara, "Diagnóstico del nivel de lenguaje en el componente léxico-semántico en niños de 3 años de dos colegios urbanos." https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3034/EDUC_051.pdf?sequence=1&isAllowed=y, 2017. (Accessed on 10/11/2018).

[10] J. Tusón, "Léxico semántica." https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448150007.pdf, 2000. (Accessed on 10/11/2018).

[11] C. Wangru, "Vocabulary teaching based on semantic-field." https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1100973.pdf, 2016. (Accessed on 10/11/2018).

[12] V. Sánchez Corrales and M. Murillo Rojas, "Campos semánticos y disponibilidad léxica en preescolar — sánchez corrales — revista educación." https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/13289/12563, 1993. (Accessed on 10/11/2018).

[13] A. Y. Murcia Gómez, "Uso del software como herramienta de aprendizaje en niÑos del grado preescolar del colegio andrÉs bello." http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1768/1/USO%20DEL%20SOFTWARE%20COMO%20HERRAMIENTA%20DE%20APRENDIZAJE%20EN%20NIN%CC%83OS%20DEL%20GRADO%20PREESCOLAR%20DEL%20COLEGIO%20ANDRE%CC%81S.pdf, 2015. (Accessed on 10/11/2018).

[14] M. Coto Chotto and S. Mora Rivera, "Senip: software educativo para niños en edad preescolar." http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/2004/breve/breves1221-1230.pdf. (Accessed on 10/11/2018).

[15] M. V. A. Ibáñez Moreno, Ana; Jordano de la Torre, "Diseño y evaluación de visp, una aplicación móvil para la práctica de la competencia oral." http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:revistaRied-2016-19-1-7030, 2016. (Accessed on 10/11/2018).

[16] C. Timbi Sisalima, V. Robles Bykbaev, E. Guiñansaca Zhagüi, M. Capón Albarracín, and G. Ochoa Arévalo, "Redalyc.adacof: una aproximación educativa basada en tic para el aprendizaje digital de la articulación del código fonético en niños con discapacidad." http://www.redalyc.org/pdf/132/13239889011.pdf, 2015. (Accessed on 10/11/2018).

[17] S. Magsamen, "About - curiosityville." https://www.curiosityville.com/about/. (Accessed on 10/11/2018).

[18] T. Nichols, R. kats, and C. Nichols, "Speech sounds on cue for apraxia and articulation." https://www.bungalowsoftware.com/speech-sounds.htm. (Accessed on 10/11/2018).

[19] D. Quisi Peralta, "Diseño de un paradigma para generación automática de planes específicos de terapia de lenguaje para niños con trastornos de la comunicación en base a técnicas de minería de datos.." https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/7461/TFM%20Diego%20Quisi%20Peralta.pdf?sequence=1, 2015. (Accessed on 10/11/2018).

[20] E. I. Toki, J. Pange, and T. A. Mikropoulos, "An online expert system for diagnostic assessment procedures on young childrens oral speech and language," *Procedia Computer Science*, vol. 14, pp. 428–437, 2012.

[21] V. E. Robles-Bykbaev, M. López-Nores, J. J. Pazos-Arias, and D. Arévalo-Lucero, "SPELTA: An expert system to generate therapy plans for speech and language disorders," *Expert Systems with Applications*, vol. 42, pp. 7641–7651, nov 2015.

[22] "Microsoft word - clips.doc." `http://luisguillermo.com/Curso-IA-UPB/clips-castellano.pdf`. (Accessed on 10/11/2018).

[23] G. Van Rossum and F. L. Drake, *The python language reference manual*. Network Theory Ltd., 2011.

[24] "Gdevelop 4 wiki [gdevelop wiki]." `http://wiki.compilgames.net/doku.php/start`. (Accessed on 10/11/2018).

[25] "Postgresql: Documentation: 9.6: What is postgresql?." `https://www.postgresql.org/docs/9.6/static/intro-whatis.html`. (Accessed on 10/11/2018).

[26] R. S. C. Sosa, "Servidor de reportes en tecnologia java y xml." . (Accessed on 10/11/2018).

[27] "sv-lncs." `https://www.tamps.cinvestav.mx/~fpech/sd/files/paper001.pdf`. (Accessed on 10/11/2018).

[28] "Control de acceso http (cors) - http — mdn." `https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/Access_control_CORS`. (Accessed on 10/11/2018).

[29] R. E. Moustafa, "Andrews curves," *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, vol. 3, no. 4, pp. 373–382, 2011.

[30] J. Adorf, "Web speech api," *KTH Royal Institute of Technology*, 2013.