

EVALUACION DE LA FUNCION AUDITIVA(EFA)

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA BASADO EN ENTORNOS WEB Y MÓVIL PARA BRINDAR SOPORTE EN LA EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN AUDITIVA EN NIÑOS

PAUL QUITO NAULA, JONNATHAN OYERVIDE RIOS

VLADIMIR ROBLES BYKBAEV, ADRIANA LEON PESANTEZ

CÁTEDRA UNESCO “TECNOLOGÍAS DE APOYO PARA LA INCLUSIÓN EDUCATIVA”

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y TECNOLOGÍAS DE ASISTENCIA (GI-IATA)

UNIVERSIDAD DEL AZUAY, CUENCA, ECUADOR

17 DE MAYO 2019

CUENCA - ECUADOR



CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- INTRODUCCIÓN
- PROPUESTA DEL SISTEMA
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- TRABAJO FUTURO



CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- INTRODUCCIÓN
- PROPUESTA DEL SISTEMA
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- TRABAJO FUTURO



ESTADÍSTICAS

5% de la población mundial posee una discapacidad auditiva.

(Organización Mundial de la Salud, 2011)

En Ecuador se realizó un estudio de prevalencia de patología y discapacidad auditiva con el protocolo de la OMS, determinando que la prevalencia de discapacidad auditiva en la población ecuatoriana es del 5%

(Ullauri,A et al, 2011,)

En el Ecuador existen 50 838 personas con discapacidad auditiva y en la provincia del Azuay 2 909.

(Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades, 2015)

ESTADO DEL ARTE

- Varias plataformas virtuales desarrolladas, tienen como objetivo el apoyo en la terapia de lenguaje.
- Algunas herramientas para el apoyo en la terapia de lenguaje: ISLanD, Onto-SPELTRA, entre otros.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES:

CENTRO DE ESTIMULACIÓN INTEGRAL Y APOYO PSICOTERAPÉUTICO

- Atención integral de los niños y niñas.
- Mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad y sus familias.
- **Áreas de Trabajo**
 - Evaluación de las diferentes áreas del desarrollo.
 - Diagnóstico de las dificultades.
 - Intervención de los niños con dificultades.
 - Terapia de Lenguaje





GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y TECNOLOGÍAS DE ASISTENCIA (GI-IATA)

- **Tecnología de Inclusión**
 - Accesibilidad Web
 - **TICs como herramientas de asistencia y soporte a la educación y a la discapacidad**
 - Ambientes virtuales accesibles
- **Inteligencia Artificial**
 - Visión artificial
 - Clustering
 - Reconocimiento automático del habla
 - Lingüística computacional
 - Machine learnig
 - Sistemas Informáticos Inteligentes
 - Tecnologías móviles

CÁTEDRA UNESCO “TECNOLOGÍAS DE APOYO PARA LA INCLUSIÓN EDUCATIVA”



- **Mejorar los índices de acceso, aprendizaje y participación en educación** de las poblaciones históricamente excluidas, empleando innovadoras herramientas de soporte sustentadas en TICs.
- **Conducir procesos de investigación científica** que permitan desarrollar tecnologías de apoyo y soporte a la educación regular y especial.
- Mejorar las capacidades docentes para atender estudiantes en situación de vulnerabilidad e **incluir en su proceso didáctico el uso de las TICs de acceso libre**.
- **Generar una comunidad educativa inclusiva** a través de proyectos de vinculación con la sociedad que se nutran de las ventajas de la tecnología para la inclusión educativa.

CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- INTRODUCCIÓN
- **PROPUESTA DEL SISTEMA**
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- TRABAJO FUTURO

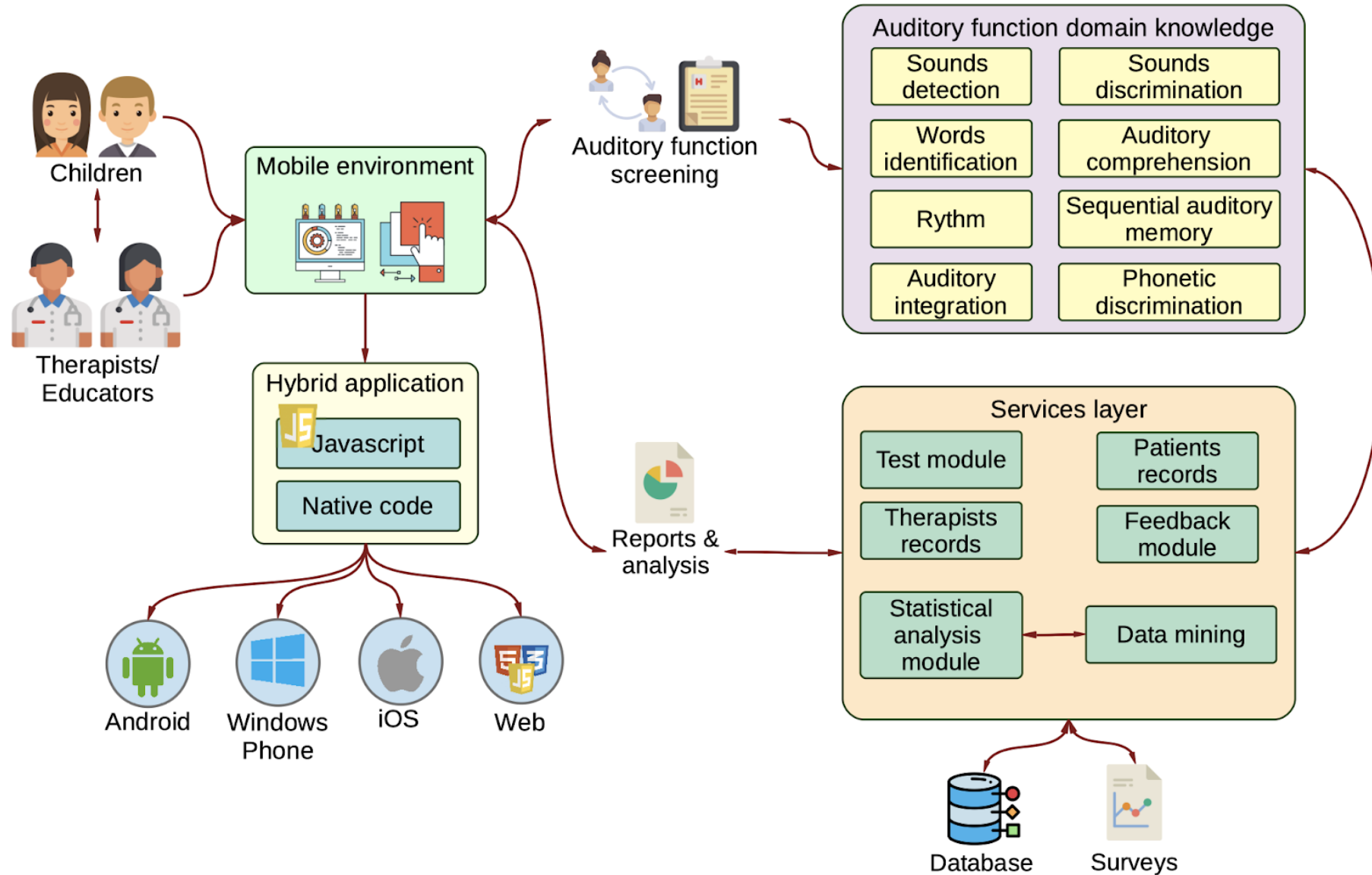




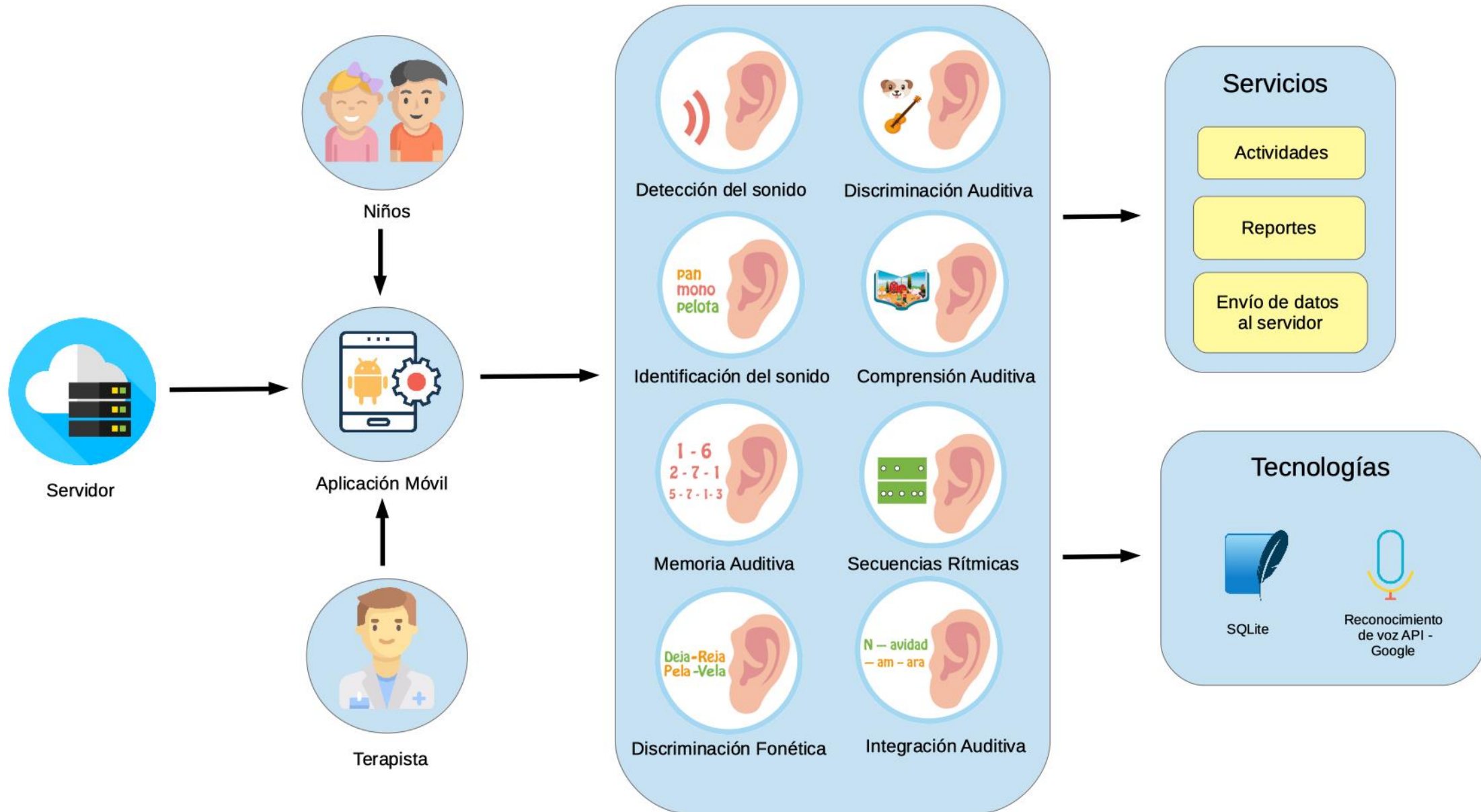
Terapeuta

Es una plataforma web y móvil para el apoyo en la evaluación de la función auditiva para niños.

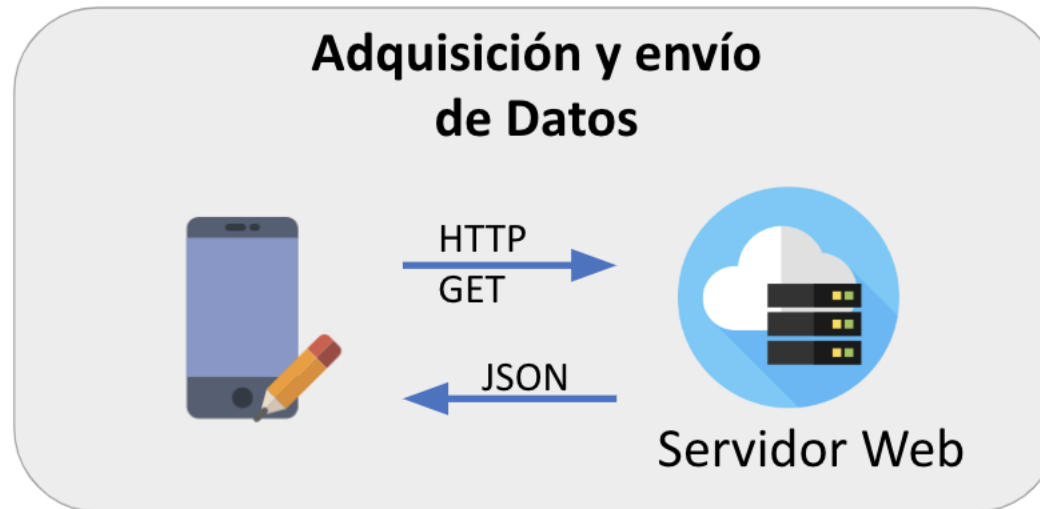
PROPUESTA DEL SISTEMA: ARQUITECTURA GENERAL



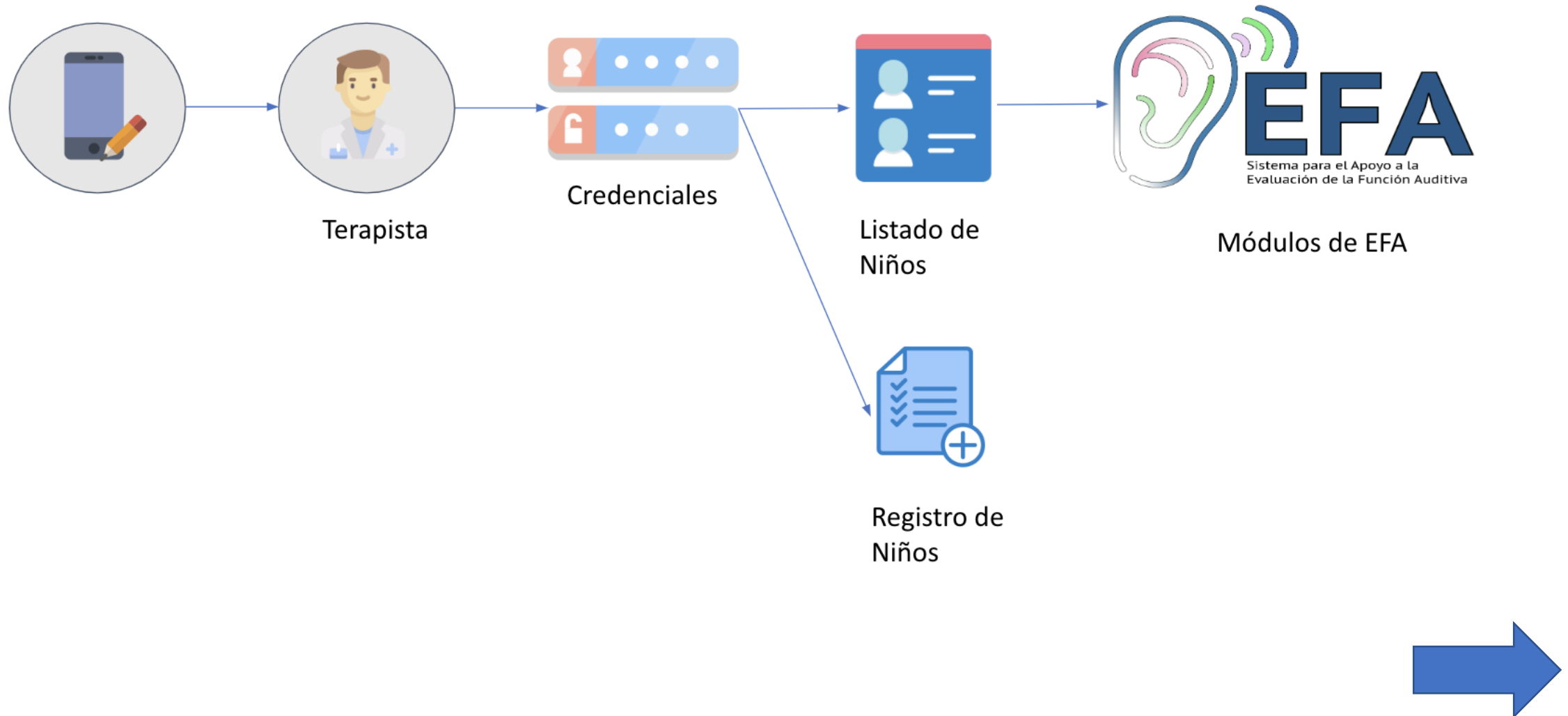
PROPUESTA DEL SISTEMA: APLICACIÓN MÓVIL



APP EFA – Tecnologías y Servicios



APP EFA – INICIO DE LA APLICACIÓN



APP EFA – Módulo Detección del sonido

Detección del Sonido

Selecciona el Audio

León ▼

▶ PLAY DETENER

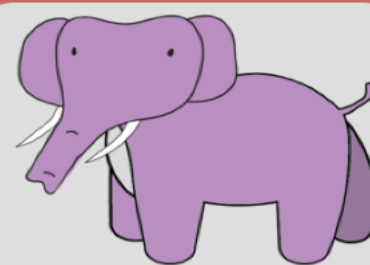
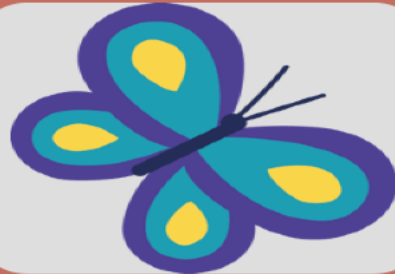
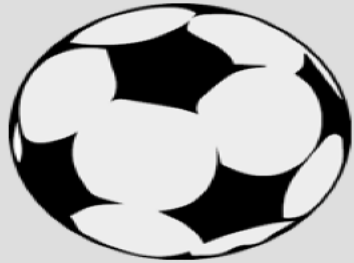
- 50 cm
- 1 m
- Mayor a 1 m
- Derecha
- Izquierda
- Cerca
- Lejos
- Verbales

APP EFA – Módulo Discriminación Auditiva



APP EFA – Módulo Identificación del sonido

Identificación de Sonidos



APP EFA – Módulo Comprensión Auditiva

Comprensión Auditiva



Llegada la noche y cansados de tanto jugar con los animales, los niños regresan a casa. Se acuestan en sus camas y mientras mamá les lee un cuento se quedan profundamente dormidos.





Reproducir Cuento



Reproducir Preguntas

APP EFA – Módulo Memoria Auditiva

Memoria Auditiva



- Repite: 1-6
- Repite: 2-5

- Repite: 4-8
- Repite: 2-7-1
- Repite: 3-7-8

- Repite: 6-1-4
- Repite: 5-7-1-3

- Repite: 9-4-7-1
- Repite: 3-6-5-8

APP EFA – Módulo Secuencias Rítmicas

Secuencias Rítmicas

Secuencias Rítmicas Simples

SEC. SIMPLE 1 SEC. SIMPLE 2 SEC. SIMPLE 3

Secuencias Rítmicas Complejas

SEC. COMPLEJA 1 SEC. COMPLEJA 2 SEC. COMPLEJA 3

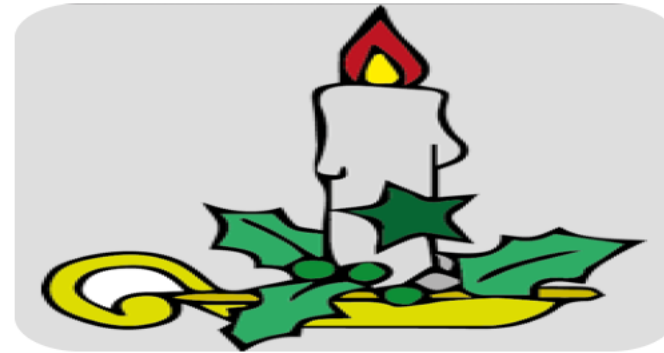
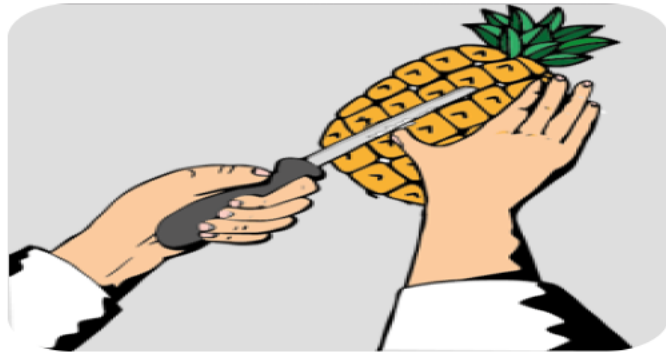
CORRECTO INCORRECTO

TERMINAR EJERCICIO

APP EFA – Módulo Discriminación Fonética

Discriminación Fonética

P - V



APP EFA – Módulo Integración Auditiva

Integración Auditiva		
<input checked="" type="checkbox"/>	Botella	▶ REPRODUCIR 
<input type="checkbox"/>	Caballo	▶ REPRODUCIR 
<input type="checkbox"/>	Camisa	▶ REPRODUCIR 
<input checked="" type="checkbox"/>	Caracol	▶ REPRODUCIR 
<input type="checkbox"/>	Chupete	▶ REPRODUCIR 
<input checked="" type="checkbox"/>	Cocodrilo	▶ REPRODUCIR 
<input type="checkbox"/>	Dinosaurio	▶ REPRODUCIR 
<input type="checkbox"/>	Espada	▶ REPRODUCIR 
<input type="checkbox"/>	Fósforo	▶ REPRODUCIR 
<input type="checkbox"/>	Jirafa	▶ REPRODUCIR 
<input type="checkbox"/>	Lámpara	▶ REPRODUCIR 

APP EFA – Reportes

Reporte EFA System Test

Fecha de reporte 16:57:00 GMT-0500 (hora de Ecuador)

Paciente: Usuario 1 Usuario 1
Test 1
Fecha de Inicio: 7/5/2019
Fecha de finalizacion: 7/5/2019

Sesion 1

Fecha de Sesion 7/5/2019

Pregunta	Tiempo	Respuesta	Categoria
Detecta sonidos a una distancia de 50 cm	0	incorrecto	Detección del sonido
Detecta sonidos a una distancia de 1 m	0	correcto	Detección del sonido
Detecta sonidos a una distancia de más de 1 m	0	correcto	Detección del sonido
Localiza la fuente sonora: Derecha	0	incorrecto	Detección del sonido
Localiza la fuente sonora: Izquierda	0	incorrecto	Detección del sonido
Localiza la fuente sonora: Cerca	0	correcto	Detección del sonido
Localiza la fuente sonora: Lejos	0	correcto	Detección del sonido
Detecta sonidos: Verbales	0	incorrecto	Detección del sonido
Detecta sonidos: No Verbales	0	correcto	Detección del sonido
Reconoce el sonido del llanto	9	correcto	DISCRIMINACIÓN AUDITIVA: Cuerpo
Reconoce el sonido de Aplausos	8	correcto	DISCRIMINACIÓN



SISTEMA DE GESTIÓN WEB

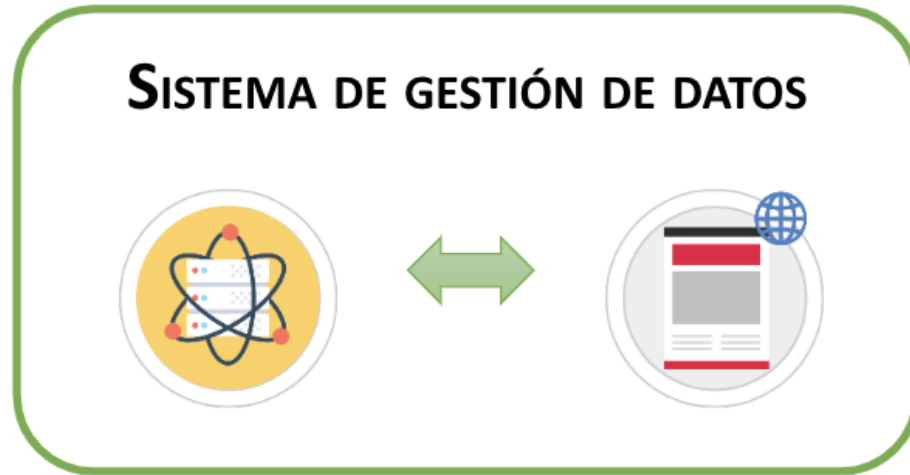
Contenidos:

1. Gestión de datos
2. Minería de datos

APLICACIÓN WEB



App Móvil

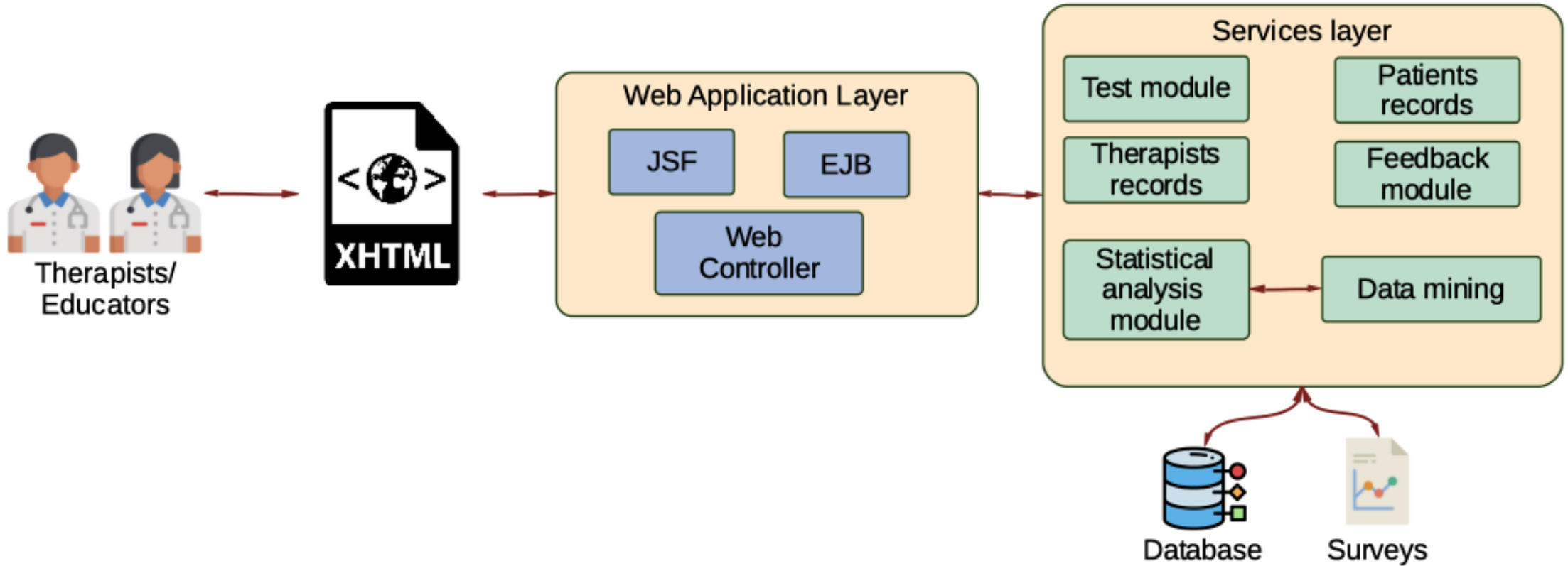


Terapistas

ARQUITECTURA DE APLICACIÓN WEB

- **JEE.-** Java Enterprise Edition, Cliente, Servidor de Aplicaciones y Persistencia de datos.
- **JPA.-** Java Persistence API, es el standard de Java encargado de automatizar persistencia de objetos en la base de datos.
- **EJB.-** Enterprise Java Beans, es un componente de software, al cual se accede mediante un intermediario que esconde los detalles de este componente.
- **JSF.-** JavaServer Faces es un framework para aplicaciones Java basadas en web que simplifica el desarrollo de interfaces de usuario.

ARQUITECTURA DE APLICACIÓN WEB

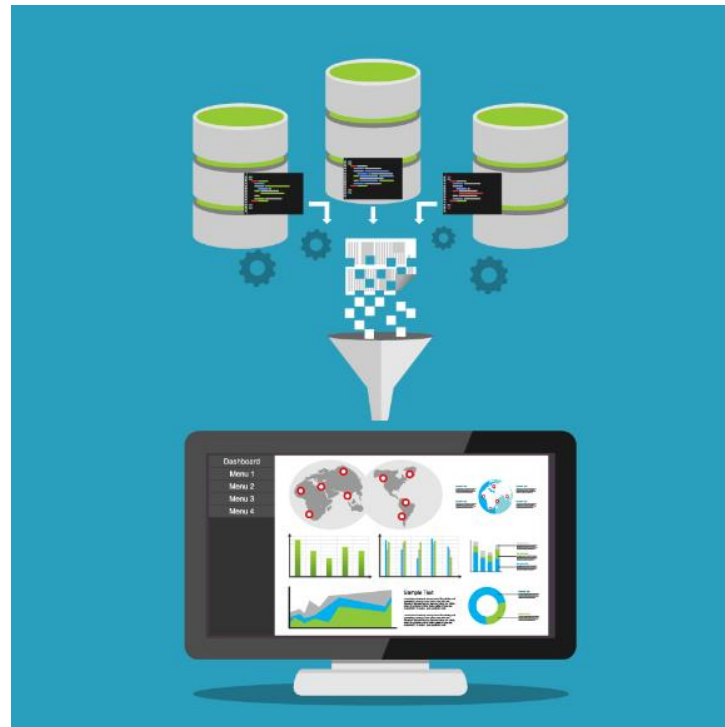


TAREAS DEL TERAPISTA



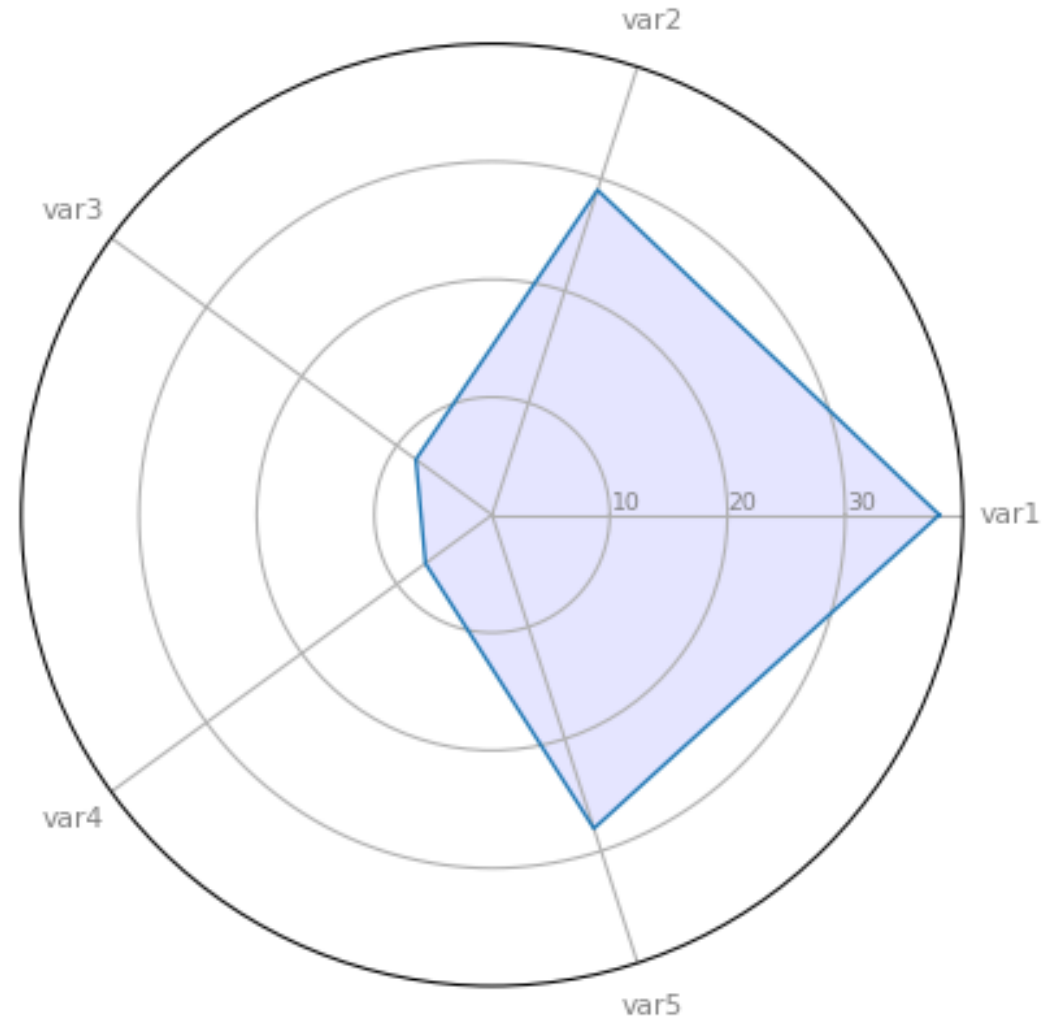
MINERÍA DE DATOS

La minería de datos surge como necesidad para intentar comprender el contenido de un repositorio de datos, mediante técnicas de inteligencia artificial y en otros casos redes neuronales.



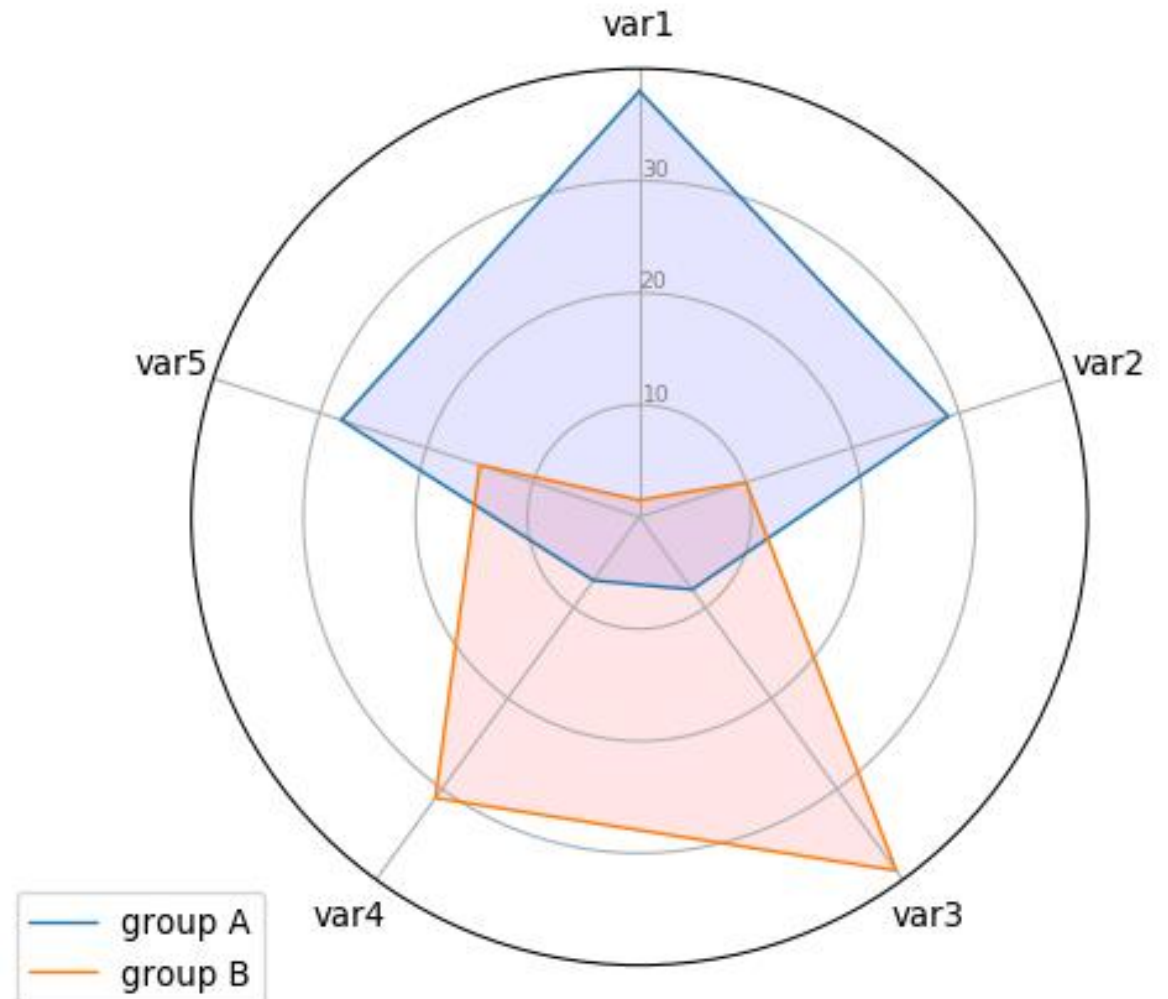
ANÁLISIS INDIVIDUAL

Se realiza un análisis individual, con respecto a las respuestas obtenidas y el tiempo de respuesta.



ANÁLISIS GRUPAL

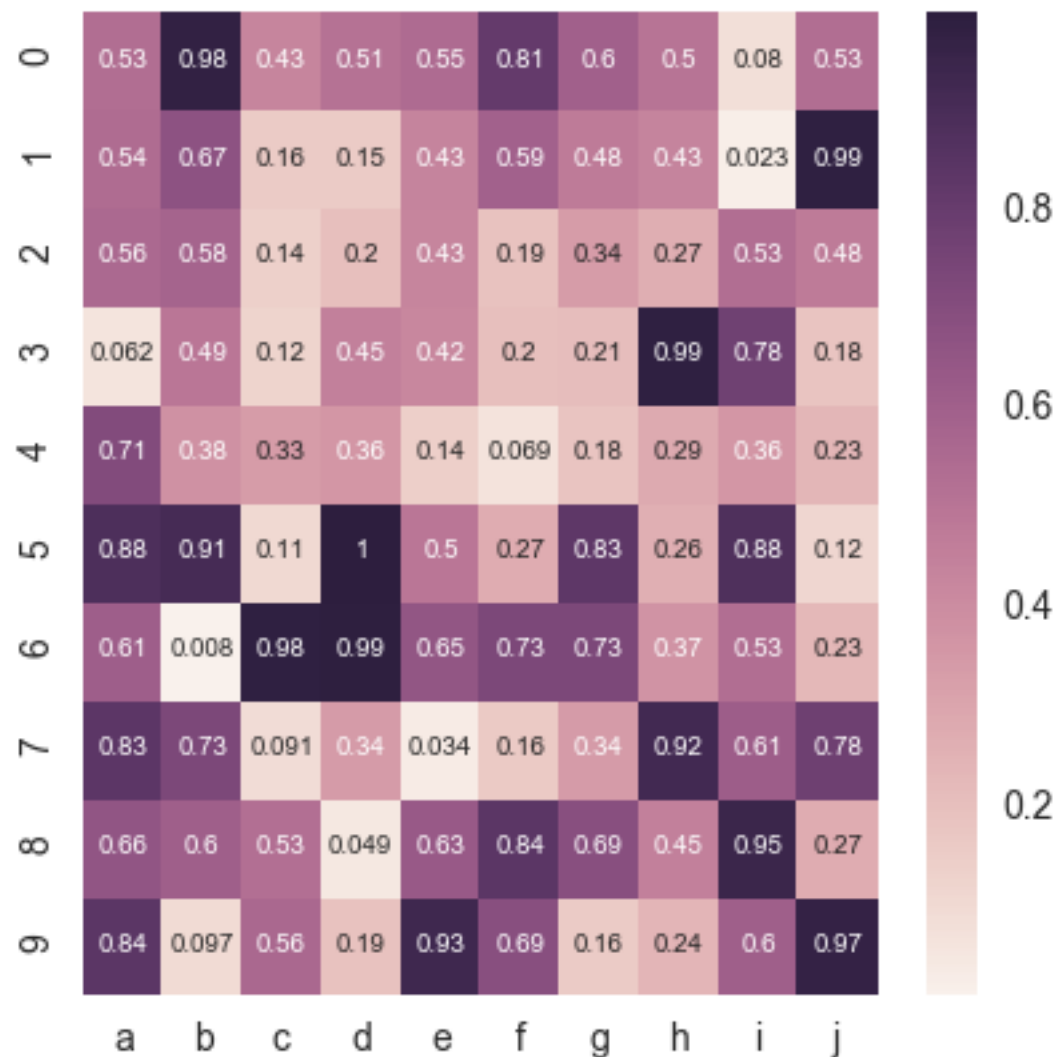
Se realiza un análisis grupal, de máximo 3 niños, con respecto a las respuestas obtenidas y el tiempo de respuesta.



CLUSTERING

Heatmap

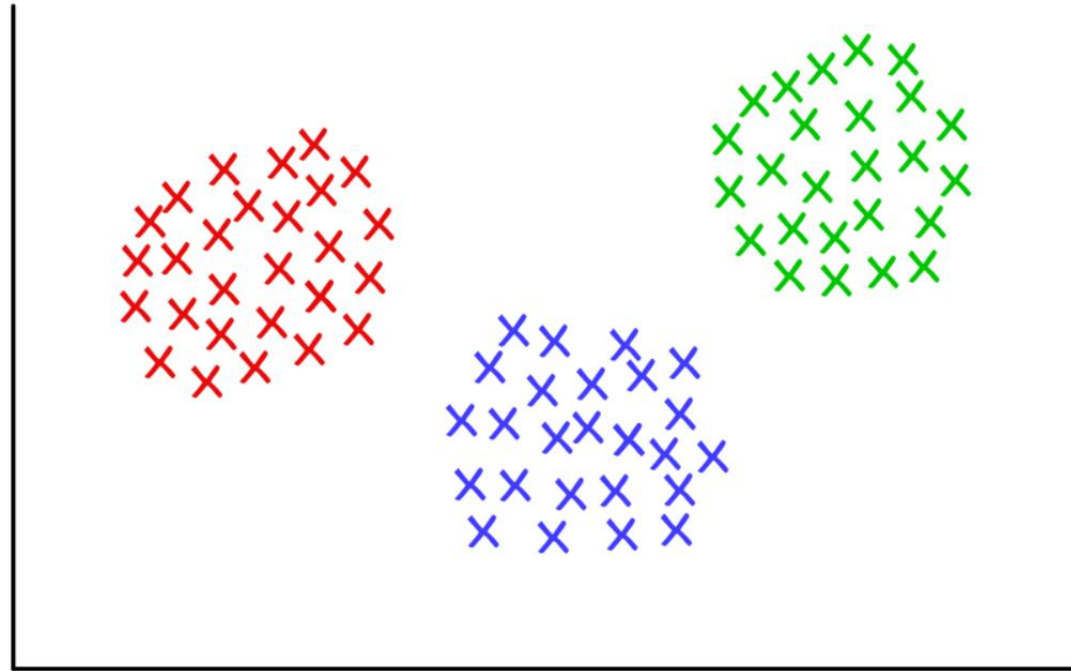
Es una representación gráfica de datos, donde los valores individuales contenidas en una matriz se representan como colores.



CLUSTERING

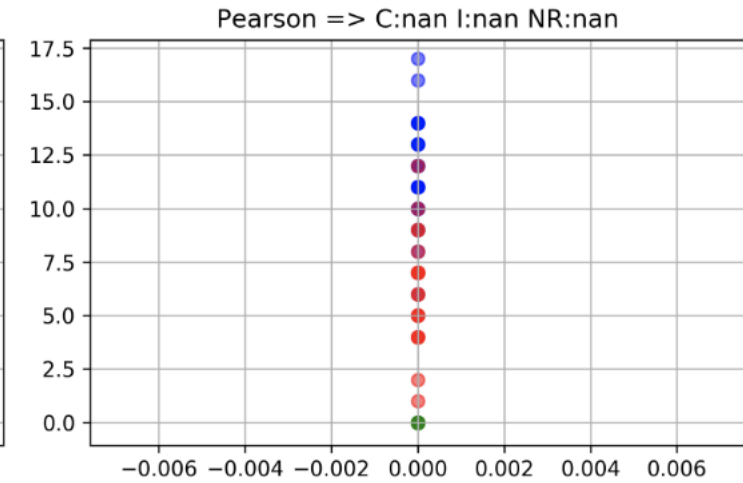
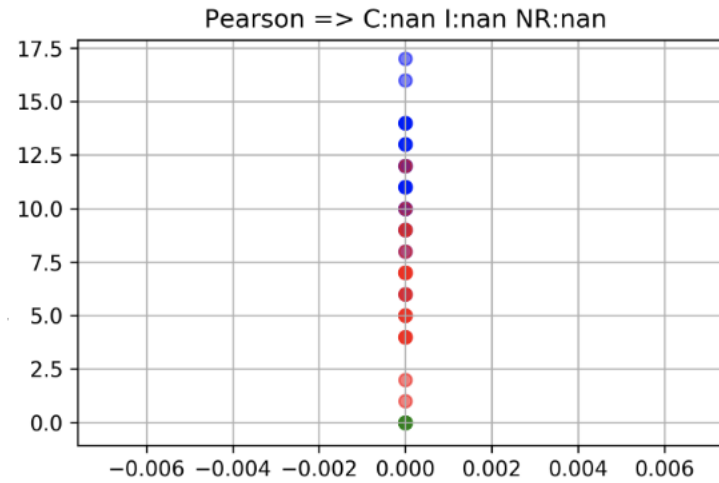
Clustering

Es un procedimiento de agrupación, de acuerdo a un criterio establecido.



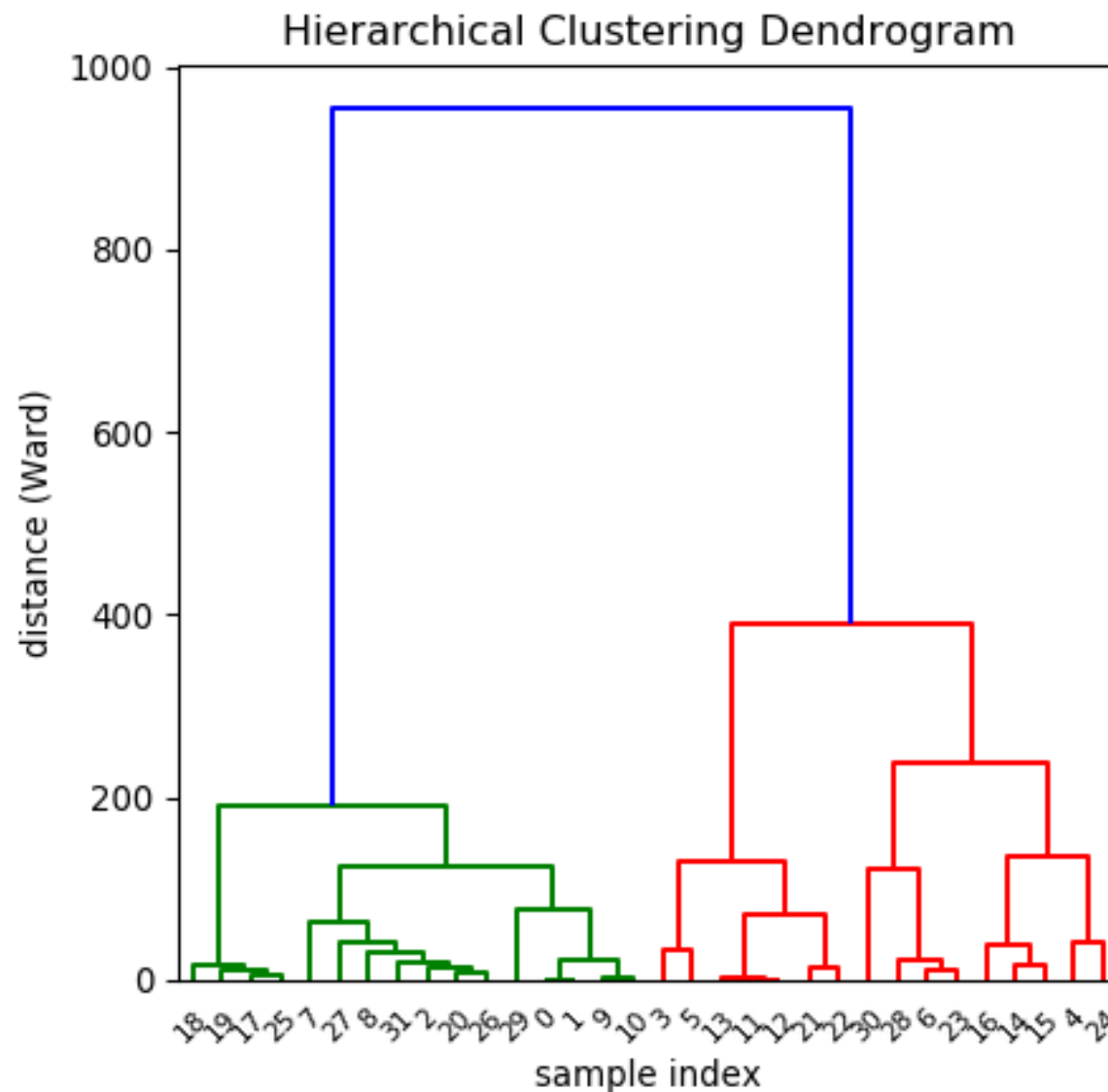
CORRELACIÓN - PEARSON

Permite analizar la relación entre cada par de variables numéricas de una matriz.



DENDROGRAMA

Permite ilustrar la organización jerárquica de varias entidades, donde podemos observar claramente las relaciones de agrupación entre los datos.



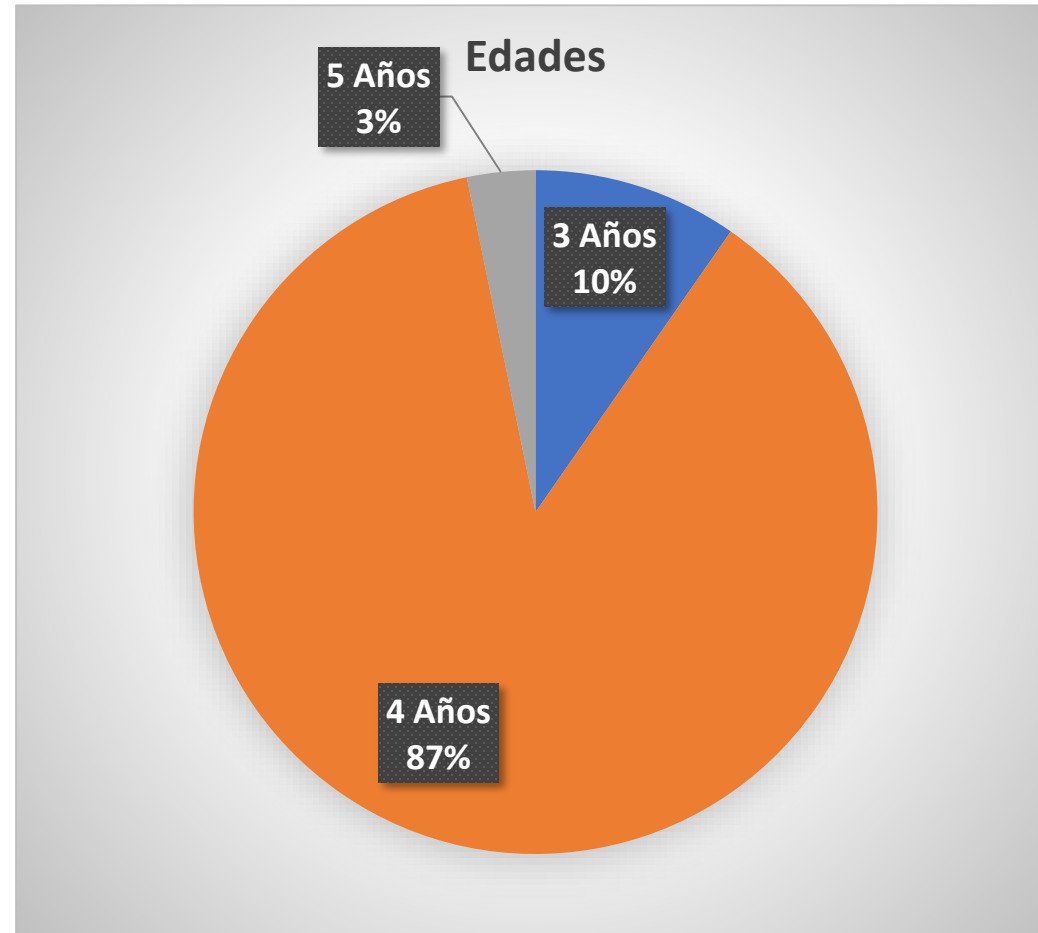
CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- INTRODUCCIÓN
- PROPUESTA DEL PROYECTO
- **RESULTADOS**
- CONCLUSIONES
- TRABAJO FUTURO

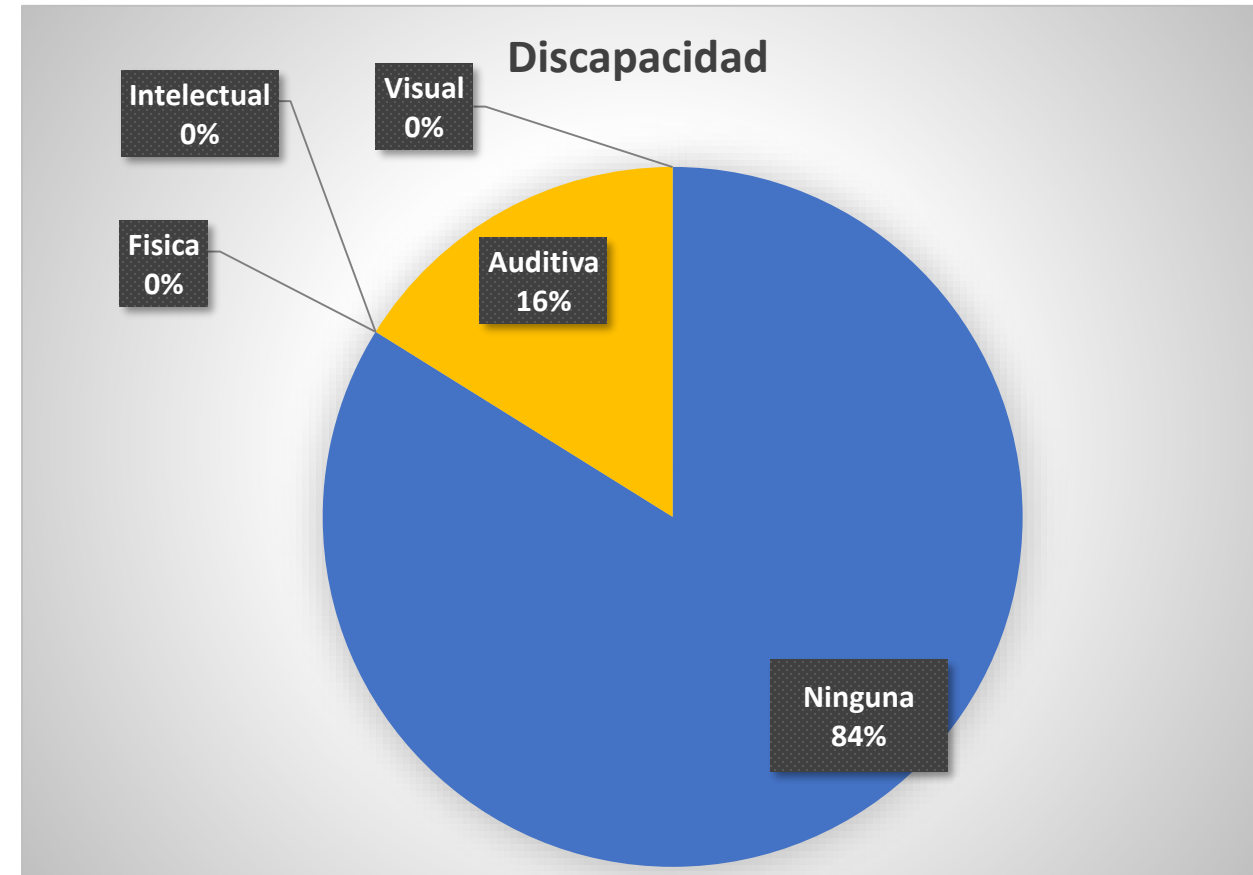
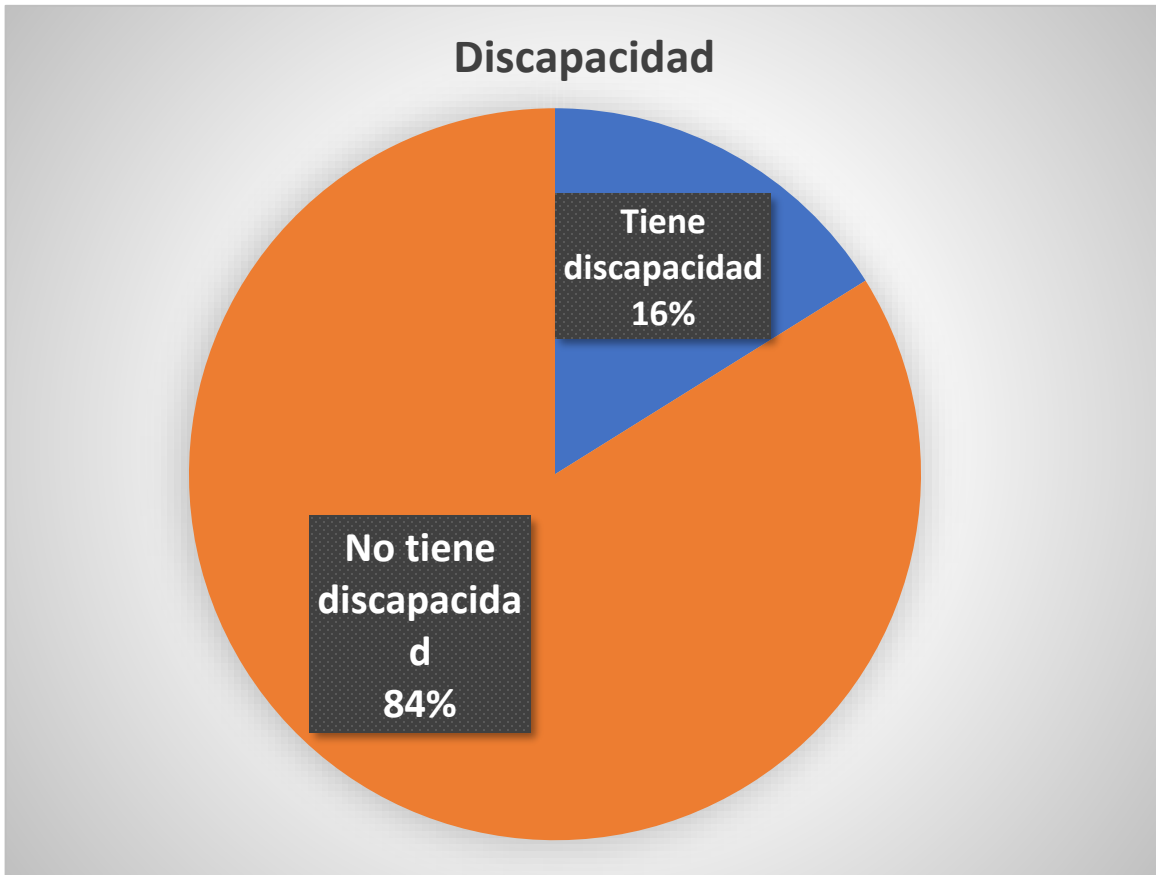


RESULTADOS: EDADES DE LOS PARTICIPANTES

Se realizaron pruebas de validación del sistema móvil con 31 niños del CEIAP.

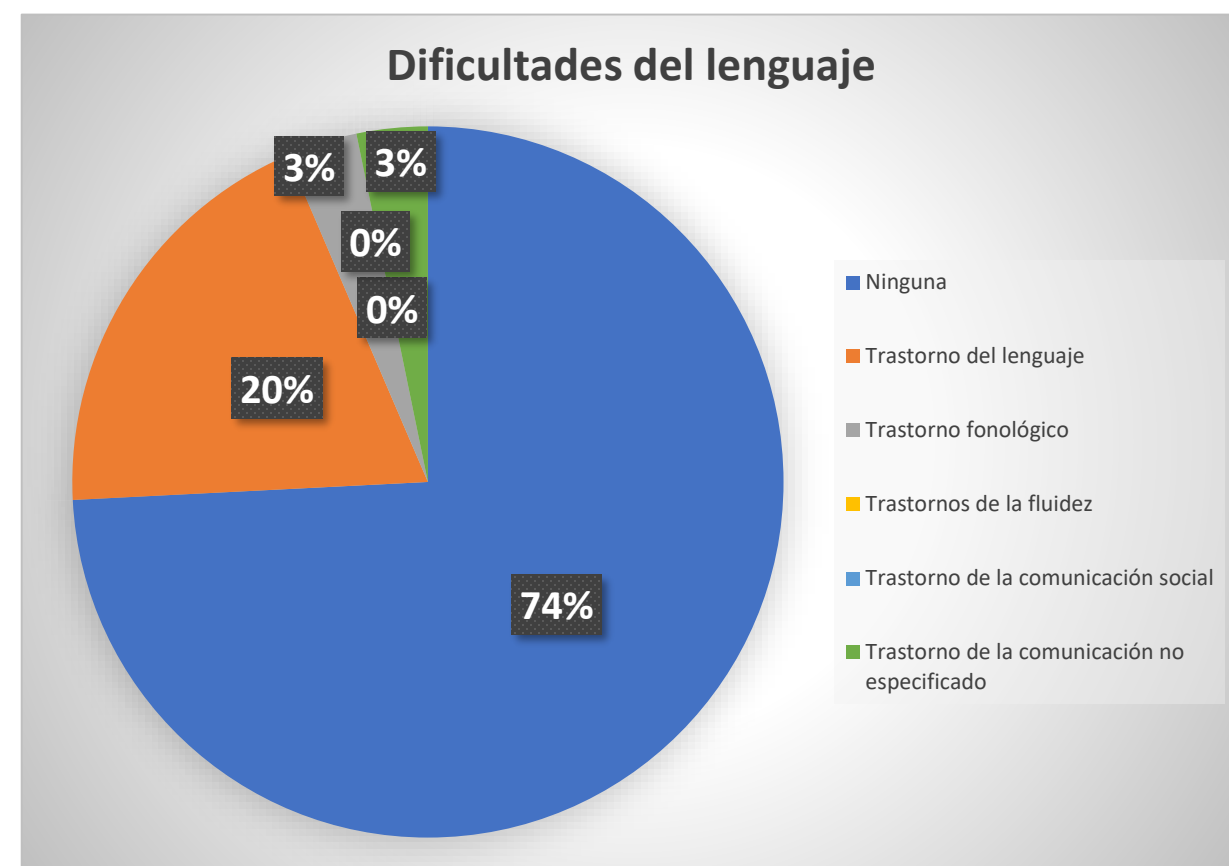
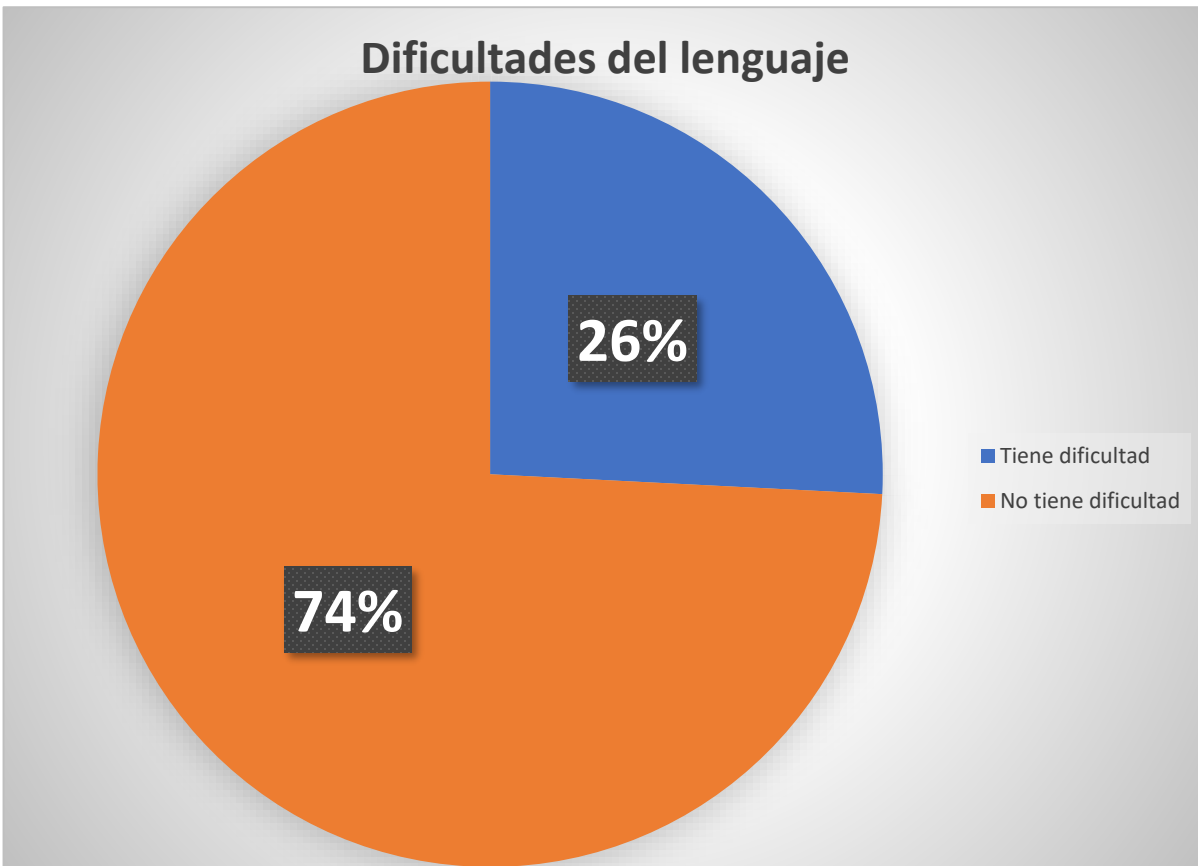


RESULTADOS: PARTICIPANTES CON DISCAPACIDAD



Distribución de las discapacidades.

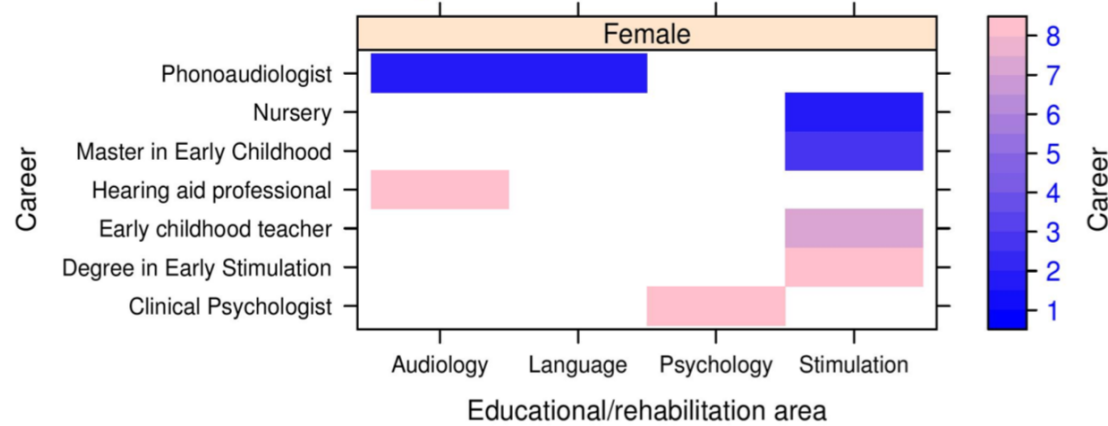
RESULTADOS: PARTICIPANTES CON DIFICULTADES DEL LENGUAJE



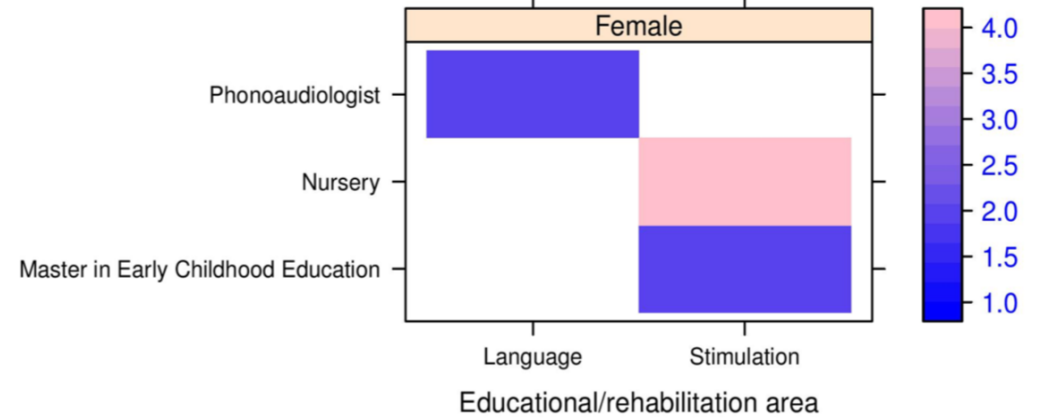
Distribución de los niños con dificultad de lenguaje.

RESULTADOS DE ENCUESTAS

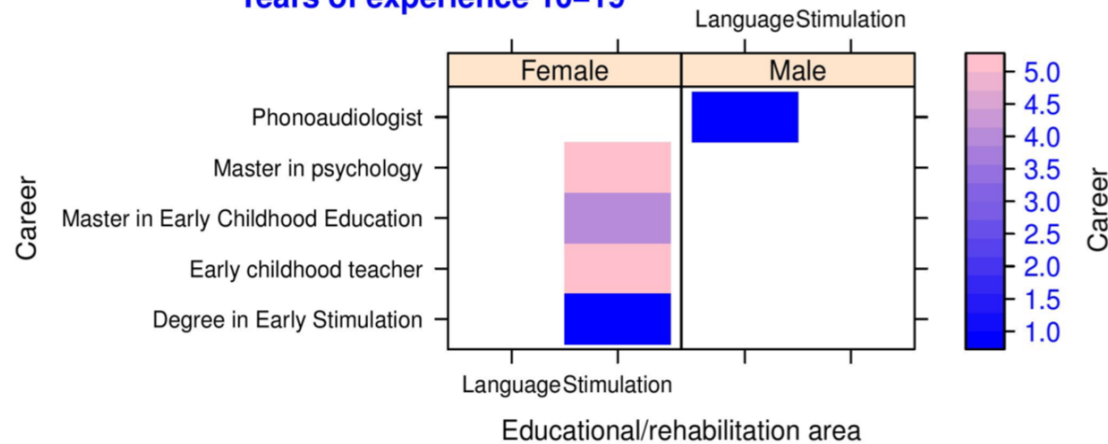
Years of experience 0–9



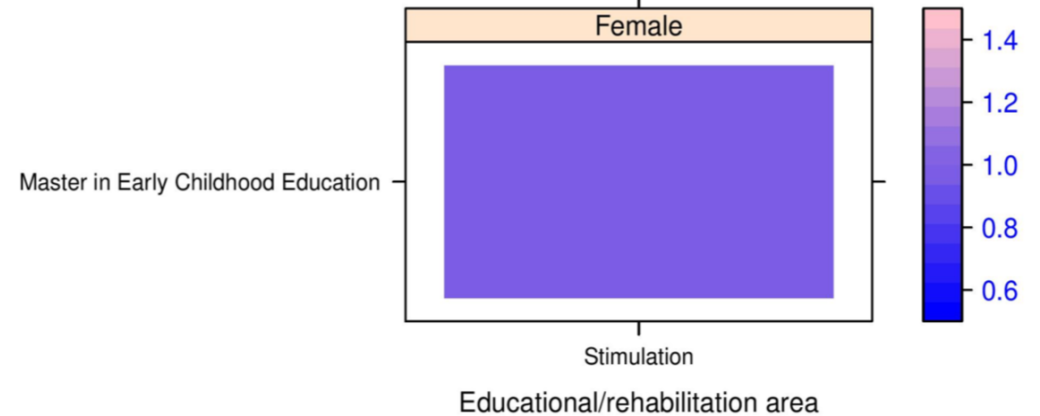
Years of experience 20–29



Years of experience 10–19

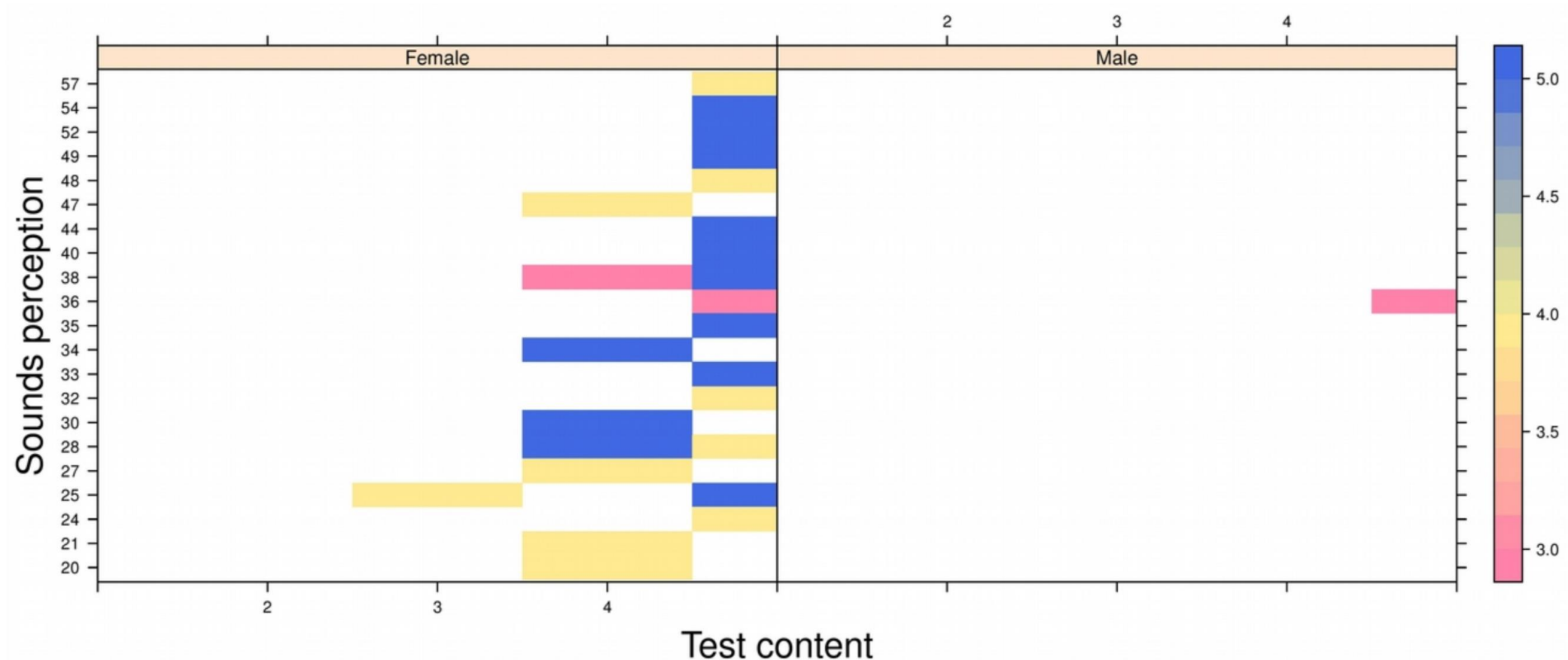


Years of experience 30–39



Agrupados en los años de experiencia de los profesionales del área.

RESULTADOS ACEPTACIÓN DE LA APLICACIÓN



La encuesta usada fue validada con el coeficiente alfa de Cronbach y alcanzó un valor de 0.8599532

CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- INTRODUCCIÓN
- PROPUESTA DEL PROYECTO
- RESULTADOS
- **CONCLUSIONES**
- TRABAJO FUTURO



CONCLUSIONES

Este proyecto fue de gran apoyo en el área de la fonoaudiología ya que como se ha podido evidenciar son pocas las herramientas existentes, a diferencia de las herramientas existente para la terapia del lenguaje.

Fue importante la implemantacion de la mineria de datos, ya que proporciona diversos análisis estadísticos, los cuales son presentados en imágenes y son de gran utilidad para los terapistas.

CONCLUSIONES

En la actualidad los avances tecnológicos se han convertido en un soporte para los educadores, esto se pudo observar al momento de realizar las pruebas de funcionamiento con las terapistas, mostrando un interés positivo con ciertas observaciones y recomendaciones, las cuales han sido tomadas en cuenta durante el desarrollo del software.

CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- INTRODUCCIÓN
- PROPUESTA DEL PROYECTO
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- TRABAJO FUTURO



TRABAJO FUTURO

Este proyecto de investigación se centra en evaluar la función auditiva, sin embargo, se podría implementar más módulos que ayuden a una mejor evaluación, esto conjuntamente con los expertos en el área.

Incluir más centros educativos para poder generar una base de datos más extensa y poder realizar nuevos análisis estadísticos como determinar la población más afectada, discapacidades que mas están presentes en la función auditiva.

TRABAJO FUTURO

Realizar un modulo administrativo de la información del terapeuta y la del niño, de tal manera el terapeuta no tendrá la necesidad de ir al portal web para realizar cambios de información.

Realizar un dispositivo electrónico para el módulo de secuencias rítmicas, este dispositivo sería capaz de captar golpes sobre una superficie y así comparar con una secuencia rítmica ya establecida, de esta manera se mejorará la funcionalidad de este módulo.

Realizar un sistema experto capaz de recomendar planes de terapias en base al resultado de la evaluación de la función auditiva.

PAPER PRESENTADO EN CONGRESO CIENTÍFICO



An expert system based on rules and mobile apps to support the evaluation of auditory function in children from 3 to 6 years

A. León-Pesántez^{*1}, V. Robles-Bykbaev^{†2}, J. Oyervide-Ríos^{†3}, P. Quito-Naula^{†4},
Y. Robles-Bykbaev^{†5}, and D. Calle-López^{†6}

**Universidad del Azuay,
Cuenca, Ecuador*

¹aleon@uazuay.edu.ec

*†GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa, Universidad Politécnica Salesiana
Calle Vieja 12-30, Cuenca, Ecuador*

²vrobles@ups.edu.ec

³jonnathan.oy@gmail.com

⁴paulquito1992@gmail.com

⁵zrobles@ups.edu.ec

⁶dcalles@est.ups.edu.ec

Abstract—Nowadays, approximately 34 million children present different grades of hearing loss. This situation can affect their intellectual, psychological and emotional development. For these reasons, it is fundamental having tools based on Information and Communication Technologies (ICTs) and intelligent systems that provide support during the initial screening and assessment of auditory function in children. However, in developing countries - especially in South America -, currently there does not exist enough informatics tools to support the labor of Speech-Language Therapists (SLTs). For these reasons, in this paper, we present an expert system that relies on rules and mobile applications to support the evaluation of auditory function in children from 3 to 6 years. To determine the real feasibility of our proposal, we have carried out a pilot experiment with a team of 30 experts SLTs. The achieved results show high levels of acceptance by SLTs and children side.

Resumen— En la actualidad, aproximadamente 34 millones de niños presentan diferentes grados de pérdida auditiva. Esta situación puede afectar su desarrollo intelectual, psicológico y emocional. Por estos motivos, es fundamental contar con herramientas basadas en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y sistemas inteligentes que brinden soporte durante la evaluación de la función auditiva en los niños. Sin embargo, en los países en desarrollo, especialmente en América del Sur, actualmente no existen suficientes herramientas informáticas para apoyar el trabajo de los logopedas. Por estas razones, en este artículo, se presenta un sistema experto que se basa en reglas y aplicaciones móviles para apoyar la evaluación de la función auditiva en niños de 3 a 6 años. Para determinar la factibilidad real de nuestra propuesta, hemos llevado a cabo un experimento piloto con un equipo de 30 expertos logopedas. Los resultados logrados muestran altos niveles de aceptación por parte de los expertos y los niños.

I. INTRODUCTION

The Auditory Function (AF) is considered one of the mainstays of the oral language as well as of the cognitive development. Thanks to the auditory information that a child receives from his/her environment, he/she can develop the

linguistic skill required to interact with his/her peers as well as to correctly articulate the sounds of speech and have adequate fluency in speech.

In this regard, the development of the AF aids the processes related to neurological maturation. Therefore, "the sounds that the child listens from his first days of life allow consolidating the morphological and functional characteristics of the cortical areas related to the language" [1]. Once the brain receives the auditory information, it decodes it, constructs an image (of the auditory signal) and provides with meaning to what has been heard [2]. Moreover, the audition has an alert function that allows persons can make decisions and react according to specific circumstances. It more primitive functionality makes possible recognizing sounds of the environment and locating the sound source, whereas its more elaborated feature commonly centers on the development of spoken language. The sense of hearing is multidirectional, temporal, and continuous (acts in every moment, even when a person sleeps).

In this line, it is essential to remark that the necessary auditory skills to achieve an optimal acquisition of oral language are the following: selective attention, sound detection, auditory discrimination, the sound source location, comprehension and auditory memory [3]. However, in South America - especially in Ecuador - currently there not exist complete tests to evaluate the auditory function in children. The most of the existing tests consider some aspects of the AF such as the comprehension, association, sequential memory and auditory integration (test Illinois [4]), but leave others as the perception of sound and rhythm, auditory discrimination of sounds and phonetic discrimination (test ELCE [5]).

On the other hand, the World Health Organization (WHO), claims that around 466 million people worldwide have disabling hearing loss, and 34 million of these are children. Likewise, the WHO estimates that by 2050 over

REFERENCIAS

- Claustre M y col. (2010). Alumando con pérdida auditiva. Escuela Inclusiva:Alumnos distintos pero no diferentes. Barcelona: Liberdúplex.
- Ullauri, A et al. (2011). Estudio de Prevalencia de Desórdenes del Oído y Audición. *Academia Americana de Otorrinolaringología*, 27.
- Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades. (Abril de 2015). *consejodiscapacidades.gob.ec*. Recuperado el 17 de Febrero de 2016, de consejodiscapacidades.gob.ec: www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/2015
- FIAPAS Jaùdenes,C.et al. (2013). Manual Básico de Formación Especializada sobre Discapacidad Auditiva. En C. a. Jaùdenes, *Manual Básico de Formación Especializada sobre Discapacidad Auditiva* (pág. 472). Madrid: Fiapas.
- Montiel, A. (2008). Aspectos Psicoevolutivos de la Deficiencia Auditiva. España: Procompal.
- Muro, M. (1995). Desarrollo Cognitivo. En M. y. Jimènez, *Deficiencia Auditiva. Evaluación, intervención y recursos psicopedagógicos* (págs. 69-73). Madrid: CEPE.
- Garcia, C., & Gomez, I. (s.f.). *Algoritmos de aprendizaje: knn & kmeans*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- Leon, A. d., Robles, V., Oyervide, J. I., Quito, P., Robles, Y., & Calle, D. (2018). An expert system based on rules and mobile apps to support the evaluation of auditory function in children from 3 to 6 years. *An expert system based on rules and mobile apps to support the evaluation of auditory function in children from 3 to 6 years*. Cuenca: GI-IATa, Catedra UNESCO, Universidad Politécnica Salesiana.
- Cortez, E., Rubio, J., & Gaitan, H. (2010). Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproductibilidad de pruebas diagnósticas. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*.
- Garre, M., Cuadrado, J., Sicilia, M., Rodriguez, D., & Rejas, R. (2007). Comparación de diferentes algoritmos de clustering en la estimación de coste en el desarrollo de software. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*.

REFERENCIAS

- Ingavelez, P., Cuzco, I., Calle, D., Oyola, C., Yambay, I., Robles, V., & Ramón, J. (s.f.). An Intelligent System to Automatically Generate Video-Summaries for Accessible Learning Objects for People with Hearing Loss. Cuenca, Madrid: Universidad Politécnica Salesiana, Universidad de Alcalá de Henares.
- Robles, V., Saquicela, V., Bernal, E., Suquilanda, P., & López, M. (s.f.). Data repository of mobile applications for people with disabilities in the area of communication and language using data mining techniques. Cuenca, España: Universidad Politécnica Salesiana, Universidad de Cuenca, University of Vigo.
- Calle, K., Mena, M. F., Robles, Y., Robles, V., & Tenorio, H. (s.f.). Virtual learning environment for children with disabilities: a proposal based on MOODLE and content management with Over the Top (OTT) technology. Cuenca, España: Universidad de A Coruña, Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay, Universidad Politécnica Salesiana.
- Robles, V., Guamán, M., Robles, Y., Lojano, J., Pesántez, F., Quisi, D., . . . Pazos, J. (s.f.). Onto-SPELTRA: A Robotic Assistant Based on Ontologies and Agglomerative Clustering to Support Speech-Language Therapy for Children with Disabilities. Cuenca, España: Universidad Politécnica Salesiana, Universidad de La Coruña.
- Bernal, E., Suquilanda, P., Espinoza, C., León, A., Robles, Y., Robles, V., & Quisi, D. (s.f.). ISLanD: An Informatics Intelligent System to Support the Language Development of Children from 4 to 5 years. Cuenca, España: Universidad de A Coruña, Universidad Politécnica Salesiana, Universidad del Azuay.
- Ochoa, M., Robles, V., López, M., García, J., & Serpa, L. (s.f.). A robotic assistant to support the development of communication skills of children with disabilities. Cuenca, España: University of Vigo, Universidad Politécnica Salesiana.
- Robles, V., Guamán, W., Quisi, D., López, M., & Pazos, J. (s.f.). An ontology-based expert system to generate therapy plans for children with disabilities and communication disorders. Cuenca, España: Universidade de Vigo, Universidad Politécnica Salesiana.
- Robles, V., Ochoa, M., Carpio, M., Pulla, D., Serpa, L., López, M., & García, J. (s.f.). Robotic assistant for support in speech therapy for children with cerebral palsy. Cuenca, España: Universidade de Vigo, Universidad Politécnica Salesiana.
- Ochoa, M., Pulla, D., Robles, V., López, M., Carpio, M., & García, J. (2017). Un sistema híbrido basado en asistentes robóticos y aplicaciones móviles para brindar soporte en la terapia de lenguaje de niños con discapacidad y trastornos de la comunicación. *Campus Virtuales*, 11.

